

The Effect of a Plyometric Training Program on Different Levels on Balance, Power and Functional Movement of Lower Extremity Non-athletic Girls with Ankle Sprain: A Pilot Study

Fatemeh Mohamadzadeh¹ , Hamid Tabatabaei^{2*} 

1. Master of Sports Sport Injuries and Corrective Exercise, Islamic Azad University, South Tehran Branch, Tehran, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Sport injuries and Corrective exercise, Faculty of Physical education and Sports Sciences, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

***Corresponding Author:** Hamid Tabatabaei, Department of Sport injuries and Corrective exercise, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Email: h_tabatabaei@azad.ac.ir

Received: 25 June 2021

Accepted: 24 September 2021

Published: 26 August 2022

How to cite this article:

Mohamadzadeh F, Tabatabaei H. The Effect of a Plyometric Training Program on Different Levels on Balance, Power and Functional Movement of Lower Extremity Non-athletic Girls with Ankle Sprain: A Pilot Study. *Salāmat-i ijtimāi (Community Health)*. 2022; 9(4):14-23. DOI: <http://doi.org/10.22037/ch.v9i4.31453>.

Abstract

Background and Objective: The ankle joint is a critical part of any movement in the closed kinetic chain, which makes ankle one of the most vulnerable areas of the body. Sprains are the most common ankle injuries. This study was conducted to the effect of the eight-week plyometric training program at different levels on the balance, power, and motor performance of the lower extremities of non-athlete girls with ankle sprains.

Materials and Methods: The quasi-experimental research method with the pre-test, post-test and follow-up control group design was employed in the study. The study population consisted of all non-athlete girls with ankle sprains within the age range of 18 to 30 years. Among whom 30 participants were selected by purposive sampling. After filling out the Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT) and diagnosis and confirmation of a specialist physician, the participants completed a consent form and were then divided into three groups (control, experimental jump and experimental depth jump). Before and after eight weeks of exercises in two experimental groups, the Y-balance test was performed to assess dynamic balance; the vertical jump test was performed to measure explosive power; and three-step jump; lateral jump and jump 8 were performed to evaluate motor performance as pre and post-tests were done in the three groups. Data were analyzed using covariance analysis test and SPSS Statistics for Windows, version 23.0 (SPSS Inc., Chicago, Ill., USA).

Results: In the jump group, the mean (SD) score of the Y-balance test increased from 129.00 (5.38) in the pre-test to 139.69 (7.26) in the post-test ($P < 0.001$); and in the depth jump group, it increased from 121.20 (6.27) in the pre-test to 130.47 (5.31) in the post-test ($P < 0.001$). This training protocol was more effective in the jump group than in the depth jump workouts. In the jump group, the mean score (SD) of vertical jump increased from 28.20 (4.31) in the pre-test to 37.80 (6.47); and in the depth jump group, it increased from 25.80 (4.04) in the pre-test to 40.40 (4.19) in the post-test ($P < 0.001$). In vertical jump, the depth jump exercises were more effective than the jump workouts. In the jump group, the mean score (SD) of lateral jump increased from 25.00 (7.70) in the pre-test to 41.60 (9.51) in the post-test; and in the depth jump group it increased from 23.30 (4.83) in the pre-test to 36.10 (5.68) in the post-test ($P < 0.001$). The scores of the control group in pre-test and post-test were not statistically different. This training protocol was more effective in the jump group than in the depth jump group.

Conclusion: The study showed that the eight-week plyometric training program at different levels improved the balance, power, and motor performance of the lower extremities in non-athlete girls with ankle sprains. The balance and motor performance of the lower extremities were affected by jump exercises more than depth jump workouts, and explosive power was affected by depth jump exercises more than jump workouts.

Keywords: Plyometric, Balance, Power, Motor performance, Ankle sprain.

Conflict of Interest: None of the authors has any conflict of interest to disclose.

Ethical publication statement: We confirm that we have read the Journal's position on issues involved in ethical publication and affirm that this report is consistent with those guidelines.

Ethical code: IR.SBU.REC.1398.033.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

مقایسه تأثیر هشت هفته برنامه تمرینی پلايومتریك در سطوح مختلف بر تعادل، توان و عملکرد حرکتی اندام تحتانی دختران غیر ورزشکار مبتلا به پیچ خوردگی مچ پا: یک مطالعه راهنما

فاطمه محمدزاده^۱، حمید طباطبائی^{۲*}

۱. کارشناس ارشد گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، تهران، ایران.
 ۲. استادیار گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، تهران، ایران.
- * نویسنده مسئول: دکتر حمید طباطبائی، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، تهران، ایران.

Email: h_tabatabaei@azad.ac.ir

تاریخ پذیرش: شهریور ۱۴۰۰

تاریخ دریافت: خرداد ۱۴۰۰

چکیده

زمینه و هدف: مفصل مچ پا جزئی بسیار مهم از هر حرکت در زنجیره حرکتی بسته است و همین امر مچ پا را در رده اول پر آسیب ترین نواحی بدن قرار داده است. در میان آسیب های مچ پا، پیچ خوردگی مچ شایع ترین آسیب مچ پا می باشد. هدف از این تحقیق مقایسه تأثیر هشت هفته برنامه تمرینی پلايومتریك در سطوح مختلف بر تعادل، توان و عملکرد حرکتی اندام تحتانی دختران غیر ورزشکار مبتلا به پیچ خوردگی مچ پا بود.

روش و مواد: روش پژوهش از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون، پس آزمون و پیگیری با گروه گواه بود. جامعه آماری این پژوهش را کلیه دختران غیر ورزشکار مبتلا به پیچ خوردگی مچ پا در رده سنی ۱۸ الی ۳۰ سال تشکیل دادند که از میان آن ها، ۳۰ شرکت کننده با روش نمونه گیری هدفمند انتخاب شدند. پس از پر کردن پرسشنامه ارزیابی ناپایداری عملکردی مچ پا Cumberland و تشخیص و تایید پزشک متخصص، فرم رضایت نامه تکمیل سپس به سه گروه (گواه، تجربی پرش و تجربی پرش عمقی) تقسیم شدند. قبل و بعد از هشت هفته اجرای تمرینات دو گروه تجربی، آزمون های Y جهت ارزیابی تعادل پویا، پرش عمودی جهت سنجش توان انفجاری و پرش لی لی سه گام، جهش جانبی و جهش هشت با هدف ارزیابی عملکرد حرکتی به عنوان پیش و پس آزمون انجام شد. برای تجزیه تحلیل داده ها از آزمون آماری کواریانس با استفاده از نرم افزار SPSS-23 استفاده شد.

