

Research Paper

Comparison of Static, Dynamic Balance, Knee Joint Position Among Healthy Women and Those Infected with COVID-19



*Salehe Negarestani¹, Mohammadreza Amirseyfaddini¹, Abdolhamid Daneshjoo², Masoud karimzadeh³, Sheida Shourabadi¹

1. Department of Sports Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran.
2. Department of Sports Pathology and Corrective Movements, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran.
3. Department of Sports Pathology and Corrective Movements, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran.



Citation Negarestani S, Amirseyfaddini MR, Daneshjoo A, Karimzadeh M, Shourabadi SH. Comparison of Static, Dynamic Balance, Knee Joint Position Among Healthy Women and Those Infected with COVID-19. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2021; 10(5):1066-1079. <https://doi.org/10.32598/SJRM.10.5.5>

doi <https://doi.org/10.32598/SJRM.10.5.5>



Received: 27 Jul 2021

Accepted: 14 Sep 2021

Available Online: 22 Nov 2021

Keywords:

Static Balance, Dynamic Balance, Position Sense, COVID-19

ABSTRACT

Background and Aims The Coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic has created widespread and long-lasting impacts on human health. Infection induces harm and damage to various systems, including the respiratory, digestive, kidney, and central nervous systems. Hence, considering its effects on the central nervous system (CNS) and nervous disorders and the fact that the CNS can impact balance and “position sense”, the objective of this study was to compare static balance, dynamic balance, and knee joint position sense among women (with COVID-19 and healthy subjects).

Methods In this study, 15 women infected with COVID-19 (age: 47.73 ± 3.44 years, height: 162.53 ± 4.17 cm, mass: 70.33 ± 4.67 kg, and body mass index (BMI): 26.63 ± 1.62 kg/m²) and 15 healthy women (age: 47.53 ± 3.27 years, height: 161.13 ± 4.56 cm, and mass: 67.66 ± 4.25 kg, and BMI: 26.11 ± 2.10 kg/m²) were analyzed. Sharpdromberg and time up and go tests were utilized to respectively evaluate static and dynamic balance as well as knee joint position sense. The data were recorded by angular reconstruction and via a digital camera. Balance and sense of status tests were performed for both groups, and ultimately, the results were evaluated utilizing an independent t-test.

Results The findings revealed a significant difference between static and dynamic balance among the two groups of women (with COVID-19 & healthy) ($P < 0.05$). Moreover, there was a significant difference between knee joint position sense ($P < 0.05$), where the COVID group had 2.64 degrees more reconstruction error than the healthy group.

Conclusion The static, dynamic balance, and knee joint position sense of the COVID group decreased, which can lead to an increase in the contingency of dropping/falling among these individuals.

Extended Abstract

1. Introduction

T

he Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) first emerged in Wuhan, China, in 2019, causing a new pan-

demic called Coronavirus disease 2019 (COVID-19), unprecedented in modern medicine. The World Health Organization declared COVID-19 as a global pandemic on January 30, 2020. It is the sixth cause of public health emergencies worldwide. The effects of this virus on human health are widespread and long-lasting. The infection causes damage to various systems, including the respiratory, digestive, kid-

*** Corresponding Author:**

Salehe Negarestani

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

Tel: +98 (34) 3132313177

E-Mail: negarestani.salehe@yahoo.com

ney, and central nervous systems. COVID-19 may therefore induce complications, such as headache, consciousness disorder, angitis, delirium, seizures, electroencephalography changes, meningitis, encephalitis or inflammation of the brain, myelitis, acute encephalopathy, neurogenic respiratory failure, myoclonus, stroke, silent hypoxia, lesion of regular obsessions, malignant neuroleptic syndrome, etc. It should be noted that the SARS-COV-2 can directly bring about these complications or exacerbate the existing situation. Also, in a range of studies, complications, such as fatigue, visual impairment, hearing and vestibular disorders, and dizziness have been reported in people with COVID-19. Considering the effects of COVID-19 on the central nervous system (CNS) and neurological disorders caused by the virus, and the effect of the CNS on balance and sense of status, the aim of this study was to compare static balance, dynamic balance, and knee joint position sense between women with COVID-19 and healthy female subjects. Since balance and position sense are essential in daily activities and optimal life, as well as reducing the risks and harms of the disease complications, early diagnosis of these complications is very significant. It is also likely that the SARS-COV-2 (COVID-19) has a significant effect on balance and knee joint position sense in middle-aged women.

