

Research Paper

Effect of Fatigue on Some Kinematic Characteristics During Gait, Balance, and Accuracy of Football Shots in High School Boys of Kahnoot Nomads With a History of Coronavirus



*Reza Rahimpour Moradi¹ , Mohammadreza Amirsefardini¹ , Mohammadtaghi Amiri-Khorasani¹

1. Department of Sports Biomechanics, Faculty of Sports Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.



Citation Rahimpour Moradi R, Amirsefardini MR, Amiri-Khorasani MT. [Effect of Fatigue on Some Kinematic Characteristics During Gait, Balance, and Accuracy of Football Shots in High School Boys of Kahnoot Nomads With a History of Coronavirus (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2022; 10(6):1352-1365. <https://doi.org/10.32598/SJRM.10.6.3>

<https://doi.org/10.32598/SJRM.10.6.3>



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

ABSTRACT

Background and Aims Today, after a long period of school closures and sporting events, we will face the post-corona era and the reopening of schools. Because gait imbalance and general weakness are symptoms of corona disease, for people who have recovered, re-exercise, and basic skills such as walking, balance, and accuracy, especially after fatigue, compared to healthy individuals, can be a challenge. This study aimed to investigate the effect of fatigue on kinematic characteristics during gait, balance, and accuracy of football shots in high school boys of Kahnoot nomads with a history of corona virus.

Methods The present study, in terms of implementation, is in the category of quasi-experimental research, in terms of purpose is in the category of practical, and in terms of time is in the category of future research. A statistical sample was selected from the students of nomadic schools in Kahnoot City, of which 15 were in the healthy group, and 15 were in the group with coronary heart disease. First, the selected kinematic gait parameters, balance, and shot accuracy were measured by an iPhone cellphone camera. Then, the chosen parameters were immediately re-measured by applying fatigue by the non-functional fatigue protocol of the step. To calculate the balance and gait parameters, the rise and fall test, and the shot's accuracy, the Moore-Christine test was used, and the Kinova program measured the data. Independent t-test, paired t-test, and Wilcoxon-Mann-Whitney t-test were used to analyze the research data at a significant level ($\alpha=0.05$) in SPSS v. 22 software.

Results The results of the present study showed that fatigue had no significant effect on stride length, dynamic balance, and shooting accuracy of healthy students ($P>0.05$) and caused a decrease in maximal knee flexion in both groups ($P=0.005$), but fatigue has been able to significantly reduce, step length ($P=0.001$), dynamic balance ($P=0.001$) and football shot accuracy ($P=0.001$) in students with coronavirus compared to healthy students ($P<0.05$).

Conclusion According to the results of the present study, fatigue after corona disease and its recovery can cause pronounced reduction changes in the length of step, dynamic balance, and especially the accuracy of football shots compared to healthy students and people who were recovering from corona disease when they return to training and competitions must take these changes into account.

Keywords Fatigue, Accuracy, Balance, Gait, Coronavirus

Article Info:

Received: 17 Aug 2021

Accepted: 14 Sep 2021

Available Online: 21 Jan 2022

* Corresponding Author:

Reza Rahimpour Moradi

Address: Department of Sports Biomechanics, Faculty of Sports Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

Tel: +98 (937) 3609679

E-Mail: rezarhm9679@gmail.com

Extended Abstract

Introduction

Today, after a long period of school closures and sporting events, we are facing a post-coronavirus era and the reopening of schools, one of the main concerns and challenges for people with the disease. Improved, re-exercising and reaching the former level of physical fitness, and physical education coaches and teachers will sooner or later face the post-coronavirus period and the reopening of schools and sports clubs and students who have undergone coronary heart disease. Here the affected athlete, coach, and physical education secretary must be aware of the effects of coronary heart disease on biological factors and fundamental skills such as gait, balance, and accuracy.

To plan the annual lesson plan, sports program, exercises, and selection of sports teams appropriate for these people, and since fatigue and muscle weakness are complications of Crohn's disease, by applying it, a comparison can be made between healthy and affected people.

This study aimed to investigate the effect of the independent variable of activity-induced fatigue on the dependent variables of gait, balance, and accuracy of football shots of healthy students with coronary artery disease.

Materials and Methods

The present study, in terms of method of implementation, is in the category of quasi-experimental research, in terms of purpose is in the category of practical, and in terms of time is in the category of future research. A statistical sample was selected from the students of nomadic schools in Kahnnoj City, of which 15 were in the healthy group, and 15 were in the group with coronary heart disease. First, the selected kinematic gait parameters, balance, and shot accuracy were measured by iPhone mobile camera. Then, the chosen parameters were immediately re-measured by applying fatigue by the non-functional fatigue protocol of the step. To calculate the balance and gait parameters, the rise and fall test, and the shot's accuracy, the Moore-Christine test was used, and the Kinova program measured the data. Independent t-test, paired t-test, Human Whitney, and Wilcoxon t-test were used to analyze the research data at a significant level ($\alpha=0.05$) in SPSS v. 22 software.

Results

The results of the Shapiro-Wilk test showed that the walking length of healthy people and the dynamic balance of patients before and after fatigue are not normal and non-parametric tests (Wilcoxon-Mann-Whitney t-test) should be used. The accuracy and maximum knee flexion of healthy people The Balance of healthy individuals before and after the fatigue protocol are normal and parametric tests (independent t-test and paired t-test) can be used.

According to the results, there was no significant difference between the step length of healthy high school students of Kahnnoj nomadic boys before and after fatigue. There was no visible change ($Z=-0.852$, $P=0.394$), but the step length of students with the secondary coronation of Kahnnoj nomadic boys before and after fatigue showed a significant difference, and its amount decreased ($T=550$, $P=0.001$).

The maximal knee flexion angle results showed that maximal knee flexion in both healthy groups ($T=3.328$, $P=0.005$) and affected students ($T=5.617$, $P=0.001$) before and after the intervention, there is a significant difference between fatigue and its amount has increased. Fatigue has had an increasing effect in both control and experimental groups.

The results also showed no significant difference between the dynamic balance of healthy high school students of Kahnnoj nomads before and after fatigue ($T=0.001$, $P=1.000$), and fatigue did not reduce their balance. Still, the balance Dynamics of students with the secondary coronation of Kahnnoj nomadic son have significantly decreased after exhaustion ($Z=-3.26/P$, $P=0.001$). Finally, the findings showed that the shooting accuracy of healthy students before and after fatigue was not significantly different ($T=2.125$, $P=0.052$), and fatigue had no effect. Still, it can be seen that the shooting accuracy of affected students after fatigue significantly decreased ($T=11.744$, $P=0.001$).

Dissection

Based on the results of this study, the fatigue protocol, as an influential factor in changing the variables of stride length, dynamic balance, and mainly shot accuracy in students, was affected so that the decreasing changes of these parameters except the maximum knee flexion which is equal in both groups. It was higher in affected students than in healthy students.

According to the results and the effects of fatigue on the variables of gait, dynamic balance, and accuracy of football shots of students with the coronation, it is recommended that physical education teachers, coaches, and athletes plan their annual lesson plan and training program in the post-corona period. Do their exercises in such a way that athletes with coronary heart disease feel less tired so that they can practice complex and challenging movements before the occurrence of fatigue because according to the results of research, fatigue in people with coronary heart disease can improve training and competition.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

In the implementation of this research, ethical considerations have been considered in accordance with the instructions of the ethics committee of [Shahid Bahonar University of Kerman](#), and the code of ethics has been received under the number IR.UK.REC.1400.013.

Funding

This article is taken from the research project of Mr. Reza Rahimpour Moradi with the guidance of Mohammad Reza Amirsif Aldini and the advice of Mohammad Taghi Amiri Khorasani of the Sports Biomechanics Department of [Shahid Bahonar University of Kerman](#).

Authors' contributions

The authors contributed equally to preparing this article.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The present article is taken from the master's thesis of Reza Rahimpour Moradi under the guidance of Mohammad Reza Amir Seifaddini and the advice of Mohammad Taghi Amiri Khorasani and they are thanked and appreciated.