یافته ها: در گروه پرش میانگین (انحراف معیار) نمره تعادل Y از $129 (5/4)$ در پیش آزمون به $139/7 (7/3)$ در پس آزمون و در گروه پرش عمقی نیز از $121/2 (6/3)$ در پیش آزمون به $130/5 (5/3)$ در پس آزمون افزایش یافت ($P < 0/001$). میزان اثربخشی این پروتکل تمرین در گروه پرش بیشتر از تمرینات پرش عمقی بود. در گروه پرش، میانگین (انحراف معیار) نمره پرش عمودی از $28/2 (4/3)$ در پیش آزمون به $37/8 (6/5)$ و در گروه پرش عمقی نیز، از $25/8 (4/0)$ در پیش آزمون به $40/4 (4/2)$ در پس آزمون افزایش یافت ($P < 0/001$). در پرش عمودی، تمرینات پرش عمقی نسبت به تمرینات پرش مؤثرتر بود. در گروه پرش میانگین (انحراف معیار) نمره جهش جانبی از $25 (7/7)$ در پیش آزمون به $41/6 (9/5)$ در پس آزمون و در گروه پرش عمقی نیز از $23/3 (4/8)$ در پیش آزمون به $36/1 (5/7)$ در پس آزمون افزایش یافت ($P < 0/001$). نمرات گروه گواه در پیش آزمون و پس آزمون تفاوتی نداشت. میزان اثربخشی این پروتکل تمرین در گروه پرش نسبت به گروه پرش عمقی بیشتر بود.

نتیجه گیری: مطالعه نشان داد هشت هفته برنامه تمرینی پلايومتریك در سطوح مختلف موجب بهبود تعادل، توان و عملکرد حرکتی اندام تحتانی در دختران غیرورزشکار مبتلا به پیچ خوردگی مچ پا شد. تعادل و عملکرد حرکتی اندام تحتانی در تمرینات پرش تأثیر بیشتری نسبت به تمرینات پرش عمقی، و توان انفجاری با تمرینات پرش عمقی اثربخشی بیشتری نسبت به تمرینات پرش داشت.

واژگان کلیدی: پلايومتریك، تعادل، توان، عملکرد حرکتی، پیچ خوردگی مچ پا.

مقدمه

انسان سالم پایه و اساس توسعه پایدار در هر کشوری به شمار می آید. با توجه به اهمیت این موضوع، پرورش نسلی سالم و پویا که توانایی انجام کار جسمی و فکری مناسب را داشته باشد، سبب رشد توسعه همه جانبه می شود. (۱). مفصل مچ پا جزئی بسیار مهم از هر حرکت در زنجیره حرکتی بسته است. همین امر مچ پا را در رده اول پر آسیب ترین نواحی بدن قرار داده است. گزارشات به دست آمده از میزان آسیب های مچ پا توسط مطالعات Fong و همکاران (۷۶/۷٪)، Kofotolis و Clis (۶۴/۲٪) و Yewong و همکاران (۷۳/۵٪) خود تأییدی بر این مطلب است (۲). آسیب های مچ پا به انواع مختلفی تقسیم بندی می شوند که از میان آنها پیچ خوردگی مچ پا با ۸۶٪ شایع ترین آسیب است (۳). در این بین، حدود ۳۰-۴۰٪ از آسیب ها مزمن می شوند، یعنی با درد، تورم، ناپایداری های عملکردی و خالی کردن مکرر مچ پا همراه هستند (۴). اختلالات حسی-حرکتی در همیشگی کردن ماهیت مزمن ناپایداری مچ پا نقش مهمی ایفا می کند (۵). این ضعف در افراد دارای پیچ خوردگی، احتمالاً به دلیل اختلال وارد بر گیرنده های حس عمقی لیگامان های جانب خارجی مچ پا به وجود آمده است (۶). رویکرد اقتصادی پرداختن به این مسئله نیز، بر ضرورت پیشگیری از وقوع این آسیب شایع لیگامانی، شناسایی عواملی که وقوع این آسیب را افزایش می دهد بر اصلاح آن ها تأکید دارد، چرا که هزینه های درمان و بازتوانی اسپرین مچ پا سالانه حدود دو میلیون دلار گزارش شده است (۷). پلايومتریک، نوعی از تکنیک های تمرینی است که به وسیله ورزشکاران رشته های مختلف ورزشی به منظور افزایش قدرت و توان انفجاری انجام می گردد. این نوع تمرینات شامل کشش سریع در یک عضله (فعالیت اکسنتریک) بلافاصله بعد از انقباض کوتاه شونده یا کانسنتریک همان عضله و بافت پیوندی انجام می گردد (۸). این نوع از تمرینات باعث افزایش تحریک پذیری، حساسیت و واکنش پذیری سیستم عصبی-عضلانی و نیز افزایش توان، افزایش تعداد فراخوانی واحد حرکتی، افزایش میزان شلیک عصبی و بهبود همزمانی عمل واحدهای حرکتی می شود (۹). تمرینات پرش شکل اصلاح شده و به نسبت تعدیل یافته تمرینات پلايومتریک است و نوعی تمرینات با چرخه کشش-کوتاه شدن هستند. پرش ها یک روش تمرینی دینامیک برای اندام تحتانی هستند و دارای ماهیتی چندگانه از قدرت عضلانی، هماهنگی عصبی-عضلانی، ثبات مفصل، تعادل و حس عمقی مفصل است. حرکات پرش شامل انقباض اکسنتریک و کانسنتریک متعاقب آن هستند و با یک کشش اولیه انفجاری عضله می تواند کارایی عصبی را بهبود بخشد و در نتیجه اجرای عصبی-عضلانی را افزایش دهد. تمرین پرش می تواند با تغییرات در داخل سیستم عصبی-عضلانی به فرد اجازه دهد تا کنترل بهتری روی عضله منقبض شونده و سینرژيست های خود داشته باشد و به این ترتیب نیروی بیشتری در غیاب تطابق تیپ شناختی عضله مهیا می گردد (۱۰). پورکیانی در نتیجه پژوهشی اعلام کرد پس از هشت هفته اجرای پروتکل تمرینی پیش رونده پرش-فرو، تغییرات معنادار در نمرات آزمون های عملکردی و تعادل پویا مشارکت کنندگان مشاهده شد (۱۱). Jain و همکاران طی پژوهشی که به بررسی تأثیر تمرینات تعادلی بر حس عمقی مچ پای افراد مبتلا به بی ثباتی عملکردی مچ پا پرداختند، نشان دادند این برنامه تمرینی با کاهش بی ثباتی عملکردی در مبتلایان همراه است (۱۲). همچنین قابل ذکر است که تمرینات پرش عمقی و تمرینات پرش که از روی زمین انجام می شود، تفاوت های کینتیکی و کینماتیکی زیادی با هم دارند. کاهش فلکشن ران، فلکشن زانو، دورسی فلکشن مچ پا در پرش از روی جعبه نسبت به پرش وجود دارد. در تمرینات پرش به دلیل اثر پیش کششی قبلی عضله و ذخیره انرژی، عضله آمادگی و انرژی بیشتری برای فرود نسبت به تمرینات از روی جعبه نیاز دارد (۱۳). Keiner و همکاران نشان دادند که استفاده و اجرای دو سال تمرینات مکمل قدرتی و پلايومتریک اثر مثبتی بر عملکرد پرش باریکنان نخبه ۹ تا ۱۲ ساله فوتبال دارد (۱۴). چنین به نظر می رسد عواملی دخیل هستند که زنان را از اجرا و کنترل بهینه حرکات دور می کنند. برای توجیح تفاوت های زنان و مردان از لحاظ عملکرد و خطر بروز آسیب، انواع مکانیزم های مؤثر بر تولید و تعدیل نیرو و کنترل حرکت مورد ارزیابی قرار گرفته اند. بر خلاف عواملی مانند ساختار اسکلتی و سطوح هورمونی، عواملی وجود دارند که با تمرین قابل تغییر هستند و تمرکز روی اصلاح آن ها می تواند سودمند باشد (۱۵). به عنوان مثال می توان به فاکتورهای

آناتومیکی افزایش ریسک آسیب در زنان از جمله تفاوت های عرض لگن، زاویه گردن و تنه استخوان فمور و زاویه Q در زنان نسبت به مردان اشاره کرد (۱۶).

