Journal of
Sport Sciences & Health Promotion

The Effect of Fatigue on the Time to Stability of Female Gymnasts with Dynamic Knee Valgus during the Landing Task

Maryam Akbariyeh Kaleybar
Faculty of Physical Education and Sport Sciences University of Allame Tabatabi Tehran Iran, maryamakbariyeh1994@yahoo.com
Farideh Babakhani
Assistant Professor, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Allameh Tabataba'i University, farideh_babakhani@yahoo.com
Amir Shamlou Kazemi*
Faculty of Physical Education and Sport Science University of Guilan, Rasht, Iran, amir.sh1959@yahoo.com
Ramin Baloochi
Department of Health and Corrective Exercise, School of Physical Education and Sport Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran, ramin.baloochi@yahoo.com

Abstract

Objective: Landing is one of the tasks that is performed in many sports skills, and the most common cause of lower limb injuries is in sports in which jumping-landing movements are performed repeatedly. In this situation, fatigue is one of the components that can affect various parameters of the landing movement. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of fatigue on the time to reach stability of female gymnasts with dynamic knee valgus during the landing task.

Research Method: The current research was semi-experimental with a pre-test-post-test design. For this purpose, 21 female gymnasts with dynamic knee valgus were selected through targeted and accessible sampling. The time to reach stability in these people before and after the fatigue protocol was measured by force plate device. SPSS version 25 software and dependent t statistical method were used for data analysis at a significance level of $\alpha \geq 0.05$.

Findings: The results of the present research showed a significant difference in the variable of time to reach stability before and after fatigue in the vertical (0.016) and anterior-posterior (0.046) direction. However, no significant difference was observed in the internal-external direction (0.17).

Conclusion: The results showed that plyometric fatigue has a significant difference on the time to reach stability in gymnasts with dynamic knee valgus in the vertical and anterior-posterior directions, and people with dynamic knee valgus are at risk of being vulnerable due to fatigue during landing.

Keyword: Fatigue, Time to Stability, Dynamic Knee Valgus, Gymnastics, Landing Task.
Research Article

Cite this article: Akbariyeh Kaleybar, Babakhani, Shamlou Kazemi & Baloochi (2023) The Effect of Fatigue on the Time to Stability of Female Gymnasts with Dynamic Knee Valgus during the Landing Task, Vol.1, NO.1, Fall & Winter 2023, 177-187.
DOI: 10.30479/sshp.2023.18420.1003
Received on 12 February, 2023 **Accepted on** 19 July, 2023
© The Author(s).
Publisher: Imam Khomeini International University.
Corresponding Author: Amir Shamlou Kazemi (amir.sh1959@yahoo.com)

فصلنامه علمی پژوهشی
علوم ورزشی و ارتقاء سلامت

بررسی تاثیر خستگی روی زمان رسیدن به پایداری دختران ژیمناست دارای والگوس داینامیک زانو طی تکلیف فرود

مریم اکبریه کلیبر

کارشناسی ارشد آسیب شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران،
maryamakbariyeh1994@yahoo.com

فریده باباخانی

استادیار گروه آسیب شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران،
farideh_babakhani@yahoo.com

امیر شاملوکاظمی

دانشجوی دکترای تخصصی آسیب شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران،
amir.sh1959@yahoo.com

رامین بلوچی

دانشیار گروه آسیب شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران،
ramin.baloochi@yahoo.com

چکیده

هدف: فرود یکی از تکالیفی است که در بسیاری از مهارت های ورزشی اجرا می شود و بیشترین عامل شیوع آسیب های اندام تحتانی در ورزش هایی است که در آن ها حرکت پرش- فرود به طور مکرر انجام می شود. در این شرایط خستگی یکی از مولفه هایی است که می تواند بر پارامترهای مختلف حرکت فرود تاثیرگذار باشد. از این رو هدف از مطالعه حاضر بررسی تاثیر خستگی روی زمان رسیدن به پایداری دختران ژیمناست دارای والگوس داینامیک زانو طی تکلیف فرود بود.

روش بررسی: تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی و با طرح پیش آزمون- پس آزمون بود؛ به این منظور ۲۱ ورزشکار ژیمناست دختر دارای والگوس داینامیک زانو از راه نمونه گیری هدفمند و در دسترس انتخاب شدند. زمان رسیدن به پایداری در این افراد قبل و پس از پروتکل خستگی به وسیله دستگاه صفحه نیرو اندازه گیری شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS نسخه ۲۵ و روش آماری تی وابسته در سطح معناداری $\alpha \leq ۰/۰۵$ استفاده شد.