مقاله پژوهشی

اثر خستگی بر برخی ویژگی‌های کینماتیکی حین گام‌برداری، تعادل و دقت شوت فوتبال در دانش‌آموزان متوسطه پسر عشایر کهنوج با سابقه ابتلا به ویروس کرونا

*رضارحیم‌پور مرادی^۱، محمد رضا امیرسیف الدینی^۱، محمدتقی امیری خراسانی^۱

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران.



Citation Rahimpour Moradi R, Amirseyfadini MR, Amiri-Khorasani MT. [Effect of Fatigue on Some Kinematic Characteristics During Gait, Balance, and Accuracy of Football Shots in High School Boys of Kahnnoj Nomads With a History of Coronavirus (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2022; 10(6):1352-1365. <https://doi.org/10.32598/SJRM.10.6.3>

<https://doi.org/10.32598/SJRM.10.6.3>

چکیده



مقدمه و اهداف: امروزه بعد از مدت‌ها تعطیلی مدارس و رویدادهای ورزشی، با دوران پسا کرونا و بازگشایی مدارس روبه‌رو خواهیم شد. از آنجایی که عدم تعادل در راه رفتن و ضعف عمومی از علائم بیماری کرونا است، برای افرادی که بهبود یافته‌اند، ورزش کردن دوباره و مهارت‌های پایه‌ای مانند راه رفتن، تعادل، دقت به‌ویژه بعد از خستگی در مقایسه با افراد سالم می‌تواند یک چالش باشد. بنابراین، هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر خستگی بر ویژگی‌های کینماتیکی حین گام‌برداری، تعادل و دقت شوت فوتبال در دانش‌آموزان متوسطه پسر عشایر کهنوج با سابقه ابتلا به ویروس کرونا بود.

مواد و روش‌ها: تحقیق حاضر از نظر روش اجرا در دسته تحقیقات نیمه تجربی، از نظر هدف از نوع کاربردی و از نظر زمانی در دسته تحقیقات آینده‌نگر قرار می‌گیرد. نمونه آماری از میان دانش‌آموزان مدارس عشایری شهرستان کهنوج انتخاب شدند که ۱۵ نفر در گروه سالم و ۱۵ نفر در گروه مبتلا به بیماری کرونا بودند. ابتدا به وسیله دوربین موبایل آیفون پارامترهای منتخب کینماتیک راه رفتن، تعادل و دقت شوت اندازه‌گیری شد. سپس با اعمال خستگی توسط پروتکل خستگی غیرعملکردی پله بلافاصله پارامترهای منتخب دوباره سنجیده شد. برای اندازه‌گیری تعادل و پارامترهای گام‌برداری از آزمون برخاستن و رفتن و برای آزمون دقت شوت از آزمون مور کریستین استفاده شد و داده‌ها توسط برنامه کینووا اندازه‌گیری شدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش از آزمون آماری تی مستقل، تی زوجی، یومن ویتنی و تی ویلکاکسون در سطح معناداری ($\alpha=0/05$) در نسخه ۲۲ نرم افزار SPSS استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج مطالعه حاضر نشان داد خستگی بر میزان طول گام، تعادل پویا و دقت شوت دانش‌آموزان سالم تأثیر معناداری ندارد ($P>0/05$) و سبب کاهش حداکثر فلکشن زانوئی هر دو گروه شده است ($P=0/005$). در صورتی که خستگی توانسته است طول گام ($P=0/001$)، تعادل پویا ($P=0/001$) و دقت شوت فوتبال ($P=0/001$) دانش‌آموزان مبتلا به کرونا را در مقایسه با دانش‌آموزان سالم به‌صورت معناداری کاهش دهد ($P<0/05$).

نتیجه‌گیری: طبق نتایج تحقیق کنونی، خستگی بعد از طی کردن بیماری کرونا و بهبود آن می‌تواند سبب تغییرات کاهش‌ی واضح‌تری در طول گام، تعادل پویا و به‌ویژه دقت شوت فوتبال نسبت به دانش‌آموزان سالم شود و افراد بهبودیافته از کرونا برای بازگشت به تمرین و مسابقات باید این تغییرات را مدنظر قرار دهند.

کلیدواژه‌ها: خستگی، دقت، تعادل، گام برداری، کرونا و ویروس

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۲۶ مرداد ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: ۲۳ شهریور ۱۴۰۰

تاریخ انتشار: ۰۱ بهمن ۱۴۰۰

* نویسنده مسئول:

رضا رحیم‌پور مرادی

نشانی: کرمان، دانشگاه شهیدباهنر، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی.

تلفن: ۰۹۶۷۹۳۶۰ (۹۳۷) ۹۸

رایانامه: rezarhm9679@gmail.com

مقدمه

تعالد نیز یکی از عوامل آمادگی جسمانی است که در اجرای مهارت‌های ورزشی و فعالیت‌های روزمره نقش مهمی دارد و ورزشکار را در حفظ وضعیت مناسب و رسیدن به اهدافش یاری می‌رساند [۱۰]. از آنجا که بیشتر فعالیت‌های ورزشی در محیطی پویا انجام می‌شود، تعادل برای اجرای مهارت‌های ورزشی اهمیت ویژه‌ای دارد [۱۱، ۱۲]. تشخیص عوامل مؤثر بر تغییرات تعادل و گام‌برداری برای افزایش زمینه‌های استقلال در حرکت و افزایش ایمنی اجرای فعالیت فیزیکی روزمره و حرکات ورزشی و جلوگیری از آسیب‌های ناشی از سقوط از موضوعات قابل بررسی است که مورد توجه محققان قرار می‌گیرد.

اکنون که بیش از یک سال از ظهور بیماری کرونا می‌گذرد، یکی از اصلی‌ترین نگرانی‌ها و چالش‌ها برای افرادی که از این بیماری بهبود یافته‌اند، ورزش کردن دوباره و رسیدن به سطح آمادگی جسمانی سابق است و مربیان و دبیران تربیت بدنی دیر یا زود با دوران پسا کرونا و بازگشایی مدارس و باشگاه‌های ورزشی و دانش‌آموزانی که بیماری کرونا را پشت سر گذاشته‌اند، روبه‌رو خواهند شد. در این جا ضرورت دارد ورزشکار مبتلا، مربی و دبیر تربیت بدنی با تأثیراتی که عوارض بیماری کرونا می‌تواند بر روی فاکتورهای جسمانی، به‌ویژه مهارت‌های پایه نظیر گام‌برداری، تعادل و دقت فرد بهبود یافته از کرونا به نسبت یک فرد سالم دارد، آگاهی داشته باشد و بتواند طرح درس سالانه، برنامه ورزشی، تمرینات و انتخاب تیم‌های ورزشی را متناسب با این افراد برنامه‌ریزی کنند. از آنجایی که خستگی و ضعف عضلانی از عوارض بیماری کرونا است، با اعمال آن می‌توان مقایسه را بین افراد سالم و مبتلا به‌صورت واضح‌تری انجام داد. از این‌رو، هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر متغیر مستقل خستگی ناشی از فعالیت بر متغیرهای وابسته گام‌برداری، تعادل و دقت شوت فوتبال دانش‌آموزان سالم و مبتلا به کرونا است.