2. Materials & Methodology

In this study, the statistical sample consisted of 15 women infected with COVID-19 (age: 47.73 ± 3.44 years, height: 162.53 ± 4.17 cm, mass: 70.33 ± 4.67 kg, and body mass index (BMI): 26.63 ± 1.62 kg/m²) with symptoms of respiratory distress, such as the early onset of shortness of breath and chest pain with dizziness, fatigue and those with gastrointestinal symptoms admitted/discharged from the hospital and 15 healthy women (age: 47.53 ± 3.27 years, height: 161.13 ± 4.56 cm, mass: 67.66 ± 4.25 kg, and BMI: 26.11 ± 2.10 kg/m²) with no COVID-19 symptoms. Sharpendromberg and time up and go tests were used to assess static and dynamic balance, respectively, and knee joint position sense was recorded by angular reconstruction and a digital camera. The tests related to balance and joint position sense were performed on both groups and ultimately, the findings were evaluated utilizing an independent t-test. It should be noted that before performing the test, the subjects were explained how to measure the tests and they were also requested to complete a written consent for participating in the study.

3. Results

The findings of this study indicated a significant difference in the static and dynamic balance between the two groups ($P < 0.05$). Additionally, there was a significant dif-

ference in knee joint position sense ($P < 0.05$). COVID-19 patients had 2.64 degrees more repositioning errors than healthy individuals.

Chart 1: Static & Dynamic Balance in women with and without COVID-19 of in healthy and COVID-19 () Women

Chart 2: Knee repositioning error (45 Degrees) in women with and without COVID-19

4. Conclusion

Considering the novelty of the COVID-19, no such research has been conducted on comparing the static and dynamic balance and sense of position in healthy individuals as well as those infected with COVID-19, and to the best of our knowledge, this is the first research on this topic in Iran.

Timely identification of the primary mechanisms of each disease and its complications is the first and best step toward resolving the complication. Considering that the static and dynamic balance and knee joint position sense of people with Coronavirus (COVID-19) decreases and the imbalance and position sense affect many of the activities of the individual and to have a desirable life, balance is required; thus, it is important to have a timely diagnosis of the balance in people infected with COVID-19 and healthy people and reduce the costs of treatment and also prevent dangerous consequences after hospital discharge, such as falls by providing rehabilitation exercises to improve balance and proprioception for these people. Therefore, in addition to breathing exercises, it is recommended to use rehabilitation exercises to improve balance.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles are considered in this article. The ethical principles observed in the article, such as the informed consent of the participants, the confidentiality of information, the permission of the participants to cancel their participation in the research. Ethical approval was obtained from the Research Ethics Committee of the shahid bahonar University. (Ethical Code: IR.UK.REC.1400.016)

Funding

This article is taken from the Master of Salehe Negaes-tani, a student in the Department of Sports Biomechan-

ics, Faculty of Physical Education and Sports Sciences,
Shahid Bahonar University, Kerman.

Authors' contributions

Conceptualization, research design, methodology, data analysis, writing and data collection: Saleh Negarestani; Supervising all stages of study, conceptualization and review, research design, methodology, data analysis and writing: Mohammad Reza Amirsifaldini and Abdolhamid Daneshjoo; Writing, data analysis: Masoud Karimzadeh; Data collection: Sheida Shurabadi.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We hereby thank all the immediate support and guidance of the respected professors and all the subjects who accompanied us in carrying out this research and the Faculty of Physical Education of Shahid Bahonar University of Kerman for their support.

مقاله پژوهشی

مقایسه تعادل ایستا، پویا و حس وضعیت مفصل زانو بین زنان مبتلا به ویروس کرونا (کووید-۱۹) و سالم

*صالحه نگارستانی^۱، محمدرضا امیرسیف الدینی^۱، عبدالحمید دانشجو^۲، مسعود کریم زاده^۳، شیدا شورآبادی^۱

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران.
۲. گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران.
۳. گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