یافته ها: نتایج تحقیق حاضر تفاوت معنا داری در متغیر زمان رسیدن به پایداری قبل و پس از خستگی در جهت عمودی (۰/۰۱۶) و قدامی-خلفی (۰/۰۴۶) را نشان داد. اما در جهت داخلی-خارجی (۰/۱۷) تفاوت معنا داری مشاهده نشد.

نتیجه گیری: نتایج نشان داد که خستگی پلایومتریک بر روی زمان رسیدن به پایداری در ژیمناست های دارای والگوس داینامیک زانو در جهت عمودی و قدامی-خلفی تفاوت معنی داری دارد و افراد با والگوس داینامیک زانو در معرض خطر آسیب پذیری در اثر خستگی هنگام فرود هستند.

واژگان کلیدی: خستگی، زمان رسیدن به پایداری، والگوس داینامیک زانو، ژیمناستیک، تکلیف فرود.

مقاله پژوهشی

*استناد: اکبریه کلیبر، باباخانی، شاملوکاظمی و بلوچی (۱۴۰۲) بررسی تاثیر خستگی روی زمان رسیدن به پایداری دختران ژیمناست دارای والگوس داینامیک زانو طی تکلیف فرود، دوفصلنامه علوم ورزشی و ارتقاء سلامت، مقاله پژوهشی، دوره ۱، شماره ۱، پیاپی ۱، پاییز و زمستان ۱۴۰۲، ۱۷۷-۱۸۷.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۱۱/۲۳ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۲/۴/۲۸

ناشر: دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره) © حق مؤلف نویسندگان

مقدمه

ژیمناستیک ورزش پایه برای تمامی رشته های ورزشی است (کین، ۲۰۱۳). ژیمناست ها در طول دوره آموزش و تمرین روزانه، بیش از ۱۰۰ بار تکلیف پرش و فرود را اجرا می کنند که بیشتر این فرودها نیز بر روی یک پا انجام می شود و در نتیجه نیروهای زیادی به مفصل زانو منتقل می شود (اوریشیمو، ۲۰۰۹). در ژیمناستیک، یک فرود موفقیت آمیز می تواند تفاوت بین برد و باخت را ایجاد کند. هرگونه قدم یا عدم ثبات، نوسان زیاد بازو یا از دست دادن تعادل می تواند منجر به کسر امتیاز شود (تاکی، ۱۹۹۸: ۱۹۰-۲۱۰). استراتژی های فرود ژیمناست و مشخصات تشک فرود به عنوان عوامل کلیدی در اتلاف نیروها در هنگام فرود مشخص شده اند (میلز، ۲۰۰۹: ۶۷۱-۶۷۸). با ترکیب این الگوهای حرکتی با نیروهای زیاد تولید شده در هنگام فرود و تعداد تکرارهای انجام شده، به نظر می رسد که این جمعیت در معرض خطر آسیب های اندام تحتانی قرار دارند (اوریشیمو، ۲۰۰۹). در واقع فرود نیروهایی را به بدن تحمیل می کند که باید در درجه اول توسط اجزای اسکلتی عضلانی اندام تحتانی جذب شود و اگر نیروهای وارده به بدن خیلی زیاد شوند، ممکن است آسیب ببیند(دوفک، ۱۹۹۰: ۳۷۰-۳۷۷).

یکی از الگوهای غلط اندام تحتانی، والگوس زانو یا والگوس در اندام تحتانی می باشد(ویندو، ۲۰۱۸: ۱-۶). والگوس داینامیک زانو، در ۳ صفحه حرکتی رخ می دهد و شامل چرخش داخلی و ادداکشن استخوان ران و افت همزمان لگن طرف مقابل می باشد (دیشیاوی، ۲۰۱۹: ۲۱۶-۲۱۸). والگوس داینامیک زانو هنگام اجرای آزمون، معمولاً به صورت پاسچر زانوی ضربدری، در زمان کاهش شتاب و فرود پدیدار می شود (شاه حیدری، ۲۲۰۱۸: ۳۵-۵۱). به طور کلی و بدون در نظر گرفتن اینکه عامل اصلی ایجادکنندهٔ والگوس داینامیک زانو، عدم تعادل عضلانی در ران یا مچ پاست، حرکت بیش ازحد زانو در صفحهٔ فرونتال حین فعالیت های ورزشی عامل شناخته شده ای برای بسیاری از آسیب های حاد و مزمن زانوست (سیگوارد، ۲۰۰۸: ۶۶۱-۶۶۷).