مواد و روش‌ها

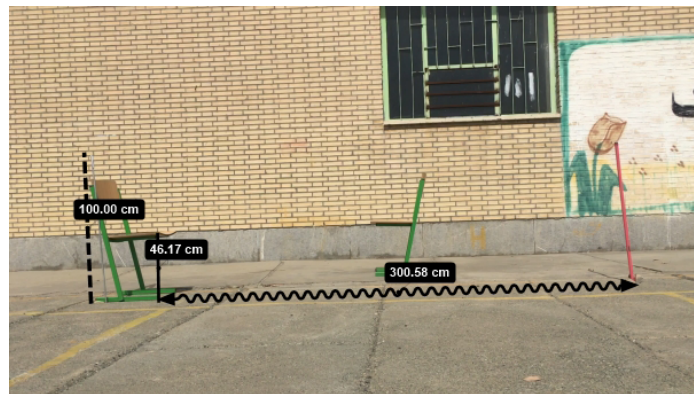
تحقیق حاضر از نظر روش اجرا در دسته تحقیقات نیمه تجربی، از نظر هدف از نوع کاربردی و از نظر زمانی در دسته تحقیقات آینده‌نگر قرار می‌گیرد که به‌صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون اجرا شد. جامعه آماری این تحقیق، دانش‌آموزان متوسطه دوم مدارس عشایری شهرستان کهنوج بودند. نمونه تحقیق موردنظر ۳۰ دانش‌آموز که ۱۵ نفر از آن‌ها در اسفند سال ۱۳۹۹ و سه ماهه اول سال ۱۴۰۰ به بیماری کرونا مبتلا شده بودند. ۱۵ نفر دانش‌آموزان سالم بودند. برای انتخاب نمونه‌های مبتلا به کرونا از نظر سنجی در برنامه آموزشی شاد استفاده شد و آزمودنی‌های سالم از بین دانش‌آموزان سالم به‌صورت هدفمند و در دسترس انتخاب شدند. شرایط شرکت در تحقیق برای مبتلایان به کرونا شامل رعایت پروتکل‌های بهداشتی، دانش‌آموز متوسطه دوم (سن ۱۶ الی ۱۸)، مبتلا شدن به کرونا در اسفند سال ۱۳۹۹ و سه ماهه اول سال ۱۴۰۰، گذشتن حداقل دو هفته از بهبودی کامل

ویروس کرونا^۱، ویروس جدیدی است که اولین بار در دسامبر ۲۰۱۹ در شهر ووهان چین شناسایی [۱] و کویید-۱۹ 19-نامگذاری شده است [۲]. تاکنون میلیون‌ها نفر در سراسر جهان را آلوده کرده است. از علائم این بیماری تب، سرفه‌های خشک، مشکلات تنفسی، گلودرد، آبریزش بینی، سرگیجه، ضعف عمومی شدید، عدم تعادل در راه رفتن، تشنج و خلط تیره را می‌توان نام برد [۲]. ابتدای شیوع این ویروس برای جلوگیری از گسترش بیماری، بسیاری از اماکن ورزشی و رویدادهای مهم از جمله سطوح مختلف مسابقات ورزشی و حتی المپیک و مدارس بدین دلیل که افراد ناقل و فاقد علامت یا با علامت خفیف بیماری بیشترین دلیل انتقال بیماری هستند، تعطیل شدند [۳]. در خانه ماندن و نشستن طولانی‌مدت باعث تأثیر در فاکتورهای آمادگی جسمانی و افزایش فشار ماهیچه‌ها، تنش ذهنی و اختلال در گردش خون و فعالیت عضلات می‌شود که عدم تحرک کافی به جسم و در نتیجه روحیه افراد صدمه می‌زند [۴].

خستگی^۲ و فقدان انرژی یکی از نشانه‌های بعد از بیماری است و باعث کاهش فعالیت‌های مراقبت از خود و ضعف ایفای نقش در انجام فعالیت‌های روزمره می‌شود که در نهایت منجر به از دست دادن شغل و افزایش وابستگی می‌شود [۵]. خستگی حالت ناخوشایندی است که در بدن به وجود می‌آید و کاهش در ظرفیت تولید حداکثر نیرو بدون توجه به نیروی لازم در وضعیت موجود تعریف می‌شود [۶]. از آنجایی که خستگی یکی از عواملی است که بر سیستم عصبی-عضلانی و تعادل اثر می‌گذارد [۷]، طی شرکت در فعالیت‌های ورزشی، ورزشکاران بارها خستگی را تجربه می‌کنند که این امر می‌تواند به فاکتورهای آمادگی جسمانی افراد مبتلا به کرونا نیز تأثیرگذار باشد.

فاکتورهای گام‌برداری^۳، تعادل^۴ و دقت^۵ از فاکتورهای پایه‌ای هستند که هر فرد برای بازگشت به فعالیت بدنی به آن‌ها نیاز دارد. گام‌برداری یکی از معمولی‌ترین فعالیت‌هایی است که مردم در زندگی روزمره انجام می‌دهند و به‌صورت کارا برای کمینه کردن خستگی و همچنین به‌صورت ایمن برای جلوگیری از افتادن و آسیب‌های مرتبط اجرا می‌شود [۸]. پارامترهای زمانی فضایی راه رفتن مانند طول گام^۶، حداکثر فلکشن زانو^۷ و غیره اهمیت خاصی در بیان و نشان دادن راه رفتن دارند [۹] که با توجه به آن‌ها می‌توان تغییرات گام‌برداری را بین افراد سالم و مبتلا به کرونا مورد مقایسه قرار داد.

1. coronavirus
2. Fatigue
3. Gate
4. Balance
5. Accuracy
6. Step length
7. Maximum knee flexion



تصویر ۱. نمایی از محیط آزمون تعادل و گام‌برداری و نحوه قرارگیری دوربین در فضای دوبعدی و کالیبراسیون

طب توانبخش

نحوی بود که عمود به آزمودنی‌ها (برای پایایی و روایی اندازه زاویه حداکثر فلکشن زانو) و نمای ساجیتال^{۱۰} آن‌ها پوشش داده می‌شد. کالیبراسیون^{۱۱} توسط یک میله یک متری که در کنار صندلی قرار داده شده بود و از آنجایی که اندازه واقعی میله ۱۰۰ سانتی‌متر است در برنامه کینووا [۱۳، ۱۵] با تعریف اندازه میله به اندازه ۱۰۰ سانتی‌متر می‌توان سایر اندازه‌های مدنظر مانند طول گام را اندازه‌گیری کرد که این کار توسط نسبت‌گیری بین اندازه واقعی میله ۱۰۰ سانتی‌متری کنار صندلی (تصاویر شماره ۱ و ۲) و اندازه طول گام مدنظر (فاصله بین تماس پاشنه در یک پا)، توسط برنامه کینووا به‌صورت دقیق و با خطای ناچیز اندازه‌گیری ۰/۲ سانتی‌متر در هر ۱۰۰ سانتی‌متر انجام خواهد شد (تصویر شماره ۲).

بعد از آشنایی آزمودنی‌ها با نحوه اجرای آزمون، پروتکل گرم کردن اولیه آزمودنی‌ها ۱۰ دقیقه نرمش شامل راه رفتن و دوی آهسته و حرکات کششی پایین‌تنه انجام شد [۱۶]. آزمون تعادل پویا شامل زمان برخاستن و رفتن بود. به این صورت که هر آزمودنی پس از شنیدن صدای سوت، بدون استفاده از دست‌هایش از روی صندلی بدون دسته با ارتفاع ۴۶ سانتی‌متر برخاسته، پس از طی کردن مسیر سه متری در سریع‌ترین حالت ممکن و بدون دویدن برگشته و دوباره روی صندلی بنشیند [۱۷]. زمان کل تست

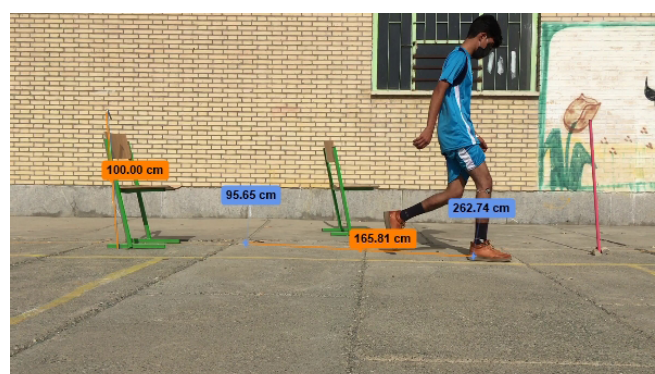
مبتلایان و معیارهای ورود افراد سالم شامل رعایت پروتکل‌های بهداشتی، از نظر سن، قد، جرم بدن، متناسب با گروه مبتلا به کرونا، نداشتن سابقه تمرین ورزشی منظم و نداشتن سابقه ابتلا به کرونا و معیارهای خروج از تحقیق شامل آسیب آزمودنی در هنگام آزمون و عدم توانایی در ادامه روند تحقیق، وجود علائم کرونا در آزمودنی‌ها مثل تب یا سرفه‌های پی در پی، آزمودنی بعد از پروتکل خستگی نتواند یک جمله را کامل و بدون توقف یا احساس تنگی نفس بگوید.