چکیده

تاریخ دریافت: ۵ مرداد ۱۴۰۰
تاریخ پذیرش: ۲۳ شهریور ۱۴۰۰
تاریخ انتشار: ۱ آذر ۱۴۰۰

مقدمه و اهداف: ویروس کرونا، باعث یک بیماری همه گیر جدید به نام شده که اثرات آن بر سلامت انسان گسترده و طولانی مدت است. آلودگی به این ویروس باعث ایجاد آسیب به سیستم های مختلف از جمله دستگاه تنفسی، گوارشی، کلیه و سیستم عصبی مرکزی می شود. با توجه به اثرات ویروس کرونا بر سیستم عصبی مرکزی و اختلالات عصبی ناشی از این ویروس و تأثیر سیستم عصبی مرکزی بر تعادل و حس وضعیت، هدف از انجام این پژوهش مقایسه تعادل ایستا، تعادل پویا و حس وضعیت مفصل زانو بین زنان مبتلا به ویروس کرونا و سالم می باشد.

مواد و روش ها: در این تحقیق نمونه آماری شامل ۱۵ نفر زن مبتلا به ویروس کرونا (سن $47/73 \pm 3/44$ سال، قد $162/53 \pm 4/17$ سانتی متر، جرم $70/33 \pm 4/67$ کیلوگرم و شاخص توده بدنی $26/63 \pm 1/62$ کیلوگرم بر متر به توان ۲) و ۱۵ نفر زن سالم (سن $47/53 \pm 3/27$ سال، قد $161/4 \pm 13/56$ سانتی متر و جرم $67/66 \pm 4/25$ کیلوگرم و شاخص توده بدنی $26/11 \pm 2/10$ کیلوگرم بر متر به توان ۲) بود. از آزمون های شاپیندروم برگ و زمان برخاستن و رفتن به ترتیب برای ارزیابی تعادل ایستا و پویا استفاده شد و حس وضعیت مفصل زانو از طریق بازسازی زاویه ای و توسط دوربین دیجیتال ثبت شد. تست های مربوط به تعادل و حس وضعیت برای هر دو گروه در شرایط یکسان انجام شد و در نهایت نتایج به دست آمده با استفاده از آزمون آماری تی مستقل مورد بررسی قرار گرفت.

یافته ها: یافته ها نشان داد بین تعادل ایستا و پویای دو گروه افراد مبتلا به ویروس کرونا و سالم اختلاف معناداری وجود داشت ($P < 0/05$). همچنین بین حس وضعیت مفصل زانو دو گروه اختلاف معناداری وجود داشت ($P < 0/05$)، به طوری که افراد مبتلا به ویروس کرونا دارای $2/64$ درجه خطای بازسازی بیشتری نسبت به افراد سالم بودند.

نتیجه گیری: با توجه به اینکه تعادل ایستا، پویا و حس وضعیت مفصل زانو افراد مبتلا به ویروس کرونا کاهش پیدا می کند، این امر می تواند احتمال سقوط و زمین خوردن را در این بیماران افزایش دهد.

کلیدواژه ها:

تعادل ایستا، تعادل پویا، حس وضعیت، کرونا ویروس

مقدمه

اضطراری بهداشت عمومی در سراسر جهان اعلام کرد [۳]. اکثر مبتلایان به ویروس کرونا ابتدا علائم خفیفی مشابه با علائم سرماخوردگی دارند، اما بعد از گذشت چند روز از ابتلای فرد به این ویروس علائم شدیدتر بروز می کند [۴]. در ۱۴ اسفند ۱۳۹۸ محققان چین از گسترش و تأثیر این ویروس از دستگاه تنفسی به سیستم عصبی مرکزی^۲ گزارش هایی را ارائه دادند مبنی بر این که ویروس کرونا می تواند باعث ایجاد اختلالات عصبی و در موارد شدیدتر باعث آسیب به سیستم عصبی مرکزی شود [۵].