یکی از عواملی که می‌تواند عملکرد ورزشکار را تحت تأثیر قرار دهد، خستگی است. خستگی از فاکتورهای اصلی افزایش نرخ آسیب در اندام تحتانی به ویژه در مفصل زانو به شمار می‌آید (رازی، ۲۰۱۸: ۱-۱۰). بر اساس مطالعات اپیدمیولوژیک انجام گرفته در این زمینه، بسیاری از آسیب ها به خصوص در اندام های تحتانی در انتهای مسابقه یا تمرین یعنی زمانی که خستگی حادث شده است، رخ می دهند (مک لین، ۲۰۰۷: ۵۰۲-۵۱۴). در این زمینه مطالعات به بررسی تاثیرخستگی بر بیومکانیک حرکت های مختلف ورزشی پرداخته اند که از آن جمله می توان به فرود از ارتفاع (ژانگ، ۲۰۱۸)، اشاره کرد.

حرکات پرش- فرود در بسیاری از رشته های ورزشی انجام می شود. بسیاری از آسیب های ورزشی حین فرود آمدن اتفاق می افتد (داوکاس، ۲۰۱۹). در واقع نیروی عکس العمل زمین در

حین فرود، گاهی تا پنج برابر وزن بدن فرد می رسد که می تواند به عنوان ریسک فاکتوری در این زمینه در نظر گرفته شود (موسکه، ۲۰۱۹). در مطالعه ای در این زمینه گزارش کردند که ۶۳ درصد آسیب های اندام تحتانی در رقابت هایی مشاهده شده است که دارای پرش–فرود می باشند و در نهایت به این نتیجه رسیدند که فرود موفق پس از پرش، به قدرت، پایداری و تعادل جهت محافظت اساسی در برابر آسیب مفصل نیاز دارد و توانایی رسیدن سریع به پایداری پس از فرود یکی از عوامل مهم در جلوگیری از آسیب های مختلف است (زامپوری، ۲۰۱۸). زمان رسیدن به پایداری مدت زمانی است که طول میکشد تا فرد بعد از پرش به حالت پایدار برگردد (داوکاس، ۲۰۱۹). زمان رسیدن به پایداری شاخصی از پایداری داینامیکی است که پایداری داینامیکی را در حرکت پرش–فرود ارزیابی می کند و بعنوان توانایی افراد جهت حفظ تعادل و به حداقل رساندن نوسان پاسچر طی انتقال از یک حالت داینامیکی به یک حالت ایستا تعریف می شود، بنابراین یک تست کاملا عملکردی می باشد (گریبل، ۲۰۰۹). از این رو سطح خستگی بیشتر همراه با افزایش والگوس داینامیک زانو، ممکن است ورزشکاران را در معرض خطر بیشتری از آسیب لیگامنت متقاطع قدامی قرار دهد (هانیکات، ۲۰۲۰). خستگی ناشی از تمرین باعث افزایش والگوس داینامیک زانو در ورزشکاران جوان می شود. ورزشکاران زن و افراد با سن بیشتر هم بیشترین تأثیر را گزارش داده اند (فیدایی، ۲۰۲۰: ۲۱۴–۲۲۲).

با توجه به اهمیت بررسی تاثیر خستگی بر متغیر زمان رسیدن به پایداری حین انجام حرکات مختلف ورزشی که شامل فرود می شوند، تا جایی که می دانیم مطالعه ای به بررسی تاثیر خستگی روی زمان رسیدن به پایداری دختران ژیمناست با و بدون والگوس داینامیک زانو طی تکلیف فرود نپرداخته است، در نتیجه هدف از مطاله حاضر بررسی تاثیر خستگی بر زمان رسیدن به پایداری حین انجام حرکت فرود از ارتفاع بوده است.