پس از آماده کردن مقدمات کار و ورود آزمودنی‌ها به محیط آزمایش که فضای باز حیاط مدرسه بود، آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه فردی برای شرکت در پژوهش حاضر و فرم جمع‌آوری داده‌ها را که شامل اطلاعاتی در ارتباط با ویژگی‌های شخصی (سن، قد، طول اندام تحتانی، وزن، سابقه و زمان ابتلا به کرونا) بود، تکمیل کردند.

برای ثبت کینماتیک^۸ حرکات به‌صورت دو بعدی می‌توان از دوربین گوشی هوشمند به‌عنوان ابزاری قابل اعتماد حتی برای پارامترهای مبتنی بر سرعت در برنامه کینووا^۹ استفاده کرد [۱۴، ۱۳]. هدف ما اندازه‌گیری طول گام و حداکثر فلکشن زانو بود که از دوربین موبایل آیفون استفاده شد. چیدمان دوربین به

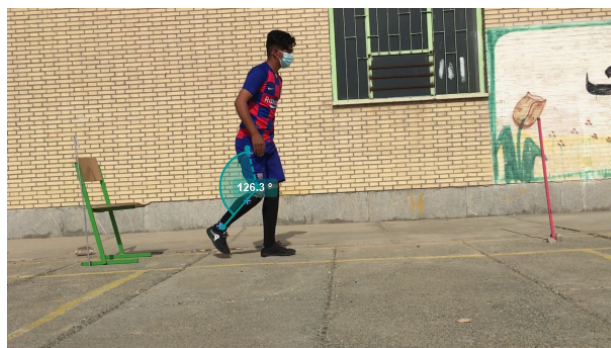
10. Sagittal
11. Calibration

8. Kinematic
9. Kinovea



تصویر ۲. اندازه‌گیری طول گام‌برداری و تعادل پویای آزمودنی

طب توانبخش



طب توانبخشی

تصویر ۳. اندازه گیری حداکثر فلکشن زانوی آزمودنی ها

امتیاز می گرفتند و امتیاز نهایی حاصل ۱۶ بار شوت است [۲۰].

در ادامه برای انجام پس آزمون برای اعمال خستگی از پروتکل خستگی پله استفاده شد [۲۱]. شرایط انجام پروتکل به این نحو بود که آزمودنی شروع به بالا رفتن از پله می کرد و هر زمان ضربان قلب فرد به ۷۵ درصد HRmax (سن - ۲۲۰) می رسید، تعداد پله رفتن فرد شمارش می شد (در مدت ۱۰ ثانیه تعداد پله رفتن محاسبه و این مقدار در عدد ۶ ضرب می شد تا تعداد پله رفتن در یک دقیقه به دست آید). زمانی که این تعداد شمارش شده به کمتر از ۵۰ درصد کاهش یافت، این لحظه به عنوان آغاز خستگی در نظر گرفته شد و یک دقیقه بعد از اعمال پروتکل خستگی، پس آزمون گام برداری، تعادل و دقت شوت مشابه با شرایط آزمون های پیش آزمون گرفته شد و داده ها توسط دوربین موبایل، کرنومتر ثبت و توسط نرم افزار کینووا مورد تجزیه و تحلیل و آنالیز بیومکانیکی قرار گرفتند.

برای تجزیه و تحلیل آماری از روش های آمار توصیفی برای میانگین و انحراف استاندارد قد، وزن و سن استفاده شد. از آمار استنباطی شرط نرمال بودن گروه آزمایش و کنترل قبل و بعد از خستگی توسط آزمون شاپیرو-ویلک^{۱۴} بررسی شد. سپس برای مقایسه داده ها با توجه به نرمال بودن یا نبودن داده ها از آزمون های آماری ناپارامتریک یومن ویتنی^{۱۵} و تی ویلکاکسون^{۱۶}

- 14. Shapiro-wilk test
- 15. Mann-Whitney u
- 16. Wilcoxon signed-rank test

توسط کرنومتر ثبت شد که نمره آن به صورت کسب رکورد زمان کمتر از ۱۰ ثانیه به معنی توانایی حرکتی بالا و طبیعی و کسب رکورد ۱۰ تا ۱۹ ثانیه نشان دهنده حرکت معمولی و استقلال در راه رفتن و کسب رکورد ۲۰ الی ۲۹ ثانیه به معنی حرکت کندتر، اختلال در تعادل و نیاز به کمک در راه رفتن و بیش از ۳۰ ثانیه به معنی کاهش توان حرکتی و مستعد به سقوط می باشد [۱۸] (تصویر شماره ۲). آنالیز بیومکانیکی ۱۲ طول گام و حداکثر فلکشن زانو (زاویه نسبی نسبت به ران با فرض فول اکستنشن کامل ۱۸۰ درجه محاسبه شد) به صورت همزمان با انجام تست تعادل و در حین راه رفتن آزمودنی انجام شد [۱۹] (تصاویر شماره ۲ و ۳).

برای انجام تست دقت شوت فوتبال از آزمون مهارت شوت مور کریستین^{۱۲} استفاده شد [۲۰]. بدین صورت که ابتدا با دو رشته طناب دروازه به دو قسمت تقسیم شد. از کنار تیرک های دروازه دو اندازه ۱۲۰ سانتی متر جدا و طناب بسته شد. این بخش ها نیز مجدداً به دو قسمت مساوی تقسیم شدند (تصویر شماره ۴). برای آماده شدن، به هر نفر فرصت ۴ شوت داده شد. سپس آزمودنی فرصت داشت تا آزمون را در هر مرحله با ۴ شوت تکرار کند (مجموعاً ۱۶ شوت). نحوه امتیاز دادن به این صورت بود که ۱۰ امتیاز به شوت هایی که از بین هدف رد می شد و ۴ امتیاز برای شوت هایی که از هدف دیگری رد می شد، تعلق می گرفت. توپ هایی که به خود دایره برخورد می کردند، یک

- 12. Biomechanical analysis
- 13. More_christian



طب توانبخشی

تصویر ۴. نمایی از اجرای آزمون دقت شوت (مور کریستین)

جدول ۱. ویژگی‌های بالینی و جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها

شاخص	گروه	میانگین $\pm$ انحراف معیار	P
سن (سال)	سالم (کنترل)	۱۵/۹ $\pm$ ۰/۹۴۴	۰/۵۹۶
	مبتلا به کرونا	۱۶/۳ $\pm$ ۰/۹	
قد (سانتی‌متر)	سالم	۱۷۲ $\pm$ ۵/۷۱۵	۰/۳۷۲
	مبتلا به کرونا	۱۷۱ $\pm$ ۳/۹۷۶	
طول اندام تحتانی (سانتی‌متر)	سالم	۸۷/۰۶ $\pm$ ۳/۱۷	۰/۵۳۹
	مبتلا به کرونا	۸۶/۳۳ $\pm$ ۳/۴۵	
جرم بدن (کیلوگرم)	سالم	۵۳/۲ $\pm$ ۸/۵	۰/۳۳۱
	مبتلا به کرونا	۵۷ $\pm$ ۱۱	

طب توانبخش

درون‌رده‌ای^{۱۹} و خطای استاندارد اندازه‌گیری^{۲۰} استفاده شد.

با توجه به نتایج **جدول شماره ۲** مشخص است، بین طول گام دانش‌آموزان پسر سالم دوره متوسطه عشایر کهنوج قبل و بعد از خستگی اختلاف معناداری وجود ندارد و تغییر قابل مشاهده‌ای وجود نداشت ($Z = -۰/۸۵۲$ ، $P = ۰/۳۹۴$)، اما طول گام دانش‌آموزان پسر دوره متوسطه عشایر کهنوج که مبتلا به کرونا بودند، قبل و بعد از خستگی اختلاف معناداری وجود دارد و مقدار آن کاهش یافته است ($T = ۵/۵۵۰$ ، $P = ۰/۰۰۱$).