لذا بررسی تأثیر تمرینات پلائیومتریک با دو پروتکل تمرینی پرش و پرش عمقی در سطوح مختلف با هدف جلوگیری از وقوع مجدد این آسیب و بهبود وضعیت تعادل، توان و عملکرد حرکتی اندام تحتانی با افزایش دقت در کسب نتایج صحیح از طریق کنترل سخت گیرانه تر عوامل تهدید کننده نتایج پژوهش، به منظور کسب نتایج معتبر، در دختران مبتلا به پیچ خوردگی مچ پا به عنوان یک ضرورت احساس شد. همچنین با توجه به نتایج متفاوت محققان در زمینه پیچ خوردگی مچ پا و اینکه تا کنون پژوهشی به مقایسه اثر دو نوع تمرینات پرش و پرش عمقی بر پیچ خوردگی مچ پا به صورت مجزا نپرداخته است، لذا هدف از این پژوهش مقایسه تأثیر هشت هفته برنامه تمرینی پلائیومتریک در سطوح مختلف بر تعادل، توان و عملکرد حرکتی اندام تحتانی دختران غیروزشکار مبتلا به پیچ خوردگی مچ پا بود.

روش و مواد

روش پژوهش از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون، پس آزمون و پیگیری با گروه گواه بوده و به عنوان یک مطالعه راهنما می باشد. جامعه آماری این پژوهش را کلیه دختران غیروزشکار مبتلا به پیچ خوردگی مچ پا در رده سنی ۱۸ الی ۳۰ سال در مناطق ۱، ۳، ۷ و ۱۴ شهر تهران در پاییز ۱۳۹۹ تشکیل دادند که از میان آن ها، ۳۰ شرکت کننده (پژوهش پابلوت) با روش نمونه گیری هدفمند بر اساس اندازه اثر ۰/۲۵ و توان ۰/۸۰ که از لحاظ قد، وزن در یک سطح بودند، انتخاب شدند. انتخاب مشارکت کننده ها پس از تکمیل فرم پرسش نامه ارزیابی ناپایداری عملکردی مچ پا کامبرلند (۱۷) و تأیید پزشک متخصص انجام گرفت. پس از تکمیل فرم رضایت نامه با مشارکت داوطلبانه، رعایت حریم خصوصی، حفظ اسرار و عدم ثبت مشخصات شناسایی، حق انصراف از ادامه در تمام مراحل و با تأیید کمیته اخلاق، مشارکت کنندگان به سه گروه ۱۰ نفری (گواه، تجربی پرش و تجربی پرش عمقی) به صورت تصادفی و براساس جدول اعداد تصادفی تقسیم شدند. از معیارهای ورود به پژوهش، عدم شرکت در فعالیت های ورزشی در دو سال گذشته، دامنه سنی بین ۱۸ الی ۳۰ سال و تجربه پیچ خوردگی مچ پا در شش ماه اخیر، که منجر به درد یا لنگیدن بیشتر از یک روز شود را داشتند، بود. همچنین از معیارهای خروج می توان تشخیص پزشک در خصوص منع انجام حرکات و ورزش های پرشی، داشتن آسیب دیدگی دیگر به جز پیچ خوردگی مچ پا، وجود آسیب های دیگر در اندام تحتانی، بیش از دو جلسه غیبت متوالی یا سه جلسه غیبت غیر متوالی در جلسات تمرینی، عدم توانایی لازم جهت مشارکت در تمرینات و یا عدم تمایل برای ادامه شرکت در تمرینات و دوره پژوهش، را ذکر کرد. پیش از شروع پژوهش، پیش آزمون برای گروه های آزمایش و گواه اجرا شد. پس از اتمام جلسات، از گروه های آزمایشی و گواه در شرایط یکسان پس آزمون به عمل آمد. تمرینات در ۲۴ جلسه ۶۰ دقیقه ای و طی سه جلسه در هفته به مدت هشت هفته در ورزشگاه کاظمی برگزار شد. هشت هفته تمرین پرش در هر هفته سه جلسه با دامنه حجم تمرین ۷۰ تا ۱۳۰ تماس پا با زمین در یک ساعت که ۲۰ دقیقه اول آن گرم کردن شامل نرم دویدن و حرکات کششی و ۱۰ دقیقه پایان هر جلسه سرد کردن با حرکات کششی صورت گرفت. بین هر ست ۳۰ ثانیه و بین هر تمرین دو دقیقه استراحت در نظر گرفته شده بود. این پروتکل تمرین به صورت تعدیل شده از مقاله عباسی و همکاران (۱۳۹۴) استفاده شد (۱۸). علت تعدیل این تمرینات غیروزشکار بودن مشارکت کننده های پژوهش و جنسیت آن ها بود. پروتکل تمرین پرش عمقی ها نیز شامل هشت هفته تمرین پرش عمقی و سه جلسه تمرین یک ساعته در هفته که ۲۰ دقیقه اول گرم کردن شامل نرم دویدن و حرکات کششی و ۱۰ دقیقه پایان هر جلسه سرد کردن با حرکات کششی صورت گرفت. بین هر ست ۳۰ ثانیه و بین هر تمرین دو دقیقه استراحت در نظر گرفته شده بود. این پروتکل تمرین به صورت تعدیل شده از برنامه Myer و Donald استفاده شد (۱۹) که به دلیل غیروزشکار بودن نمونه های پژوهش و جنسیت آن ها برنامه تمرینی گروه ها تعدیل شد ولی حجم تمرین همان میزان تماس پا با زمین در گروه پرش بود.