روش بررسی

آزمودنی های مطالعه حاضر شامل ۲۱ دختر ژیمناست کار دارای والگوس داینامیک زانو (سن: ۲۳/۱۴ سال، قد: ۱۶۵/۹۸ سانتی متر و وزن: ۵۵/۱۳ کیلوگرم) بودند که سابقه حداقل ۳ سال فعالیت، هفته ای ۴ جلسه فعالیت مداوم در این رشته، در سطح شهر تبریز را داشتند. این افراد به صورت داوطلبانه در این تحقیق حضور داشتند. روش نمونه گیری پژوهش حاضر از نوع نمونه گیری هدفمند و در دسترس بود. با استفاده از نرم افزار G*Power، حجم نمونه حداقل ۲۱ نفر برآورد شد، با توان آماری ۰/۸ و اندازه اثر ۰/۸ در سطح معنی داری (۰/۰۵ برای آزمون تی وابسته). این افراد هیچگونه سابقه شکستگی، جراحی، آسیب های ورزشی یا غیر ورزشی در ۶ ماه گذشته در اندام تحتانی و همچنین سابقه ابتلا به بیماری هایی که با ضعف تعادل همراه باشد را نداشتند. برای تعیین پای برتر و غیر برتر توپی در مقابل آزمودنی ها قرار داده شد و از آن ها

خواسته شد توپ را به دورترین نقطه ممکن شوت کنند، پایی که شخص با آن شوت کرد پای برتر و پایی که روی آن ایستاد پای غیر برتر بود (پنگ، ۲۰۱۱).

پیش از انجام پروتکل خستگی آزمودنی ها به مدت ۱۰ دقیقه به حرکات کششی و گرم کردن پرداختند و از آن ها خواسته شد تا ۳ تکرار حرکت پرش- فرود و همینطور فرود از سکوی ۴۰ سانتی متری را چند بار انجام دهند تا با شرایط و نحوه اجرای آزمون آشنا گردند. آزمون فرود از ارتفاع ۴۰ سانتی متری روی دستگاه صفحه نیرو توسط آزمودنی ها قبل از انجام پروتکل خستگی انجام شد. در این شرایط آزمودنی خود را از یک سکوی ۴۰ سانتی متری که در فاصله ۲۰ سانتی‌متری از فورس پلیت قرار داده شده بود با پای برهنه رها کرده و در مرکز صفحه نیرو به صورت تک پا فرود آمد. به محض استقرار، دست ها را در ناحیه لگن قرار داد، سر را بالا نگه داشته و روبرو را نگاه کرد و سعی کرد تعادلش را حفظ نماید. آزمودنی تا رسیدن به ثبات کامل و بی حرکت شدن بدن این حالت را نگه می‌داشت. برای خستگی آزمودنی ها از برنامه تمرینی پلیومتریک استفاده شد (جدول ۱).

جدول ۱. برنامه یک جلسه تمرین پلیومتریک

حرکت	لی لی پای راست (۱۰ متر)	لی لی پای چپ (۱۰ متر)	پرش عمودی تک پا جلوی پله با تعویض پا	پرش پای راست از روی پله (از جلو)	پرش پای چپ از روی پله (از جلو)	پرش پای راست از روی پله (از پهلو)	پرش پای چپ از روی پله (از پهلو)	پرش پای راست از روی پله (از پشت)	پرش پای چپ از روی پله (از پشت)
ارتفاع پله ۳۰سانتی متر	۲	۲	۲×۱۰	۲×۱۰	۲×۱۰	۲×۱۰	۲×۱۰	۲×۱۰	۲×۱۰

جهت بررسی میزان آسیب ناشی از یک جلسه پروتکل خستگی پلیومتریک، در حین انجام پروتکل، سوالاتی مبنی بر ایجاد دردهای مفصلی و عضلانی از آزمودنی ها پرسیده شد و هیچ یک از آزمودنی ها از دردهای مفصلی و عضلانی شکایت نکردند. این پروتکل سه بار انجام شد و بین ست ها دو دقیقه استراحت در نظر گرفته شد (شمیلوکسی، ۲۰۱۶). پس از اینکه آزمودنی به واماندگی رسید بلافاصله حرکت فرود از ارتفاع را مانند پیش آزمون روی دستگاه صفحه نیرو انجام داد. در هر بار اندازه گیری از آزمودنی سه حرکت فرود ثبت شد و در ادامه مورد آنالیز قرار گرفت. اطلاعات مولفه زمان رسیدن به پایداری با استفاده از دستگاه صفحه نیرو (Force Plateمارک Kistler هلند با فرکانس نمونه برداری ۱۰۰۰ هرتز اندازه گیری شد. پس از جمع آوری اطلاعات، برای کاهش نویز داده ها از فیلتر باترورث پایین گذر با اختلاف فاز صفر مرتبه چهار با فرکانس قطع (Cut-off Frequency) ۲۰ هرتز استفاده شد و اطلاعات نیرو نسبت به وزن آزمودنی نرمال سازی شد. سپس پارامتر زمان رسیدن به پایداری (Time to Stabilization; TTS) محاسبه شد. برای محاسبه میانگین و انحراف استاندارد قد، وزن و سن از آمار توصیفی استفاده شد. به کمک آزمون شاپیرو ویلک نرمال بودن توزیع داده ها را مورد

بررسی قرار دادیم. از آزمون تی وابسته برای مقایسه پیش آزمون و پس آزمون استفاده شد. برای محاسبات آماری از نرم افزار SPSS نسخه ۲۵ با سطح معناداری α=۰۵/۰ استفاده شد.