نتایج مربوط به زاویه حداکثر فلکشن زانو در **جدول شماره ۳** ارائه شده است. مشاهده می‌شود حداکثر فلکشن زانو در هر دو گروه دانش‌آموزان سالم ($T = ۳/۳۲۸$ ، $P = ۰/۰۰۵$) و مبتلا ($T = ۵/۶۱۷$ ، $P = ۰/۰۰۱$) قبل و بعد از خستگی اختلاف معناداری وجود دارد و مقدار آن کاهش یافته است. خستگی در هر دو گروه کنترل و آزمایش به یک میزان تأثیر کاهشی داشته است.

همان‌طور که در **جدول شماره ۴** مشخص است، بین تعادل پویای دانش‌آموزان سالم پسر دوره متوسطه عشایر کهنوج قبل و بعد از خستگی اختلاف معناداری وجود ندارد ($T = ۰/۰۰۱$ ، $P = ۱/۰۰۰$) و

برای داده‌های غیر نرمال (طول گام افراد سالم و تعادل افراد مبتلا) و آزمون‌های پارامتریک تی مستقل^{۱۷}، تی زوجی^{۱۸} برای باقی داده‌ها که نرمال بودند و در سطح معناداری ($P < ۰/۰۵$) در نسخه ۲۲ نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها در **جدول شماره ۱** نمایش داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود اختلاف معناداری بین متغیرهای جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها وجود ندارد.

نتایج مربوط به آزمون شاپیرو-ویلک نشان داد طول گام افراد سالم و تعادل پویای افراد مبتلا قبل و بعد از خستگی نرمال نیستند و باید از آزمون‌های ناپارامتریک (یومن ویتنی و تی ویلکاکسون) استفاده کرد. دقت و حداکثر فلکشن زانو افراد سالم و مبتلا، طول گام افراد مبتلا و تعادل افراد سالم قبل و بعد از پروتکل خستگی نرمال است و می‌توان از آزمون‌های پارامتریک (تی مستقل و تی زوجی) استفاده کرد. برای بررسی پایایی و تکرارپذیری مطلق آزمون‌ها از شاخص‌های ضریب همبستگی

19. Intraclass Correlation Coefficient (ICC)
20. Standard Measurement Error

17. Independent t
18. Paired t test

جدول ۲. مقایسه طول گام دانش‌آموزان سالم و مبتلا به کرونای متوسطه پسر عشایر کهنوج قبل و بعد از خستگی ($n = ۱۵$)

طول گام	خستگی	میانگین $\pm$ انحراف معیار	SEM	ICC	Z	P
گروه سالم	قبل	۱۶۱/۲۷ $\pm$ ۱۸/۲۹	۴/۷۲	۰/۹۳	-۰/۸۵۲	۰/۳۹۴
	بعد	۱۵۸/۰۳ $\pm$ ۲۱/۸۹	۵/۶۵	۰/۹۳		
گروه مبتلا به کرونا	قبل	۱۶۹/۷۳ $\pm$ ۱۰/۶۴	۱/۹۴	۰/۹۶	T = ۵/۵۵۰ Df = ۱۴	۰/۰۰۱*
	بعد	۱۵۹ $\pm$ ۹/۱۸	۱/۶۷	۰/۹۶		

* ($P < ۰/۰۵$)

طب توانبخش

جدول ۳. مقایسه زاویه حداکثر فلکشن زانو دانش آموزان سالم و مبتلا متوسطه پسر عشایر کهنوج قبل و بعد از خستگی (n=15)

حداکثر فلکشن زانو	خستگی	میانگین $\pm$ انحراف معیار	SEM	ICC	t	df	P
سالم	قبل	۱۱۷/۲۰ $\pm$ ۱۷/۸	۱/۵۹	۰/۹۳	۲/۳۲۸	۱۴	۰/۰۰۵*
	بعد	۱۱۱/۸۷ $\pm$ ۸/۰۶۱	۲/۰۸	۰/۹۳			
مبتلا به کرونا	قبل	۱۱۶/۳۳ $\pm$ ۵/۷۲۸	۱/۰۴۷	۰/۹۶	۵/۶۱۷	۱۴	۰/۰۰۱*
	بعد	۱۰۸/۳۳ $\pm$ ۸/۷۲۳	۱/۵۹	۰/۹۶			

* (P<0/05)

طب توانبخش

را داشته باشند که با افزایش قدرت عضلانی گروه‌های عضلانی هم‌افزا به‌عنوان مثال (خم‌کننده‌های مفصل ران) کمبودهای عضلانی ناشی از خستگی را هنگام راه رفتن جبران کنند و دچار کاهش در طول گام نشوند. همین طور براساس منطق فیزیولوژیکی ممکن است در دانش‌آموزان سالم بازسازی واحد حرکتی و در نتیجه نسبت بیشتر تارهای نوع او در نتیجه مقاومت در برابر خستگی نسبت به افراد مبتلا منجر به عدم کاهش طول گام شود. در تحقیق حاضر از پروتکل خستگی غیرعملکردی پله استفاده شد که فشار قابل توجهی بر روی زانو وجود دارد و احتمال می‌رود این کاهش طول گام در افراد مبتلا به همین دلیل باشد. همچنین طبق تحقیق کارتر^{۲۱} و همکاران که در تحقیق خود عنوان کردند فعالیت بدنی به‌عنوان یک فعالیت مثبت در جهت افزایش سطح ایمنی بدن می‌تواند در جهت کاهش عوارض ناشی از ویروس کرونا تأثیرگذار باشد [۲۵]، می‌توان نتیجه گرفت که افراد سالم با توجه به قرنطینه نشدن و بیمار نشدن دچار عوارض ویروس کرونا نشده‌اند و طول گام آن‌ها تغییری نکرده است. این تحقیق با تحقیقات باربیری^{۲۲} و همکاران و قیطاسی و همکاران که در تحقیقات خود نشان دادند پروتکل خستگی می‌تواند بر فاکتورهای راه رفتن تأثیر بگذارد، همسو است [۲۶، ۲۷]. به‌طور کلی، مطالعه حاضر نشان می‌دهد یک پروتکل خستگی، عمدتاً اثرات خاص بیماری کرونا را بر طول گام ایجاد می‌کند، طوری که در دانش‌آموزان مبتلا، خستگی منجر به کاهش قابل توجهی در طول گام می‌شود، در حالی که در دانش‌آموزان سالم، این کاهش طول گام اندک است و معنادار نمی‌باشد.

21. Carter
22. Barbieri

خستگی موجب کاهش تعادل در آن‌ها نشده است، اما تعادل پویای دانش‌آموزان پسر مبتلا به کرونا در دوره متوسطه عشایر کهنوج بعد از خستگی دچار کاهش معناداری شده است ($P=0/001$ ، $Z=-3/626$).

نتایج جدول شماره ۵ بیانگر آن است که دقت شوت دانش‌آموزان سالم قبل و بعد از خستگی اختلاف معناداری ندارد ($T=2/125$ ، $P=0/052$) و خستگی تأثیری نداشته است، اما مشاهده می‌شود دقت شوت دانش‌آموزان مبتلا بعد از خستگی کاهش معناداری پیدا کرده است ($P=0/001$ ، $T=11/744$).

بحث

با شیوع ویروس کرونا و قرنطینه شدن خانگی دانش‌آموزان و ورزشکاران و از آنجایی که عوارضی که این بیماری می‌تواند بر فاکتورهای آمادگی جسمانی داشته باشد، بدیهی است که امروزه مورد توجه برخی محققین قرار بگیرد [۲۲-۲۴]. بنابراین، هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر خستگی بر ویژگی‌های کینماتیکی حین گام‌برداری، تعادل و دقت شوت فوتبال در دانش‌آموزان متوسطه پسر عشایر کهنوج با سابقه ابتلا به ویروس کرونا بود که نتایج تحقیق نشان داد پروتکل خستگی برخلاف دانش‌آموزان سالم به‌عنوان یک عامل مؤثر در پارامترهای طول گام، تعادل پویا و دقت شوت فوتبال دانش‌آموزان مبتلا است و بیماری کرونا می‌تواند در فاکتورهای آمادگی جسمانی افراد تأثیرگذار باشد.