ویروس کرونا یک بیماری همه گیر است که در سال ۲۰۱۹ در ووهان^۱ چین پدید آمد [۱]. ویروس کرونا به سرعت در سراسر جهان گسترش یافت و در زمان کمی به یک همه گیری و مشکل جهانی تبدیل شد [۲]، به طوری که بعد از افزایش تعداد مبتلایان و همه گیری جهانی این ویروس، سازمان بهداشت جهانی در ۳۰ ژانویه ۲۰۲۰ شیوع ویروس کرونا را ششمین عامل وضعیت

2. Central Nervous System (CNS)

1. Wuhan

* نویسنده مسئول:

صالحه نگارستانی

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

تلفن: ۳۱۳۲۳۱۳۱۷۷ (۳۴) ۹۸+

رایانامه: negarestani.salehe@yahoo.com

سردرد، اختلال هوشیاری، آنژیوتاسیون^۹، انسفالیت^{۱۰} یا التهاب مغز، میلیت، انسفالوپاتی حاد^{۱۱}، سکتة مغزی، ضایعه عقده‌های قاعده‌ای، سندرم نورولپتیک^{۱۲} بدخیم، اختلال بینایی، اختلالات شنوایی و دهلیزی، سرگیجه را ایجاد کند. ویروس کرونا می‌تواند مستقیماً باعث بروز این عوارض شود یا اینکه وضعیت موجود را تشدید کند [۱۸، ۱۹].

یکی از رایج‌ترین نظریه‌ها در مورد تعادل، نظریه سیستم‌ها است. طبق نظریه سیستم‌ها، حفظ کنترل قامت در فضا و تعادل، حاصل عملکرد و تداخل بین سیستم‌های مختلف عضلانی، اسکلتی و عصبی می‌باشد. به طوری که سیستم عصبی مرکزی از اطلاعات سیستم‌های بینایی، دهلیزی و حسی-پیکری (شامل حس وضعیت مفاصل و حس محیطی) استفاده می‌کند و نسبت به وضعیت قرارگیری بدن و مرکز ثقل بدن در فضا آگاه شده و در صورت نیاز، پاسخ حرکتی مناسب را برای مقابله با موقعیت بدن و یا حفظ آن، فعال می‌کند [۲۰]. به نظر می‌رسد مشکلات سیستم عصبی مرکزی ناشی از ویروس کرونا ممکن است تعادل این افراد را کاهش دهد.

تعادل، توانایی نگهداری خط مرکز ثقل در محدوده سطح اتکا تعریف می‌شود [۲۱]. تعادل را می‌توان به دو صورت ایستا «توانایی ماندن در یک حالت پایه با کمترین حرکت» و پویا «توانایی اجرای یک کار در حالتی که وضعیت پایدار بماند» دسته بندی کرد [۲۲]. همان‌طور که اشاره شد، هنگام انجام یک عمل، اجزای محیطی و مرکزی سیستم عصبی به‌طور مداوم برای حفظ راستای بدن و مرکز ثقل در محدوده سطح اتکا با یکدیگر تعامل دارند، به طوری که سیستم عصبی مرکزی، داده‌های اجزای محیطی دخیل در حفظ تعادل شامل سیستم‌های بینایی، دهلیزی و حس عمقی را پردازش کرده و مناسب‌ترین پاسخ عضلانی را برای کنترل وضعیت بدن انتخاب می‌کند [۲۳]. اهمیت تعادل در اکثر فعالیت‌های روزمره مانند نشستن، ایستادن، راه رفتن بسیار زیاد است [۲۴].

حس عمقی شامل آگاهی از وضعیت مفصل، حرکت مفصل و نیروی موردنیاز برای حرکت می‌باشد [۲۵]. در این تحقیق، حس وضعیت مفصل به‌عنوان یکی از اجزاء حس عمقی در زنان مبتلا به ویروس کرونا و سالم اندازه‌گیری شد. حس وضعیت مفصل، حسی است که به وسیله آن فرد حرکت و موقعیت اعضای بدن خود را درک می‌کند [۲۶]. این حس در مفصل زانو از مجموع پیام‌آورهای گیرنده‌های عضلات، تاندون‌ها، کپسول مفصلی، لیگامان‌ها، اتصالات منیسکی و پوست ناشی می‌شود. گیرنده‌های عضله و مفصل عمده‌ترین

شایع‌ترین و مهم‌ترین علائم ویروس کرونا ۲۰۱۹ (کووید-۱۹) بیماری تنفسی است، اما گزارشات مربوط به علائم سیستم عصبی مرکزی در حال افزایش است. برای ورود و تأثیر ویروس کرونا به سیستم عصبی مرکزی راه‌های متفاوتی وجود دارد. یکی از این راه‌ها گیرنده آنزیم مبدل آنژیوتانسین دو^۳ می‌باشد که این گیرنده هدفی مهم برای انواع ویروس‌ها از جمله ویروس کرونا می‌باشد [۶].