همچنین برای ارزیابی مشارکت کنندگان در قبل و بعد از دوره تمرینی، از آزمون های تعادل Y جهت ارزیابی تعادل، آزمون پرش عمودی، جهت ارزیابی توان انفجاری پایین تنه و از آزمون های پرش سه گام، جهش جانبی و جهش به شکل 8 جهت

ارزیابی عملکرد حرکتی اندام تحتانی مشارکت‌کنندگان استفاده گردید. برای ارزیابی تعادل، از آزمون Y در سه جهت قدمی، خلفی- داخلی و خلفی- خارجی به طوری که مشارکت‌کننده بر روی پای آسیب دیده می‌ایستاد و حداکثر تلاش برای حداکثر دستیابی در سه جهت با سه مرتبه تکرار استفاده شد. پیش از اجرای آزمون شرکت‌کنندگان تلاش برای دستیابی به حداکثر فاصله در هر جهت را سه مرتبه تمرین کردند و در نهایت میانگین میزان فاصله دستیابی بر اساس فرمول فاصله دستیابی (فاصله ASIS تا قوزک داخلی) تقسیم بر طول پا ضربدر ۱۰۰، نرمال و برای آنالیز در نظر گرفته شد. اگر در حین اجرای آزمون، مشارکت‌کننده دچار خطا (از دست دادن تعادل در حین اجرا، جدا شدن دست‌ها از روی لگن، جدا شدن پاشنه از روی زمین و انتقال وزن روی پای دستیابی) می‌شدند، مجدد تکرار می‌شد (۲۶). نحوه اجرای آزمون پرش عمودی بدین صورت بود که ابتدا مشارکت‌کننده از سمت پای غالب کنار دیوار می‌ایستاد (محل قرار گرفتن پا بر روی زمین از قبل مشخص شده بود). سپس با دست کشیده، به سمت بالا علامتی بر روی دیوار می‌زد تا ارتفاع اولیه مشخص شود. پس از آن با حداکثر تلاش می‌پرید و علامتی بر روی دیوار می‌زد. این پرش، سه مرتبه صورت می‌گرفت. سپس فاصله بین علامت پایه و علامت زده شده در هر پرش، اندازه‌گیری می‌شد و بهترین رکورد به عنوان مقدار ارتفاع پرش عمودی مشارکت‌کننده ثبت می‌گردید (۲۰). ارزیابی عملکرد حرکتی اندام تحتانی با سه آزمون پرش لی لی سه گام، جهش جانبی و جهش به شکل ۸ به صورت زیر انجام شد. پرش لی لی سه گام آزمونی عملکردی است. قبل از اجرای آزمون، اطلاعات مربوط به شیوه اجرای تست توسط محقق به مشارکت‌کننده داده شد. افراد ابتدا این آزمون را برای آشنا سازی انجام دادند سپس آزمون عملکردی پرش لی لی سه گام روی نواری به طول شش متر انجام شد. پس از انجام سه پرش متوالی حداکثر مقدار پرش که با متر نواری اندازه‌گیری شد به عنوان امتیاز مشارکت‌کنندگان ثبت شد (۲۱). برای آزمون جهش جانبی مشارکت‌کنندگان باید فاصله ۳۰ سانتی متری روی زمین را که با ۲ تکه نوار چسب موازی مشخص شده بود، ۱۰ بار به صورت رفت و برگشت بر روی مچ پای آسیب دیده خود جهش کنند. قبل از اجرای آزمون اطلاعات مربوط به شیوه اجرا آزمون توسط محقق به مشارکت‌کننده داده شد. از آن‌ها خواسته شد روی پای آسیب دیده خود با کفش ورزشی و با حداکثر سرعت، فاصله بین دو خط تعیین شده را جهش کنند و در طول آزمون دست‌ها را روی ستیغ خار خاصه خود نگه دارد. رکورد آن‌ها به وسیله کرنومتر با دقت ۰/۰۱ ثانیه ثبت شد. هر مشارکت‌کننده ۱ تا ۳ بار در آزمون شرکت نمود و بهترین زمان به دست آمده برای وی ثبت شد. اگر مشارکت‌کننده در حین اجرای آزمون تعادل خود را از دست می‌داد یا قادر به انجام آزمون نبود، آزمون دوباره تکرار می‌شد. بین هر تکرار ۳۰ ثانیه و بین هر آزمون یک دقیقه زمان استراحت منظور شد (۲۲). آزمون جهش به شکل ۸ در مسیری به شکل هشت لاتین که طول مسیر ۵ متر و عرض آن ۱ متر است، اجرا شد. قبل از اجرای آزمون اطلاعات مربوط به شیوه اجرا آزمون توسط محقق به مشارکت‌کننده داده شد. پس از گرم کردن از آن‌ها خواسته شد روی پای آسیب دیده خود با حداکثر سرعت دوبار مسیر تعیین شده را جهش کنند. رکورد آن‌ها به وسیله کرنومتر با دقت ۰/۰۱ ثانیه ثبت شد. بهترین زمان به دست آمده برای وی ثبت شد. اگر مشارکت‌کننده در حین اجرای آزمون تعادل خود را از دست می‌داد یا قادر به انجام آزمون نبود، آزمون دوباره تکرار می‌شد. بین هر تکرار ۳۰ ثانیه و بین هر آزمون ۱ دقیقه زمان استراحت منظور شد (۲۲). پس از جمع‌آوری اطلاعات و استخراج داده‌ها، نرم افزار آماری SPSS-23 جهت محاسبه و تجزیه تحلیل آمار توصیفی و استنباطی مورد استفاده قرار گرفت. جهت بررسی نرمال بودن اطلاعات از آزمون شاپیرو ویلک و پس از اطمینان نتیجه نرمال بودن، از آمار توصیفی به منظور توصیف شاخص‌های آماری از جمله میانگین و انحراف معیار و در آمار استنباطی از آزمون آنالیز کوواریانس مقایسه‌ای بین نمرات پیش آزمون و پس آزمون گروه‌ها استفاده شد.

یافته‌ها

در پژوهش حاضر، میانگین (انحراف معیار) سن در گروه گواه (۴/۷) ۲۳/۶، گروه پرش (۴/۴) ۲۳ و گروه پرش عمقی (۴/۵) ۲۳/۷ سال بود. همچنین میانگین (انحراف معیار) قد در گروه گواه (۴/۵) ۱۶۳/۵، گروه پرش (۵/۱) ۱۶۴/۹ و گروه پرش عمقی (۵/۱) ۱۶۴/۳ سانتی متر بود. میانگین (انحراف معیار) وزن در گروه گواه (۴/۹) ۶۰/۲، گروه پرش (۶/۰) ۵۹/۸ و گروه پرش عمقی (۶/۶) ۶۳ کیلوگرم بود. ویژگی‌های فردی مشارکت‌کنندگان سه گروه در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

جدول شماره ۱- میانگین و انحراف معیار ویژگی های فردی مشارکت کنندگان

گروه	سن (سال)	قد (سانتی متر)	وزن (کیلوگرم)
(انحراف معیار) میانگین	(انحراف معیار) میانگین	(انحراف معیار) میانگین	(انحراف معیار) میانگین
پرش	۲۳ (۴/۴)	۱۶۴/۹ (۵/۱)	۵۹/۸ (۶/۰)
پرش عمقی	۲۳/۷ (۴/۵)	۱۶۴/۳ (۵/۱)	۶۳ (۶/۶)
گواه	۲۳/۶ (۴/۷)	۱۶۳/۵ (۴/۵)	۶۰/۲ (۴/۹)