یافته‌ها

اطلاعات گروه مورد مطالعه، مانند وزن بدن، قد، و شاخص توده بدنی (BMI) در جدول زیر خلاصه شده است (جدول ۲)، نتایج آزمون شاپیرو ویلک جهت بررسی نرمال بودن داده ها در (جدول ۳) و میانگین و انحراف معیار پارامتر های برآورد شده به دست آمده از اطلاعات فورس پلیت قبل و بعد از خستگی در (جدول ۴) ارائه شده است.

جدول۲. ویژگی های آنتروپومتریکی آزمودنی ها در گروه تجربی

پارامتر	گروه	میانگین±انحراف معیار	مقدارp-
سن (سال)	تجربی	۱,۵۴±۲۳,۱۴	۰,۰۹
قد (سانتی متر)	تجربی	۶,۱۰±۱۶۵,۹	۰,۱۶
وزن (کیلوگرم)	تجربی	۳,۴۴±۵۵,۱۳	۰,۳۳
BMI	تجربی	۰,۷۶±۲۰,۴۲	۰,۲۵

جدول ۳. آزمون شاپیرو ویلک جهت بررسی نرمال بودن داده ها

پارمتر	مولفه	آماره شاپیرو ویلک	– مقدارp
زمان رسیدن به پایداری (ثانیه)	عمودی	۰/۹۱۳	۰/۷۰۶
	قدامی–خلفی	۰/۱۱۴	۰/۶۷۰
	داخلی–خارجی	۰/۵۲۸	۰/۸۲۶

جدول ۴. آزمون تی وابسته برای مقایسه درون گروهی متغیر زمان رسیدن به پایداری

پارامتر	مولفه	قبل خستگی میانگین±انحراف معیار	بعد از خستگی میانگین±انحراف معیار	tآماره	–مقدارp
زمان رسیدن به پایداری (ثانیه)	عمودی	۱/۰±۸۷/۴۶	۲/۰±۱۳/۶۵	–۱۰/۱۶	*۰/۰۱۶
	قدامی–خلفی	۱/۰±۸۴/۹۸	۲/۱±۰۳/۰۸	–۹/۶۳	*۰/۰۴۶
	داخلی–خارجی	۲/۱±۲۰/۳۶	۲/۱±۳۷/۶۴	–۱/۵۱	۰/۱۷

بر اساس یافته های مطالعه حاضر در مورد تحلیل زمان رسیدن به پایداری بعد از خستگی در مولفه عمودی و قدامی–خلفی به طور معنی داری (p<0/05) بیشتر از حالت قبل از خستگی بود.

بحث و نتیجه گیری

هدف از این پژوهش، بررسی تاثیر خستگی روی زمان رسیدن به پایداری دختران ژیمناست دارای والگوس دینامیک زانو طی تکلیف فرود بود. با توجه به نتایج (جدول۴) متغیر زمان رسیدن به پایداری در جهت عمودی و قدامی–خلفی دارای تفاوت معنی قبل و پس از خستگی در گروه تجربی می باشد. نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق نصرآبادی و همکاران همسو بود (نصرآبادی، ۲۰۲۰: ۶۲–۷۰). نتایج تحقیق نصرآبادی نشان داد که زمان رسیدن به پایداری در حالت بعد از خستگی به طور معنی داری بیشتر از حالت قبل از خستگی در مردان جوان سالم فعال حین انجام حرکت فرود بود. برایزن و همکاران در مطالعات خود زمان رسیدن به پایداری قبل و بعد از انجام پروتکل خستگی را مورد آزمون قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که اختلاف

معنی داری بین میانگین زمان رسیدن به پایداری قبل و بعد از خستگی در راستای قدامی - خلفی وجود داشت که با نتایج تحقیق حاضر همسو بود (برازن، ۲۰۱۰: ۲۸۶-۲۹۲).