نتایج بررسی طول گام در تحقیق حاضر نشان داد بین طول گام دانش‌آموزان سالم قبل و بعد از خستگی تغییر قابل مشاهده‌ای وجود نداشت، اما مقدار طول گام دانش‌آموزان مبتلا به کرونا بعد از خستگی کاهش یافته است. ممکن است افراد سالم این توانایی

جدول ۴. مقایسه تعادل پویا دانش‌آموزان سالم و مبتلا متوسطه پسر عشایر کهنوج قبل و بعد از خستگی (n=15)

تعادل پویا	خستگی	میانگین $\pm$ انحراف معیار	SEM	ICC	t	df	P
سالم	قبل	۷/۵۳ $\pm$ ۱/۳۰۲	۰/۳۳	۰/۹۳	۰/۰۰۱	۱۴	۱/۰۰۰
	بعد	۷/۵۳ $\pm$ ۱/۰۶۰	۰/۲۷	۰/۹۳			
مبتلا به کرونا	قبل	۶/۷۳ $\pm$ ۰/۷۹۹	۰/۱۴	۰/۹۶	$Z=-3/626$		۰/۰۰۱*
	بعد	۷/۹۳ $\pm$ ۰/۷۹۹	۰/۱۴	۰/۹۶			

* (P<0/05)

طب توانبخش

جدول ۵. مقایسه دقت شوت فوتبال دانش‌آموزان سالم و مبتلا متوسطه ی پسر عشایر کهنوج قبل و بعد از خستگی (n=۱۵)

دقت شوت	خستگی	میانگین $\pm$ انحراف معیار	SEM	ICC	t	df	P
گروه سالم	قبل	۵۲/۶۷ $\pm$ ۱۵/۹۷۶	۴/۱۲	۰/۹۳	۲/۱۲۵	۱۴	۰/۰۵۲
	بعد	۴۷/۲۰ $\pm$ ۱۸/۰۴۸	۴/۶۶	۰/۹۳			
گروه مبتلا به کرونا	قبل	۵۱/۳۳ $\pm$ ۱۰/۹۵۹	۲	۰/۹۶	۱۱/۷۴۴	۱۴	۰/۰۰۱*
	بعد	۳۱/۶۰ $\pm$ ۹/۰۳۸	۱/۶۵	۰/۹۶			

(P<۰/۰۵)*

طب توانبخش

بدن با به کارگیری سازوکارهای جبرانی و پیش‌بینی‌کننده هنگام مواجهه با اغتشاشات خارجی، مانند خستگی عضلات، مانع از جابه‌جایی بیش از اندازه مرکز فشار بر روی سطح اتکا شده و نمی‌تواند تعادل و ثبات پوسچر را هنگام راه رفتن باوجود خستگی عضلانی حفظ کند که چنین تغییراتی منعکس‌کننده قابلیت سازگاری فراوان سیستم عصبی مرکزی^{۲۷} به منظور کنترل تعادل است و افراد سالم در این سن می‌توانند از پس آن بر بیایند و احتمال می‌رود افراد مبتلا توانایی هماهنگی با این سازوکار را نداشته‌اند. درواقع، در افراد سالم در زنجیره حرکتی بسته مانند راه رفتن، عضلات اکستنسور مفصل ران^{۲۸} به‌ویژه عضله سرینی بزرگ^{۲۹} و عضلات اداکتور مفصل هیپ مانند عضله اداکتور ماگنوس^{۳۰} هنگام خستگی عضله چهارسر ران نقش فعال‌تری ایفا کرده و با عملکرد مناسب خود مانع از به هم خوردن تعادل هنگام راه رفتن می‌شوند و نقش جبرانی در کنترل پوسچر ایفا می‌کنند. علاوه بر مطالب مذکور، دلیل دیگر عدم تأثیر خستگی بر تعادل پویا، شواهدی است که نشان می‌دهد یادگیری حرکتی سبب ایجاد تغییرات پایدار در سطوح مختلف سیستم عصبی مرکزی می‌شود. عقیده بر این است که این تغییرات، صرف نظر از اینکه به‌طور ارادی یا واکنشی آغاز شوند، ممکن است در هر فعالیت عادی و کاربردی برای مثال در پاسخ به اغتشاش وارده به تعادل فرد اتفاق افتد. در پژوهش حاضر به دلیل اینکه مراحل انجام آزمایش دو بار و طی دو روز مختلف انجام شده، نباید نقش پدیده یادگیری حرکتی را که سبب ایجاد تغییرات پایدار در سطوح مختلف سیستم عصبی مرکزی می‌شود در افراد تحت آزمایش نادیده گرفت، به‌گونه‌ای که ممکن است این افراد در روز دوم آزمایش به دلیل تجربه قبلی و آگاهی از روند آزمایش آمادگی بیشتری برای حفظ تعادل خویش داشته‌اند، اما افراد مبتلا به کرونا با وجود یادگیری حرکتی هم توانایی حفظ تعادل پویا در سطح تعادل پیش از خستگی را نداشتند و سبب کاهش آن شد.

عوامل بیومکانیکی را علاوه بر راهبردهای جبرانی و نقش یادگیری، در این زمینه نباید نادیده گرفت. دلیل دیگر کاهش تعادل در افراد

نتایج بررسی حداکثر فلکشن زانو در تحقیق حاضر نشان داد در هر دو گروه سالم و مبتلا، تأثیر خستگی بر حداکثر فلکشن زانو به یک میزان کاهش بود. مطالعات نشان می‌دهد خستگی باعث کاهش حس عمقی زانو و کاهش در توانایی ایجاد زوایای مفصل زانو می‌شود و با تغییرات در سطوح مختلف مسیر حرکتی و نیز تغییرات در الگوهای تخلیه‌آور آن‌های عضلانی همراه است که این مسئله باعث تغییر عملکرد عضله و اندام تحتانی می‌شود [۲۶]. از بین عضلات اسکلتی عضله چهار سر ران^{۳۱} تقریباً در تمام فعالیت‌های بدنی مثل دویدن، راه رفتن، ضربه زدن و غیره دخالت دارد و در کاهش اثر نیروهای عکس‌العمل زمین در حین راه رفتن نیز دخیل است. به همین علت انقباض‌های مکرر این عضله در فعالیت‌های مختلف باعث ایجاد خستگی در این عضله می‌شود [۲۸]. پس از فرآیند خستگی، فعالیت عضله چهارسر ران کاهش می‌یابد. در واقع، این عضله با انقباض کانسنتریکی خود فلکشن^{۳۲} زانو را کنترل می‌کنند. خستگی عضلات اطراف یک مفصل که با عنوان خستگی موضعی شناخته شده است، قادر به تغییر الگوی حرکت، اثر بر هم انقباضی عضلات مفصل و تغییر در حس وضعیت مفصل است [۲۹]. تحقیق حاضر با تحقیق هاتفیلد^{۲۵}، توماس^{۲۶} و همکاران که نشان دادند زاویه فلکشن زانو به‌طور معناداری بعد از خستگی کاهش پیدا کرده است [۳۰، ۳۱]، همخوانی دارد و در ارتباط با نتایج نامتناقض مطالعات مختلف، به نظر می‌رسد بتوان از تفاوت در مکانیسم‌های خستگی و تفاوت در جامعه آماری به‌عنوان فاکتورهای مؤثر یاد کرد، اما با وجود تغییرات یکسان حداکثر فلکشن زانو در هر دو گروه می‌توان نتیجه گرفت که بیماری کرونا باعث تغییر چشمگیری در این متغیر نمی‌شود. حداکثر فلکشن زانو در هر دو گروه مبتلا و سالم به یک میزان کاهش پیدا کرده بود و تأثیر خستگی به یک میزان بود.