با توجه به سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ بین میانگین تعادل دو گروه پرش و پرش عمقی تفاوت معنی داری وجود دارد ($P < 0/001$) و با توجه به اینکه سطح معنی داری در گروه گواه برابر با ۰/۴۳ است تفاوت معنی داری در این گروه مشاهده نمی شود. بالاترین اختلاف میانگین در پیش آزمون تعادل Y مربوط به گروه پرش و پایین ترین اختلاف میانگین مربوط به گروه پرش عمقی و همچنین در پس آزمون بالاترین اختلاف میانگین مربوط به گروه پرش و پایین ترین میانگین مربوط به گروه گواه است (جدول شماره ۲). در گروه پرش میانگین (انحراف معیار) نمره تعادل Y از ۱۲۹ (۵/۴) در پیش آزمون به ۱۳۹/۷ (۷/۳) در پس آزمون افزایش یافت ($P < 0/001$). در گروه پرش عمقی نیز از ۱۲۱/۲ (۶/۳) در پیش آزمون به ۱۲۸/۷ (۳/۴) در پس آزمون افزایش یافت ($P < 0/001$). در گروه گواه نیز از ۱۲۸/۷ (۳/۴) در پیش آزمون به ۱۲۹/۲ (۳/۲) در پس آزمون رسید که تفاوتی نداشت. نتایج نشان داد میزان اثربخشی این پروتکل تمرین در گروه پرش بیشتر از تمرینات پرش عمقی بود.

جدول شماره ۲- آماره های آزمون تعادل Y سه گروه

متغیر	گروه	پیش آزمون (انحراف معیار) میانگین	پس آزمون (انحراف معیار) میانگین	P
گواه		۱۲۸/۷ (۳/۴)	۱۲۹/۲ (۳/۲)	۰/۴۳
پرش	تعادل	۱۲۹ (۵/۴)	۱۳۹/۷ (۷/۳)	< 0/001
پرش عمقی		۱۲۱/۲ (۶/۳)	۱۳۰/۵ (۵/۳)	< 0/001

بین میانگین توان دو گروه پرش و پرش عمقی با توجه به سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵، تفاوت معنی داری مشاهده شد. ($P < 0/001$)، اما سطح معنی داری در گروه گواه برابر با ۰/۸۱ و بزرگ تر از ۰/۰۵ بوده بنابر این تفاوت معنی داری در این گروه دیده نمی شود. بالاترین اختلاف میانگین در پیش آزمون مربوط به گروه گواه و پایین ترین اختلاف میانگین مربوط به گروه پرش عمقی و بالاترین اختلاف میانگین در پس آزمون مربوط به گروه پرش عمقی و پایین ترین اختلاف میانگین مربوط به گروه گواه مشاهده شد (جدول شماره ۳).

جدول شماره ۳- آماره های آزمون پرش عمودی سه گروه

متغیر	گروه	پیش آزمون (انحراف معیار) میانگین	پس آزمون (انحراف معیار) میانگین	P
گواه		۳۰/۶ (۲/۱)	۳۳/۳ (۲/۹)	۰/۸۱
پرش عمودی	پرش	۲۸/۲ (۴/۳)	۳۷/۸ (۶/۵)	< 0/001
پرش عمقی		۲۵/۸ (۴/۰)	۴۰/۴ (۴/۲)	< 0/001

در گروه پرش میانگین (انحراف معیار) نمره پرش عمودی از ۲۸/۲ (۴/۳) در پیش آزمون به ۳۷/۸ (۶/۵) در پس آزمون افزایش یافت ($P < 0/001$) در گروه پرش عمقی نیز از ۲۵/۸ (۴/۰) در پیش آزمون به ۴۰/۴ (۴/۲) در پس آزمون افزایش

یافت ($P < 0/001$). در گروه گواه نیز از $30/6$ ($2/1$) در پیش آزمون به $33/3$ ($2/9$) رسید که تفاوتی نشان نداد. با توجه به یافته‌ها، تمرینات پرش عمقی نسبت به تمرینات پرش مؤثرتر بود.

با توجه به این که سطح معناداری کمتر از $0/05$ بود، بین میانگین آزمون های عملکرد حرکتی در آزمون پرش لی لی سه گام، جهش جانبی و جهش 8 دو گروه پرش و پرش عمقی تفاوت معنا داری وجود دارد ($P < 0/001$) اما با توجه به اینکه سطح معنی داری در گروه گواه بزرگتر از $0/05$ می باشد بنابراین تفاوت معنی داری در این گروه مشاهده نمی شود. در پرش لی لی سه گام، بالاترین اختلاف میانگین در پیش آزمون مربوط به گروه گواه است. بالاترین اختلاف میانگین در پس-آزمون مربوط به گروه پرش و پایین ترین اختلاف میانگین مربوط به گروه گواه و در جهش جانبی، بالاترین اختلاف میانگین در پیش آزمون مربوط به گروه گواه و پایین ترین اختلاف میانگین مربوط به گروه پرش عمقی است. بالاترین اختلاف میانگین در پس آزمون مربوط به گروه پرش و پایین ترین اختلاف میانگین مربوط به گروه پرش عمقی است. در جهش 8، بالاترین اختلاف میانگین در پیش آزمون مربوط به گروه پرش و پایین ترین اختلاف میانگین مربوط به گروه گواه بوده و بالاترین اختلاف میانگین در پس آزمون مربوط به گروه گواه و پایین ترین اختلاف میانگین مربوط به گروه پرش عمقی مشاهده شد (جدول شماره ۴). در گروه پرش میانگین (انحراف معیار) نمره پرش سه گام از $3/7$ ($0/34$) در پیش آزمون به $4/6$ ($0/39$) در پس آزمون افزایش یافت ($P < 0/001$). در گروه پرش عمقی نیز از $3/7$ ($0/39$) در پیش آزمون به $4/4$ ($0/38$) در پس آزمون افزایش یافت ($P < 0/001$). در گروه گواه نیز از $3/9$ ($0/25$) در پیش آزمون به $3/9$ ($0/32$) در پس آزمون رسید ($P = 0/51$) که تفاوتی نداشت. در گروه پرش میانگین (انحراف معیار) نمره جهش جانبی از 25 ($7/7$) در پیش آزمون به $41/6$ ($9/5$) در پس آزمون افزایش یافت ($P < 0/001$). در گروه پرش عمقی نیز از $23/3$ ($4/8$) در پیش آزمون به $36/1$ ($5/7$) در پس آزمون افزایش یافت ($P < 0/001$). در گروه گواه نیز از $26/8$ ($5/4$) در پیش آزمون به 27 ($6/5$) رسید ($P = 0/38$) که تفاوتی نداشت. در گروه پرش میانگین (انحراف معیار) نمره پرش 8 از $7/1$ ($1/1$) در پیش آزمون به $6/1$ ($0/78$) در پس آزمون کاهش یافت ($P < 0/001$). در گروه پرش عمقی نیز از $6/8$ ($0/5$) در پیش آزمون به 6 ($0/5$) در پس آزمون کاهش یافت ($P < 0/001$). در گروه گواه نیز از $6/7$ ($0/35$) در پیش آزمون به $6/8$ ($0/37$) در پس آزمون رسید ($P = 0/69$) که تفاوتی نداشت. نتایج نشان داد میزان اثربخشی این پروتکل تمرین در گروه پرش نسبت به گروه پرش عمقی بیشتر بود.