یکی از نکات مهمی که مطالعات مختلف به آن اشاره کرده اند، احتمال بروز آسیب های اندام تحتانی حین انجام حرکات فرود از ارتفاع یا پرش – فرود به دنبال ایجاد خستگی است (موير، ۲۰۰۵: ۱۴۰-۱۴۵). در این زمینه خستگی به عنوان یک ریسک فاکتور برای بروز آسیب‌های اندام تحتانی همچون آسیب‌های لیگامان صلیبی قدامی (موير، ۲۰۰۵) گزارش شده است و دلیل اصلی آن را احتمالاً تغییرات بیومکانیکی حرکت به دنبال خستگی یا مکانیزم های جبرانی سیستم عصبی مرکزی دانسته اند (داوکاس، ۲۰۱۹؛ موير، ۲۰۰۵؛ بوهام، ۲۰۱۳؛ اگرس، ۲۰۱۹: ۱۴۸۰-۱۴۸۷). برای مثال در زمینه مکانیزم های جبرانی به دنبال خستگی پادوآ و همکاران اشاره کرده است که در طول انقباض بیشینه عضله چهارسر رانی، هم انقباضی عضلات همسترینگ برای حفظ ثبات دینامیک زانو و پیشگیری از نیروهای برشی وارد بر لیگامان صلیبی قدامی ضروری است و خستگی باعث فعال شدن زود هنگام عضله چهارسر رانی و تأخیر در فعال شدن عضلات همسترینگ می‌شود و این تاخیر در فراخوانی عضلات همسترینگ باعث جابجایی قدامی درشت نی شده و در نتیجه باعث انتقال بار نامناسب و غیر قابل کنترل به مفصل زانو شده و فرد را در معرض بروز آسیب لیگامان صلیبی قدامی قرار می دهد (پادوآ، ۲۰۰۶: ۲۹۴-۳۰۴). در مطالعه دیگر نتایج نشان داد که هنگام انجام حرکت پرش – فرود افراد پس از خستگی بیشتر به راهبردهای مچ محوری روی می‌آورند و به عضلات مچ پا بیشتر از عضلات زانو متکی می شوند و به نظر می‌رسد این امر پایداری زانو را کاهش و احتمال آسیب لیگامان صلیبی قدامی را افزایش می دهد (داوکاس، ۲۰۱۹).

فرود پس از پرش یک وظیفه معمول در فعالیت های ورزشی است که به ثبات پویا نیاز دارد (پاپاس، ۲۰۰۷). کنترل عصبی عضلانی نقش مهمی در پایداری پویای مفاصل دارد. کنترل عصبی عضلانی را می توان به عنوان فعال سازی محدودیت های دینامیکی در آماده سازی و پاسخ به حرکت و بارگذاری مفاصل برای حفظ و پایداری ثبات عملکردی مفاصل تعریف کرد (شاو، ۲۰۰۸: ۱۶۴-۱۷۱). زمان رسیدن به پایداری یک اندازه گیری از کنترل عصبی عضلانی است که در آن از مقادیر صفحه نیرو برای پایداری پویای پاسچر در فعالیت های پرش – فرود استفاده می شود. زمان رسیدن به پایداری همچنین برای ارزیابی تاثیر خستگی بر حس عمقی و کنترل عصبی عضلانی بکار می رود (وبستر، ۲۰۱۰: ۵۸۰-۵۸۵). طولانی شدن زمان رسیدن به پایداری و ثبات، این نکته را نشان می دهد که واکنش بدن برای دست یابی به ثبات با تاخیر همراه است و کنترل پاسچر در هنگام فرود پس از پرش با مشکل مواجه می باشد(برازن، ۲۰۱۰؛ شاو، ۲۰۰۸). زمان رسیدن به پایداری عبارت است از مدت زمانی که طول می کشد تا فرد بتواند نیروهای عکس العمل زمین در جهت های عمودی، داخلی– خارجی و خلفی– قدامی را به حد

متعارف ایستادن برساند. توانایی رسیدن به پایداری سریع، بطور کلی بعنوان یک ویژگی مثبت و محافظت کننده دیده می شود (راس، ۲۰۰۵). با توجه به اینکه تاکنون مطالعه ای در این زمینه انجام نگرفته است، انجام مطالعات تکمیلی در این زمینه ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به یافته‌های این تحقیق چنین به نظر می‌رسد که دختران ژیمناست دارای والگوس داینامیک زانو پس از بروز خستگی دیرتر به پایداری می رسند. پیشنهاد می شود در مطالعات آینده به بررسی تاثیر پروتکل خستگی اختصاصی برای رشته ژیمناستیک پرداخته و یا یک جلسه تمرینی را به عنوان خستگی در نظر بگیرند، زیرا نتایج به دست آمده در پی همچین اقدامی می تواند نزدیکتر به واقعیت رشته ژیمناستیک باشد. اگرچه نمونه آماری مورد نظر، سطح فعالیت، سن، رشته ورزشی و جنسیت افراد می تواند در این امر تاثیر گذار باشد.