نتایج بررسی آنالیز تعادل پویا نشان داد بین تعادل پویا دانش‌آموزان سالم قبل و بعد از خستگی تغییر قابل مشاهده‌ای وجود نداشت، اما مقدار تعادل پویا دانش‌آموزان مبتلا به کرونا بعد از خستگی کاهش یافته است. در افراد سالم می‌توان گفت

27. Central nervous system
28. hip
29. Gluteus maximus
30. Adductor magnus

23. Quadriceps femoris
24. Flexion
25. Hatfield
26. Thomas

پیشنهاد می‌شود مبتلایان به کرونا تمریناتی را انجام دهند که کمتر منجر به خستگی می‌شود.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج این مطالعه، پروتکل خستگی به‌عنوان یک عامل مؤثر در تغییر متغیرهای طول گام، تعادل پویا و به‌ویژه دقت شوت در دانش‌آموزان مبتلا در سه ماهه بعد بهبودی بود، به‌طوری که تغییرات کاهشی این پارامترها در دانش‌آموزان مبتلا به کرونا نسبت به دانش‌آموزان سالم بیشتر بود. در نتیجه، به دبیران تربیت بدنی و مربیان توصیه می‌شود تا در طراحی طرح درس سالانه و برنامه تمرینی خود در دوران پساکرونا برنامه‌ریزی‌های خود را به نحوی انجام دهند که ورزشکاران مبتلا شده به کرونا کمتر احساس خستگی کنند و حرکات پیچیده و دشوار را قبل از وقوع خستگی تمرین و آموزش دهند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای این پژوهش، ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشگاه شهید باهنر کرمان در نظر گرفته شده است و کد اخلاق به شماره R.UK.REC.1400.013 دریافت شده است.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی آقای رضا رحیم‌پور مرادی با راهنمایی آقای دکتر محمدرضا امیرسیف‌الدینی و مشاوره آقای دکتر محمدتقی امیری خراسانی گروه بیومکانیک ورزشی دانشگاه شهید باهنر کرمان می‌باشد.

مشارکت‌نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت یکسان داشته‌اند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته بیومکانیک ورزشی دانشگاه شهید باهنر کرمان به راهنمایی آقای دکتر محمدرضا امیرسیف‌الدینی و مشاوره آقای دکتر محمدتقی امیری خراسانی است و از آن‌ها تشکر و قدردانی می‌شود.

مبتلا در این تحقیق ممکن است نتیجه کاهش تعامل بیومکانیکی میان سگمان‌های مختلف باشد. برای مثال امکان دارد که افراد در پاسخ به اغتشاش، کمتر از حرکات تنه استفاده کنند که این مسئله به‌صورت تلاش در افزایش مشارکت سگمان‌ها پروگزیمال در تصحیح و بهبود تعادل نمایان می‌شود تا گشتاور اکستنسوری لازم برای بازگرداندن تعادل را کاهش دهد. این امر نیز می‌تواند به نحوی بیانگر تغییر راهبرد لازم برای کنترل تعادل باشد، زیرا خستگی سبب کاهش موقت قدرت عضله چهارسر ران شده و احتمالاً توانایی آن برای ایفای نقش‌اش در کنترل تعادل کم شده است. همچنین نتایج تحقیق در گروه سالم با تحقیق ستین^{۳۱} و همکاران و زیچ^{۳۲} و همکاران همخوانی دارد [۲۱، ۳۲]. در نتیجه، تأثیر خستگی بر تعادل پویای افراد مبتلا معنادار است و تعادل پویا را کاهش داد، اما در دانش‌آموزان سالم تأثیری دیده نشد.

نتایج حاصل از تحلیل دقت شوت فوتبال نشان داد بین دقت شوت فوتبال دانش‌آموزان سالم قبل و بعد از خستگی تغییر قابل مشاهده‌ای وجود نداشت، اما مقدار دقت شوت فوتبال دانش‌آموزان مبتلا به کرونا بعد از خستگی کاهش یافته است. از یافته‌های این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که برای حفظ تعادل بهینه هنگام اجرای مهارت‌های گوناگون در فوتبال، کارکرد و اعمال نیروی مناسب عضلات طرفی عمل‌کننده در اطراف مفاصل مچ پا و به ویژه مفصل ران، اهمیت زیادی دارد [۳۳]. به همین دلیل وقتی نیروی عضلات ناشی از خستگی کم شود، این عضلات عمل‌کننده هنگام شوت فوتبال نیروی لازم برای زدن ضربه‌ای دقیق را ندارند و باعث می‌شود دقت شوت نسبت به لحظه‌ای که عضله خسته نیست، پایین‌تر بیاید. از سوی دیگر، پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند با افزایش خستگی عضلات ساق، جابه‌جایی مرکز فشار بیشتر شده و این بدان معناست که نوسانات قدامی نیز افزایش پیدا کرده است و افزایش نوسانات قدامی می‌تواند باعث کاهش کنترل پاسچر و در نتیجه کاهش دقت در تیراندازی شود [۳۴، ۳۵] که پیش‌بینی می‌شود این تأثیر در دقت شوت فوتبال افراد مبتلا هم وجود داشته است که با تحقیق ویکتورمارتینز^{۳۳} و همکاران همخوانی دارد [۳۶].

باتوجه به مباحث مطرح‌شده و تحقیق سولیوان^{۳۴} و همکاران که در مطالعه خود گزارش کردند، ورزشکارانی که قبل از شیوع کرونا فعالیت‌های ورزشی حرفه‌ای را انجام می‌دادند، در حال حاضر با مشکلاتی نظیر افسردگی، بی‌حالی، افت قدرت و در نهایت افت عملکرد رو به رو هستند [۳۷]، می‌توان با توجه به نقش عواملی مانند خستگی در بیماران کرونایی، موجب برتری مکانیکی بیشتر ورزشکاران مبتلا شده به کرونا شد. از آنجایی که طبق نتایج، خستگی باعث کاهش تعادل، دقت و گام‌برداری شده است،