جدول شماره ۴- آماره های آزمون پرش لی لی سه گام، جهش جانبی و جهش 8 سه گروه

متغیر	گروه	پیش آزمون میانگین (انحراف معیار)	پس آزمون میانگین (انحراف معیار)	P
پرش سه گام	گواه	$3/9$ ($0/25$)	$3/9$ ($0/32$)	$0/51$
	پرش	$3/7$ ($0/34$)	$4/6$ ($0/39$)	$< 0/001$
	پرش عمقی	$3/7$ ($0/39$)	$4/4$ ($0/38$)	$< 0/001$
جهش جانبی	گواه	$26/8$ ($5/4$)	27 ($6/5$)	$0/38$
	پرش	25 ($7/7$)	$41/6$ ($9/5$)	$< 0/001$
	پرش عمقی	$23/3$ ($4/8$)	$36/1$ ($5/7$)	$< 0/001$
جهش 8	گواه	$6/7$ ($0/35$)	$6/8$ ($0/37$)	$0/69$
	پرش	$7/1$ ($1/07$)	$6/1$ ($0/78$)	$< 0/001$
	پرش عمقی	$6/8$ ($0/50$)	6 ($0/52$)	$< 0/001$

بحث

مطالعه نشان داد در گروه پرش میانگین (انحراف معیار) نمره تعادل Y از $(5/4)$ 129 در پیش آزمون به $(7/3)$ $139/7$ در پس آزمون افزایش، در گروه پرش عمقی نیز از $(6/3)$ $121/2$ در پیش آزمون به $(5/3)$ $130/5$ در پس آزمون افزایش یافت. میزان اثربخشی این پروتکل تمرین در گروه پرش بیشتر از تمرینات پرش عمقی بود. در گروه پرش میانگین (انحراف معیار) نمره پرش عمودی از $(4/3)$ $28/2$ در پیش آزمون به $(6/5)$ $37/8$ در پس آزمون افزایش، در گروه پرش عمقی نیز از $(4/0)$ $25/8$ در پیش آزمون به $(4/2)$ $40/4$ در پس آزمون افزایش یافت. با توجه به یافته‌ها، تمرینات پرش عمقی نسبت به تمرینات پرش مؤثرتر بود. در گروه پرش میانگین (انحراف معیار) نمره پرش لی لی سه‌گام از $(0/34)$ $3/7$ در پیش آزمون به $(0/39)$ $4/6$ در پس آزمون افزایش، در گروه پرش عمقی نیز از $(0/39)$ $3/7$ در پیش آزمون به $(0/38)$ $4/4$ در پس آزمون افزایش یافت. در گروه پرش میانگین (انحراف معیار) نمره جهش جانبی از $(7/7)$ 25 در پیش آزمون به $(9/5)$ $41/6$ در پس آزمون افزایش، در گروه پرش عمقی نیز از $(4/8)$ $23/3$ در پیش آزمون به $(5/7)$ $36/1$ در پس آزمون افزایش یافت. در گروه پرش میانگین (انحراف معیار) نمره پرش ۸ از $(1/1)$ $7/1$ در پیش آزمون به $(0/78)$ $6/1$ در پس آزمون کاهش، در گروه پرش عمقی نیز از $(0/5)$ $6/8$ در پیش آزمون به $(0/52)$ 6 در پس آزمون کاهش یافت. نتایج نشان داد میزان اثربخشی این پروتکل تمرین در گروه پرش نسبت به گروه پرش عمقی بیشتر بود. یافته اول تحقیق این بود که هشت هفته برنامه تمرینی پلايومتریک در سطوح مختلف بر تعادل دختران غیروزشکار مبتلا به پیچ خوردگی مچ پا تأثیر مثبتی داشت. این یافته‌ها با نتایج پژوهش‌هایی از جمله پژوهش باقریان و همکاران که به بررسی ارتباط بین ارزیابی‌های عملکرد حرکتی و عناصر عملکرد حسی- حرکتی در ورزشکاران دانشگاهی دارای بی-ثباتی مزمن مچ پا پرداخته بودند و تغییرات بیومکانیکی و نقص‌های حسی- حرکتی در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا گزارش کردند و همبستگی معناداری بین برخی آزمون‌های عملکردی با برخی عملکردهای حسی- حرکتی و بین برخی نقص‌های حرکتی با برخی عملکردهای حسی- حرکتی مشاهده شد، همسو می‌باشد. علاوه بر این برخی نقص‌های حرکتی از روی برخی آزمون‌های حسی- حرکتی پیش‌بینی شدند (۲۳). همچنین پژوهش ذهبی و همکاران نشان داد که بین تعادل در پای سالم و آسیب دیده در مرحله پیش آزمون تفاوت معناداری وجود داشت. بعلاوه در مرحله پس آزمون ۱ و ۲ تفاوت معناداری بین دوبا مشاهده نشد (۲۴). Lin و Huang نشان دادند تمرینات پرش و برنامه تمرینی پلايومتریک می‌تواند منجر به بهبود در تعادل افراد دارای بی‌ثباتی عملکردی مچ پا شود (۲۵). شاید دلیل این همسویی ناشی از مشابهت در روش‌های ارزیابی، ماهیت تمرینات و یا طول دوره تمرینی باشد. اما نتایج این پژوهش، با پژوهش خواجه نعمت و همکاران (۲۰۱۴) که نشان داد تعادل ایستا با چشم بسته و تعادل پویا با هشت هفته تمرینات قدرتی بر تعادل ایستا و پویا مردان سالم تغییرات معناداری ندارد، همسو نمی‌باشد (۲۶). احتمالاً دلیل ناهمسو بودن نتیجه پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌های دیگر، عدم اتفاق نظر در مورد یک پروتکل تمرینی مشخص با مدت، شدت، جنسیت مشارکت‌کنندگان، تعداد جلسات و این که انجام تمرینات در چه مدت و با چه شدتی صورت گرفته، می‌باشد (۲۷). احتمالاً دلیل تأثیر بیشتر تمرینات پرش، افزایش تعادل بیشتر ناشی از تمرینات پرش، تسهیل و همزمان سازی واحدهای حرکتی تند انقباض و بزرگ، تحریک دوک‌های عضلانی، کاهش اثر خودمهارى اندام‌های وتری گلژی و همچنین افزایش در هماهنگی عضلات درگیر در فعالیت‌های هم انقباضی باشد. با تحریک دوک‌های عضلانی، انقباض عضلانی باعث افزایش فعالیت اعصاب و ابران گامای موجود در دوک‌ها می‌شود و افزایش این حساسیت در دوک‌ها حس وضعیت مفصل را بهبود می‌بخشد که در کنترل مفصل تأثیر به‌سزایی دارد (۲۸). یافته دوم تحقیق نشان داد که در مقایسه تمرینات پرش و پرش عمقی، تمرینات پرش عمقی تأثیر بیشتری در توان انفجاری مشارکت‌کنندگان نسبت به تمرینات پرش داشت. افزایش توان در این پژوهش، با پژوهش طاهری همسو می‌باشد. نتایج پژوهش وی نشان داد که ۱۰ هفته برنامه تمرینی ورزش در آب تعادل ایستا، تعادل پویا و توان عضلانی را بهبود می‌بخشد (۲۹). از طرفی با پژوهش Bouteraا و همکاران که به بررسی اثر هشت هفته تمرینات ترکیبی پلايومتریک و تعادلی بر عملکرد ورزشی زنان بسکتبالیست پرداختند و گزارش کردند هیچگونه اختلاف معناداری در میزان توان پرش عمقی در بسکتبالیست‌های زن بعد از هشت هفته تمرین