این مطالعه دارای محدودیت های زیر بود. اول اینکه ما در این مطالعه به دلیل نبود پروتکل خستگی تخصصی برای رشته ژیمناستیک، از پروتکل خستگی تمرینات پلایومتریک استفاده کردیم. دوم اینکه به دلیل اندازه گیری های پیش آزمون و پس آزمون در یک جلسه و پشت سر هم ممکن است یک اثر یادگیری برای اندازه‌گیری پس از خستگی وجود داشت که توانست نتایج را تحت تاثیر قرار دهد.

رعایت نکات اخلاقی

همه شرکت کنندگان در مطالعه حاضر فرم رضایت نامه آگاهانه کتبی را پر کردند. همچنین این پژوهش مورد تایید کمیته اخلاق پژوهش دانشگاه علامه طباطبایی با کد IR.ATU.REC.1400.167 قرار گرفت.

تشکر و قدردانی

این مقاله از پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران تهیه شده است.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می کنند که هیچ تضاد منافعی ندارند.

کتابنامه

ساره شاه حیدری، علی اصغر نورسته، حسن دانشمندی(۱۳۹۷) اثر سه هفته برنامه تمرینی عصبی عضلانی و ماندگاری آن بر الگوی حرکتی فرود-پرش در دختران فعال دارای ولگوس زانو، *نشریه تحقیقات علوم ورزشی و سلامت*،۱۰(۲۰): ۳۵-۵۱.

رضی، محمدجواد؛ صادقی، حیدر؛ ابراهیمی-تکامجانی، اسماعیل، شریعت زاده؛ محمد(۱۳۹۷).اثر خستگی اندام تحتانی بر استراتژی های کنترل مفصل زانو در فرود مردان جوان .*دوماهنامه علمی - پژوهشی طب توانبخشی*.

نصرآبادی، راحله، صادقی، حیدر، و یوسفی، محمد. (۱۳۹۹). تاثیر خستگی بر برخی شاخصهای نیروی عکسالعمل زمین در مردان جوان سالم فعال حین انجام حرکت فرود. علوم پیراپزشکی و توانبخشی مشهد، ۹(۳)، ۶۲-۷۰.

References

Agres, A.N., M. Chrysanthou, and P.C. Raffalt, The effect of ankle bracing on kinematics in simulated sprain and drop landings: a double-blind, placebo-controlled study. The American journal of sports medicine, 2019. 47(6): p. 1480-1487.

Boham, M., et al., The effects of functional fatigue on ground reaction forces of a jump, land, and cut task. International Journal of Science and Engineering Investigations, 2013.

Brazen, D.M., et al., The effect of fatigue on landing biomechanics in single-leg drop landings. Clinical Journal of Sport Medicine, 2010. 20(4): p. 286-292.

Caine, D.J., K. Russell, and L. Lim, Handbook of sports medicine and science: gymnastics. 2013: John Wiley & Sons.

Chmielewski, T.L., et al., Low-versus high-intensity plyometric exercise during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. The American journal of sports medicine, 2016. 44(3): p. 609-617.

Daoukas, S., N. Malliaropoulos, and N. Maffulli, ACL biomechanical risk factors on single-leg drop-jump: a cohort study comparing football players with and without history of lower limb injury. Muscles, Ligaments & Tendons Journal (MLTJ), 2019. 9.(۱)

Dischiavi, S.L., et al., Rethinking dynamic knee valgus and its relation to knee injury: normal movement requiring control, not avoidance. Journal of orthopaedic & sports physical therapy, 2019. 49(4): p. 216-218.

Dufek, J.S. and B.T. Bates, The evaluation and prediction of impact forces during landings. Medicine and Science in Sports and Exercise, 1990. 22(3): p. 370-377.

Fidai, M.S., et al., Fatigue increases dynamic knee valgus in youth athletes: Results from a field-based drop-jump test. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 2020. 36(1): p. 214-222. e2.