31. Cetin

32. Zech

33. Víctor Torreblanca-Martínez

34. Mariah Sullivan

References

- [1] Casanova LM, Jeon S, Rutala WA, Weber DJ, Sobsey MD. Effects of air temperature and relative humidity on coronavirus survival on surfaces. *Appl. Environ. Microbiol.* 2010;76(9):2712-7. [DOI:10.1128/AEM.02291-09] [PMID] [PMCID]
- [2] World Health Organization. Laboratory testing of human suspected cases of novel coronavirus (nCoV) infection: Interim guidance. Geneva: World Health Organization; 2020. [Link]
- [3] Taheri S. A review on Coronavirus disease (COVID-19) and what is known about it. *Depiction of Health.* 2019; 11(1): 87-93. URL: <https://doh.tbzmed.ac.ir/fa/Article/doh-295> [DOI:10.34172/doh.2020.09]
- [4] Ramazani-nezhad R. Physical education in school. Tehran: SAMT; 2018. [Link]
- [5] Jhamb M, Weisbord SD, Steel JL, Unruh M. Fatigue inpatients receiving maintenance dialysis. *American Journal of Kidney Diseases.* 2008; 52(2):353-65. [DOI:10.1053/j.ajkd.2008.05.005] [PMID] [PMCID]
- [6] Bigland-Ritchie B, Woods J. Changes in muscle contractile properties and neural control during human muscular fatigue. *Muscle & Nerve.* 1984; 7(9): 691-9 [DOI:10.1002/mus.880070902] [PMID]
- [7] Naserpour H, Sadeghi H. The effect of short-term use of cold spray on strength and ankle joint position sense in professional wrestlers. *Journal of Sport Biomechanics.* 2017; 3(2):43-50. <http://biomechanics.iauh.ac.ir/article-1-125-en.html>
- [8] May CP. Synchrony effects in cognition: The costs and a benefit. *Psychonomic Bulletin & Review.* 1999; 6:142-7. [DOI:10.3758/BF03210822] [PMID]
- [9] Guskiewicz km, Perrin DH. Research and clinical applications of assessing balance. *Journal of Sport Rehabilitation.* 1996; 5(1):45-63. [DOI:10.1123/jsr.5.1.45]
- [10] Ghandili Sh, Sadeghi H. Reliability assessment of functional balance tests in semi-professional adolescent and young girls of several selected sport fields. *Journal of Exercise Science and Medicine.* 2017; 9(1):1-14. [DOI: 10.22059/jsmed.2017.62868]
- [11] Paterno MV, Myer GD, Ford KR, Hewett TE. Neuromuscular training improves single-limb stability in young female athletes. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy.* 2004; 34(6):305-16. [DOI:10.2519/jospt.2004.34.6.305] [PMID]
- [12] Salci Y, Kentel BB, Heycan C, Akin S, Korkusuz F. Comparison of landing maneuvers between male and female college volleyball players. *Clinical Biomechanics.* 2006; 19(6):226-8. [Link]
- [13] Hisham NA, Nazri AF, Madete J, Herawati L, Mahmud J. Measuring ankle angle and analysis of walking gait using kinovea. Paper Presented at: International Medical Device and Technology Conference. 2017; Universiti Teknologi Malaysia, Johor, Malaysia. <https://repository.unair.ac.id/96814/>
- [14] Jimenez-Olmedo JM, Penichet-Tomás A, Villalón-Gasch L, Pueo B. Validity and reliability of smartphone high-speed camera and Kinovea for velocity-based training measurement. *Journal of Human Sport and Exercise.* 2020; 16(4). [DOI:10.14198/jhse.2021.164.11]
- [15] Fernández-González P, Cuesta-Gómez A, Miangolarra-Page JC, Molina-Rueda F. Reliability and Validity of Kinovea to Analyze Spatiotemporal Gait Parameters. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.* 2020; X(X):1-13. [Link]
- [16] Amiri-Khorasani M, Mohammadkazemi R, Sarafrazi S, Riyahi-Malayeri S, Sotoodeh V. Kinematics analyses related to stretch-shortening cycle during soccer instep kicking after different acute stretching. *Journal of strength and conditioning research.* 2012; 26(11):3010-7. [DOI:10.1519/JSC.0b013e3182443442] [PMID]
- [17] Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": A test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American geriatrics Society.* 1991; 39(2):142-8. [DOI:10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x]
- [18] Rockwood K, Awalt E, Carver D, MacKnight C. Feasibility and measurement properties of the functional reach and the timed up and go tests in the Canadian study of health and aging. *The Journals of gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences.* 2000; 55(2):M70-3. [DOI:10.1093/gerona/55.2.m70] [PMID]
- [19] Lee M, Kim J, Son J, Kim Y. Kinematic and kinetic analysis during forward and backward walking. *Gait & Posture.* 201; 38(4):674-80. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2013.02.014] [PMID]
- [20] Chojak-Fijalka K, Smoleski O, Milkowski A, Piotrowski W. The effects of 6-month physical training conducted during hemodialysis in ESRD patients. *Rehabilitacja Medyczna.* 2006; 10(2): 25-36. [Link]
- [21] Cetin N, Bayramoglu M, Aytar A, Surenkok O, Yemisci OU. Effects of Lower-Extremity and Trunk Muscle Fatigue on Balance. *The Open Sports Medicine Journal.* 2008; 2:16-22. [DOI: 10.2174/1874387000802010016]
- [22] Liu JJ, Bao Y, Huang X, Shi J, Lu L. Mental health considerations for children quarantined because of COVID-19. *The Lancet Child & Adolescent Health.* 2020; 4(5):347-9. [DOI:10.1016/S2352-4642(20)30096-1] [PMID] [PMCID]
- [23] Li W, Yang Y, Liu ZH, Zhao YJ, Zhang Q, Zhang L, et al. Progression of mental health services during the COVID-19 outbreak in China. *International Journal of Biological Sciences.* 2020; 16(10):1732-8. [DOI:10.7150/ijbs.45120] [PMID] [PMCID]
- [24] Duan L, Zhu G. Psychological interventions for people affected by the COVID-19 epidemic. *The Lancet Psychiatry.* 2020; 7(4):300-2. [DOI:10.1016/S2215-0366(20)30073-0] [PMID] [PMCID]
- [25] Carter SJ, Baranaukas MN, Fly AD. Considerations for Obesity, Vitamin D, and Physical Activity Amid the COVID-19 Pandemic. *Obesity.* 2020; 28(7):1176-7. [DOI:10.1002/oby.22838] [PMID] [PMCID]
- [26] Barbieri FA, Lee YJ, Gobbi LTB, Pijnappels M, Van Dieën JH. The effect of muscle fatigue on the last stride before stepping down a curb. *Gait & Posture.* 2013; 37(4):542-6. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2012.09.015] [PMID]
- [27] Gheitasi M, Bayat Tourk M, Hovanloo F, Porrajab H. Comparing the effect of a fatigue protocol on kinematic gait parameters in students with genu valgum and genu varum and their normal peers. *Physical Treatments.* 2019; 9(2):97-106. [DOI:10.32598/ptj.9.2.97]

- [28] Frick U, Schmidbleicher D, Worn C. Vergleich biomechanischer meßverfahren zur bestimmung der sprunghöhe bei vertikalsprüngen. *Leistungssport*. 1991; 21(2):48-53. <https://www.iat.uni-leipzig.de/datenbanken/iks/ls/Record/2001836>
- [29] Lephart SM, Ferris CM, Riemann BL, Myers JB, Fu FH. Gender differences in strength and lower extremity kinematics during landing. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2002; (401):162-9. [DOI:10.1097/00003086-200208000-00019] [PMID]
- [30] Hatfield G. The effects of quadriceps impairment on lower limb kinematics, kinetics and muscle activation during gait in young adults. [MSc thesis]. Nova Scotia: Dalhousie university; 2009. https://www.collectionscanada.gc.ca/obj/thesescanada/vol2/002/MR56370.PDF?is_thesis=1&oclc_number=748081622
- [31] Thomas AC, Palmieri-Smith RM, McLean SG. Isolated hip and ankle fatigue are unlikely risk factors for anterior cruciate ligament injury. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2011; 21(3):359-68. [DOI:10.1111/j.1600-0838.2009.01076.x] [PMID]
- [32] Zech A, Steib S, Hentschke CH, Eckhardt H, Pfeifer K. Effects of localized and general fatigue on static and dynamic postural control in male team handball athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2012; 26(4):1162-8. [DOI:10.1519/JSC.0b013e31822dfbbb] [PMID]
- [33] Johari, Kamran. Shojauddin, Seyed Sadruddin. [The effect of abductor fatigue and hip and ankle adapters on the dynamic balance of football players (Persian)]. *Journal of Exercise Science and Medicine*. 2013; 11:5-22. [Link]
- [34] Vuillerme N, Nougier V, Prieur JM. Can vision compensate for a lower limbs muscular fatigue for controlling posture in humans? *Neuroscience Letters*. 2001; 308(2):103-6. [DOI:10.1016/S0304-3940(01)01987-5] [PMID]
- [35] Sartika S, Dawal S. Investigation on lower leg muscles activity and discomfort on prolonged standing task. Paper at: *International Conference for Technical Postgraduates*. 14-15 December 2009. Kuala Lumpur, Malaysia. [DOI:10.1109/TECH-POS.2009.5412066]
- [36] Torreblanca-Martínez V, Nevado-Garrosa F, Otero-Saborido FM, Gonzalez-Jurado JA. Effects of fatigue induced by repeated-sprint on kicking accuracy and velocity in female soccer players. *Plos One*. 2020;15(1):e0227214.. [DOI:10.1371/journal.pone.0227214] [PMID] [PMCID]
- [37] Sullivan M, Moore M, Blom LC, Slater G. Relationship between social support and depressive symptoms in collegiate student athletes. *Journal for the Study of Sports and Athletes in Education*. 2020; 14(1):1-18. [Link]

This Page Intentionally Left Blank