مشاهده نشد، ناهمسو است (۳۰). مکانیسم احتمالی بهبود بیشتر جامپ ممکن است به علت بهبود سریع تر با شدت بیشتر چرخه کشش-کوتاه شدن، افزایش برون ده نیرو و افزایش میزان توسعه نیرو به وسیله بهبود در سازگاری عصبی-عضلانی، به ویژه افزایش تعداد واحدهای حرکتی و افزایش میزان شلیک عصبی (۳۱ و ۳۲) و بهبود هم زمانی عمل واحدهای حرکتی نسبت به هاپینگ باشد (۳۲). همچنین یافته سوم تحقیق نشان داد عملکرد حرکتی اندام تحتانی در پرش لی لی سه گام و جهش جانبی و جهش به شکل 8 بالاترین میانگین مربوط به تمرینات پرش نسبت به تمرینات پرش عمقی بود. Ismail و همکاران پس از مقایسه تأثیر شش هفته تمرینات پلايومتریک و مقاومتی نشان دادند که تمرینات پلايومتریک باعث بهبود اجرای عملکرد حرکتی ورزشکاران می شود (۳۳). نتیجه پژوهش کریمی زاده و همکاران تفاوت معناداری را میان میانگین خطای مطلق بازسازی زاویه مفصل در ورزشکاران دارای بی ثباتی عملکردی مچ پا در حرکات اینورژن و پلانتر فلکشن پس از اعمال شش هفته برنامه تمرینی پرش گزارش کردند (۳۴). در بررسی فعالیت عضلات اندام تحتانی طی تمرینات عملکردی در بیماران با و بدون ابتلا به بی ثباتی مزمن مچ پا نیز از تست های پرش جانبی استفاده گردید و عضلات مورد مطالعه شامل عضلات تیبیالیس انتریور، پرونئوس لانگوس، لترال گاستروکمیوس، گلوئئوس مدیوس، بایسپس فموریس و رکتوس فموریس بود. نتیجه پژوهش نشان داد پروتکل تمرینات پلايومتریک موجب بهبود اجرای تست های پرش و در نتیجه بهبود کارایی و عملکرد گردید، در حالی است که تغییری در گروه گواه مشاهده نشد (۳۵). پژوهش های انگشت شماری در زمینه تأثیر تمرینات پلايومتریک بر پیچ خوردگی مچ پای دختران غیرورزشکار وجود دارند و پژوهشی که تأثیر برنامه تمرینی پلايومتریک بر تعادل، توان و عملکرد حرکتی اندام تحتانی را با یکدیگر مقایسه کند، یافت نشد. پژوهش هایی نیز بر روی تأثیر تمریناتی از قبیل تمرینات قدرتی، ترکیبی، حس عمقی و عصبی-عضلانی بر فاکتورهایی از جمله تعادل، عملکرد حسی- حرکتی، تغییر در عضلات پلانتر فلکسور و دورسی فلکسور و قدرت عضلات اندام تحتانی صورت گرفته است.

نتیجه گیری

مطالعه نشان داد که هشت هفته برنامه تمرینی پلايومتریک در سطوح مختلف بر تعادل، توان و عملکرد حرکتی اندام تحتانی دختران غیر ورزشکار مبتلا به پیچ خوردگی مچ پا تأثیر داشت. در مقایسه تأثیر دو برنامه تمرینی پرش و پرش عمقی، تمرینات پرش در تعادل تأثیر بیشتری داشت، در توان انفجاری با اثربخشی بیشتر تمرینات پرش عمقی و در عملکرد اندام تحتانی در هر سه آزمون پرش سه گام، جهش جانبی و جهش به شکل 8 با برنامه تمرینی پرش اثربخشی بیشتر تمرینات پرشی نسبت به پرش عمقی مشاهده شد. لذا با توجه به نتایج این پژوهش احتمالاً بتوان پیشنهاد کرد تا مربیان و متخصصان ورزشی و مراکز توانبخشی با توجه به مؤثر بودن این تمرینات در برنامه ورزشی پس از دوره توانبخشی افراد دچار پیچ خوردگی مچ پا، از این تمرینات استفاده کنند. مطالعات بیشتری در زمینه این دو شیوه تمرینی و تأثیر آن ها بر روی سایر متغیرها در افراد مبتلا به پیچ خوردگی مچ پا نیاز است.

تشکر و قدردانی

این مقاله از پایان نامه کارشناسی ارشد استخراج شده است. نویسندگان بر خود لازم می دانند تا از مشارکت کنندگان، اساتید و دوستانی که در این تحقیق مشارکت داشتند، قدردانی نماید. ثبت پروتکل مطالعه کارآزمایی بالینی این پژوهش تحت عنوان مقایسه تأثیر هشت هفته برنامه تمرینی پلايومتریک در سطوح مختلف بر تعادل، توان و عملکرد حرکتی اندام تحتانی دختران غیر ورزشکار مبتلا به پیچ خوردگی مچ پا در مرکز ثبت کارآزمایی بالینی ایران به شماره IRCT20200125046257N1 و با کد اخلاق IR.SBU.REC.1398.033 از دانشگاه شهید بهشتی تأیید شد.

تعارض در منافع

نویسندگان اظهار می دارند هیچ گونه تعارض منافی در مورد این مقاله وجود ندارد.