Gribble, P.A. and R.H. Robinson, Alterations in knee kinematics and dynamic stability associated with chronic ankle instability. Journal of athletic training, 2009. 44(4): p. 350.

Hunnicutt, J.L., N.A. Jayanthi, and S.A. Labib, Editorial Commentary: Considering Fatigue When Assessing Athletes for Dynamic Knee Valgus: Is This the Next Big Step in Identifying Anterior Cruciate Ligament Injury Risk? 2020, Elsevier.

McLean, S.G., et al., Impact of fatigue on gender-based high-risk landing strategies. Medicine and science in sports and exercise, 2007. 39(3): p. 502-514.

Mills, C., M.T. Pain, and M.R. Yeadon, Reducing ground reaction forces in gymnastics' landings may increase internal loading. Journal of biomechanics, 2009. 42(6): p. 671-678.

Moir, G., et al., The influence of familiarization on the reliability of force variables measured during unloaded and loaded vertical jumps. The Journal of Strength & Conditioning Research, 2005. 19(1): p. 140-145.

Mueske, N., et al., Biomechanical Symmetry during Drop Jump and Single-Leg Hop Landing In Uninjured Adolescent Athletes. Orthopaedic Journal of Sports Medicine, 2019. 7(3_suppl): p. 2325967119S00023.

Nasrabadi, R., H. Sadeghi, and M. Yousefi, Effect of Fatigue on Some Indicators of Ground Reaction Force in Young Active Men During Drop-Landing task. Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation, 2020. 9(3): p. 62-70.

Orishimo, K.F., et al., Comparison of landing biomechanics between male and female professional dancers. The American journal of sports medicine, 2009. 37(11): p. 2187-2193.

Padua, D.A., et al., Fatigue, vertical leg stiffness, and stiffness control strategies in males and females. Journal of athletic training, 2006. 41(3): p. 294-304.

Pappas, E., et al., The effect of gender and fatigue on the biomechanics of bilateral landings from a jump: peak values. Journal of sports science & medicine, 2007. 6(1): p. 77.

Peng, H.-T., Changes in biomechanical properties during drop jumps of incremental height. The Journal of Strength & Conditioning Research, 2011. 25(9): p. 2510-2518.

Razi, M., et al., Effect of lower limb muscle fatigue on knee joint control strategies during landing in young men. Sci J Rehabil Med, 2018. 7(2): p. 1-10.

Ross, S.E., K.M. Guskiewicz, and B. Yu, Single-leg jump-landing stabilization times in subjects with functionally unstable ankles. Journal of athletic training, 2005. 40(4): p. 298.

Shahheidari, S., A. Norasteh, and H. Daneshmandi, the Effect of a 3-Week Neuromuscular Training Program and Its Retention on the Movement Pattern of Drop Vertical Jump in Active Girls with Knee Valgus. Journal of Exercise Science and Medicine, 2018. 10(1): p. 35-51.

Shaw, M.Y., P.A. Gribble, and J.L. Frye, Ankle bracing, fatigue, and time to stabilization in collegiate volleyball athletes. Journal of Athletic Training, 2008. 43(2): p. 164-171.

Sigward, S.M., S. Ota, and C.M. Powers, Predictors of frontal plane knee excursion during a drop land in young female soccer players. Journal of orthopaedic & sports physical therapy, 2008. 38(11): p. 661-667.

Takei, Y., Three-dimensional analysis of handspring with full turn vault: Deterministic model, coaches' beliefs, and judges' scores. Journal of Applied Biomechanics, 1998. 14(2): p. 190-210.

Webster, K.A. and P.A. Gribble, Time to stabilization of anterior cruciate ligament–reconstructed versus healthy knees in National Collegiate Athletic

Association Division I female athletes. Journal of athletic training, 2010. 45(6): p. 580-585.
Wyndow, N., et al., Foot and ankle characteristics and dynamic knee valgus in individuals with patellofemoral osteoarthritis. Journal of foot and ankle research, 2018. 11(1): p. 1-6.
Zamporri, J. and A. Aguinaldo, The effects of a compression garment on lower body kinematics and kinetics during a drop vertical jump in female collegiate athletes. Orthopaedic journal of sports medicine, 2018. 6(8): p. 2325967118789955.
Zhang, X., et al., Effects of exercise-induced fatigue on lower extremity joint mechanics, stiffness, and energy absorption during landings. Journal of sports science & medicine, 2018. 17(4): p. 640.