REFERENCES

- 1-Azhdardor M, Tabatabaei S. Relationship between musculoskeletal disorders and quality of Life in employees of selected hospitals in Golestan province. Iran J Ergon. 2019;6(4):30-36 (Full Text in Persian).
- 2-Bhashkeran D, et al. The Effect of a combined inversion and plantarflexion surface on ankle kinematics and EMG activities in landing". Journal of Sport and Health Science 2015; 4(4):377-383.
- 3-Yalifani A, Sharifi M, Raeisi Z. Comparison of two methods exercise on water and land environment to improve pain, function, static and dynamic balance of people with chronic ankle sprains. journal of sport medicine. 2015;7(2):175-191. (Full Text in Persian)
- 4- Hoch MC, Staton GS, Medina McKeon JM, Mattacola CG, McKeon PO. Dorsiflexion and dynamic postural control deficits are present in those with chronic ankle instability. Journal of Science and Medicine in Sport. 2012;15(6):574-579
- 5- Prentice W. Rehabilitation technique for sport medicine and athletic training, 5th Ed. McGraw Hill Pulications. 2011. P 127-300
- 6- Kavanagh J.J, Bisset L.M, Tsao H. Deficits in reaction time due to increased motor time of peroneus longus in people with chronic ankle instability. Journal of Biomechanics. 2012;45(3):605-608
- 7- Puokazemi F, Hiller CE, Raymond J, Nightingale EJ, Refshauge KM. Predictors of chronic ankle instability after an index lateral ankle sprain: A systematic review. Journal of Science and Medicine in Sport. 2014;32(2):568-571
- 8- Stojanovic E, Ristic V, McMaster DT, Milanovic Z. Effect of Plyometric training on Vertical Jump Performance in Female Athletes. A Systemic Review and Meta-Analysis. Sport Medicine. 2017;47(5):975-86.
- 9- Clark M, Lucett S. National academy of sport medicine NASM essentials of corrective exercise training. 1st ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health; 2010.P. 253-268.
- 10- Tveter AT, Holm I. Influence of thigh muscle strength and balance on hop length in one-legged hopping in children aged 7-12 years. Gait Posture. 2010;32(2):259-262
- 11- Poorkiani M, Letafatkar A, Hadadnejad M, Shojaedin SS. Effectiveness of eight weeks of progressive Jump-Landing Exercises on Performance and Dynamic Balance of Young Footballers at the Risk of Anterior Cruciat Ligament Injury. J Rehab Med. 2018;7(3):59-68. (Full Text in Persian)
- 12- Jain TK, Wauneka CN, Liu W. The effect of balance training on ankle proprioception in patients with functional ankle instability. Journal of Foot and Ankle Research. 2014;7(1):37.
- 13- Afifi M, Hinrichs RN. A mechanics comparison between landing from a countermovement jump and landing from stepping off a box. Journal of Applied Biomechanics. 2012;28(1):110-119. (In Persian).
- 14- Keiner M, Sander A, Wirth K, Schmidtbleicher D. The impact of 2 years of additional athletic training on the jump performance of young athletes. Science and Sports, 2013; 29(4):39-46
- 15- Farzaneh S, Daneshmandi H, Rajabi R, Mohammadpour S. Neuromuscular and biomechanical risk factors associated whit ACL injury in female athletes. Sci J Kurdistan Univ Med Sci. 2013;18(3):112-123. (Full Text in Persian).
- 16- Arendt EA. Musculoskeletal injuries of the knee: Are females at greater risk? Journal of Minnesota Medicine. 2007;90(6):38-40
- 17- Haji-Maghsoudi M, Naseri N, Nourizadeh S, Jalaly S. Evidence of reliability for Persian version of the "Cumberland Ankle Instability Tool CAIT" in Iranian athletes with lateral Ankle Sprain. Jrehab. 2016;16(4): 304-311
- 18- Abbasi H, Alizadeh MH, Daneshmandi H, Barati AH. Comparing the Effect of Functional, Extra-Functional and Combined Exercises on Dynamic Balance in Athletes with Functional Ankle Instability. Journal of Sport Medicine Studies. 2015;7(17):15-34
- 19- Donald A.Chu, Myer D. Gregory. Plyometrics. 2nd ed. Human Kinetics Australia. P.P 181-206
- 20- Swearingen J, Lawrence E, Stevens J, Jackson C, Waggy C, Davis DS. Correlation of single leg vertical jump, single leg hop for distance, and single leg hop for time. J of Physical Therapy in Sport. 2011;12(4):194-198
- 21- Baldon R, Lobato DFM, Carvalho LP, Wun PYL, Serrao FV, Santiago PRP. Effect of functional stabilization training on lower limb Biomechanics in Women. J of Med Sci Sport Exercise. 2012;44(1):135-145
- 22- Hasanpour A, Ghotbi N, Naseri N, Jalaei S. Pilot study of lower extremity dynamic balance in football, handball and taekwondo athletes: a comparison with functional tests. Journal of Modern Rehabilitation. 2014;8(1):72-80. (Full Text in Persian).

- 23- Bagherian S, Rahnama N, Vikstrom E, Clark M. Relationships between functional movement assessments and elements of sensorimotor function in collegiate athletes with chronic ankle instability. *Journal rehab med.* 2018;7(2):138-147. (Full Text in Persian).
- 24- Zahbi A, Mohamadjani M, Alirezaei- Noghondar F, Hashemi- Javaheri SA. A follow-up study on the effect of neuromuscular Training on asymmetry of balance in athletes with chronic ankle instability. *J Saf Promot Inj Prev.* 2017;5(3):140-7.
- 25- Huang P, Lin C. Effects of balance training combined with plyometric exercise in postural control: Application in individuals with functional Ankle instability. 31st ed. Singapore: IFMBE; 2010. P 232-235.
- 26- Khajeh-Ne'mat K, Sadeghi H, Sahebazamani M. The Effect of 8 Week of Strength training on Static and Dynamic Balance in Healthy Men. *Journal of Sport Medicine.* 2014;6(1):45-55
- 27- Khodabakhshi M , Ebrahimi-Atri A , Hashemi-Javaheri SA , Zandi M , Khanzadeh R. The Effect of 5 Weeks Proprioceptive Training on Basketball Players' Dynamic Balance Inflicted with Chronic Ankle Sprain. 2014;15(3):44-51
- 28- Zebis MK, Bencke J, Andersen LL, Dossing S, Alkjaer T, Magnusson SP, Kjaer M, Aagaard P. The effects of neuromuscular training on knee joint motor control during side cutting in female elite soccer and handball players. *Clin J Sport Med.* 2008;18(4):329-337
- 29- Taheri M, Mirmoezzi M, Sabbaghi M. Effects of aquatic on balance and preventing of Fall among healthy Elderly Men. *J Saf Promot Inj Prev.* 2018;6(3):144-51.
- 30- Bouteraa I, Negra Y, Shephard, Roy J, Chelly, Souhaïel M. Effect of combined Balance and Plyometric training an Athletic Performance in Female Basketball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2020;34(7):1967-1973
- 31- Markovic G, Mikulic P. Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower extremity plyometric training. *Sport Med.* 2010;40(10):859-895
- 32- Chelly M S, Ghenem M A, Abid K, Hermassi S, Tabka Z, Shephard RJ. Effects of in season short-term plyometric training program on leg power, jump and sprint performance of soccer players. *J Strength Conditioning Research.* 2010;24(10): 2670-2676
- 33- Ismail MM, Ibrahim MM, Youssef EF, Shorbagy KM. Plyometric training versus resistive exercises after acute lateral ankle sprain. *Foot Ankle Int.* 2010;31(6):523-530
- 34- Karimizadeh AM, Alizadeh MH, Ebrahimi TA. The effect of six weeks of doping exercises on the sensory joint condition of athletes with functional instability of the ankle. *Research in Rehabilitation Sciences.* 2013;9(3):540-552. (Full Text in Persian)
- 35- Feger MA, Donovan L, Hart JM, Hertel J. Lower extremity muscle activation during functional exercises in patients with and without chronic ankle instability. 2014;6(7):602-611