ویروس کرونا با اتصال به آنزیم مبدل آنژیوتانسین دو در اندوتلیوم مویرگی باعث آسیب سد خونی (محدوده جداکننده بین مایع برون‌سلولی مغز در سیستم اعصاب مرکزی و جریان گردش خون) می‌شود و از این طریق وارد سیستم عصبی مرکزی می‌شود [۷، ۸]. راه‌های عصبی نیز یکی دیگر از مسیرهای ورود ویروس کرونا به سیستم عصبی مرکزی می‌باشد، به طوری که این ویروس با آلوده کردن پایانه‌های اعصاب حسی یا حرکتی با انتقال عصبی رو به عقب یا رو به جلو از طریق پروتئین‌های حرکتی (دینئین و کینزین)^۴، سیستم عصبی مرکزی را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۹، ۱۰]. یکی دیگر از راه‌های ورود ویروس کرونا به سیستم عصبی مرکزی از طریق دستگاه بویایی می‌باشد. به این صورت که بعد از گذشت ۷ روز، ویروس کرونا از طریق دستگاه بویایی به مایع مغزی و مغز می‌رسد و باعث ایجاد التهاب و واکنش دمیالینه‌کننده در سیستم عصبی مرکزی می‌شود [۱۱].

میلین^۵ در رشته‌های عصبی، مانع عبور ویروس از بافت اطراف به آکسون^۶ می‌شود عدم وجود میلین در اعصاب اتونوم^۷ منجر به حمله ویروس کرونا به آکسون می‌شود که این مورد هم ممکن است راهی دیگر برای انتقال ویروس به سیستم عصبی مرکزی باشد [۱۲]. همچنین با قرار گرفتن چشم‌ها در برابر این ویروس و از طریق عصب بینایی به سیستم عصبی مرکزی منتقل می‌شود. [۱۳]. همچنین ابتلا به ویروس کرونا باعث واکنش بسیار شدید سیستم ایمنی بدن می‌شود. التهاب ناشی از فعالیت بیش از حد سیستم ایمنی بدن، یکی دیگر از عوامل آسیب به سیستم عصبی مرکزی می‌باشد. ویروس کرونا به‌ویژه ویروس سارس باعث ایجاد سندرم طوفان سایتوکاین^۸ می‌شود که می‌تواند یکی از عوامل دخیل در آسیب حاد مغزی در مبتلایان به این ویروس باشد [۱۴، ۱۵].

در سیستم عصبی، دو سلول اصلی گلیال نقش سیستم ایمنی را ایفا می‌کنند و ویروس کرونا می‌تواند سلول‌های گلیال را فعال کرده و حالت التهابی را ایجاد کند [۱۶، ۱۷]. ورود ویروس کرونا به سیستم عصبی مرکزی می‌تواند عوارضی شامل

3. Angiotensin-Converting Enzyme (ACE2)

4. Kinesin and Dynein

5. Myelin

6. Axon

7. Autonomic Nervous

8. Cytokine

9. Angiotensin

10. Encephalitis

11. Acute Disseminated Encephalo Myelitis (ADEM)

12. Neuroleptic Malignant Syndrome (NMS)

منابع تأمین کننده حس وضعیت مفصل زانو هستند. همچنین فعالیت عضلانی اطراف مفصل که سبب ایجاد ثبات در مفصل می شود، تحت تأثیر سیستم عصبی مرکزی بوده و وابسته به داده های ناشی از سیستم حسی حرکتی (شامل داده های حس وضعیت) می باشد [۲۷]. در همه گروه های سنی نقش و تأثیر نسبی حس وضعیت مفصل در غیاب سایر حواس بر تعادل بسیار زیاد است. چنانکه افراد برای حفظ تعادل بیش از هر چیز به اطلاعات این حس وابسته هستند [۲۸، ۲۹].

از آنجا که تعادل و حس وضعیت در انجام فعالیت های روزمره و زندگی مطلوب ضروری است و به دلیل ایجاد مشکلات ساختاری و عملکردی در سیستم عصبی مرکزی ناشی از بیماری کرونا، به نظر می رسد تعادل این افراد دچار اختلال شود. با توجه به روند رو به افزایش بیماری کرونا در ایران و جهان و اینکه مطالعات محدودی در این زمینه انجام شده است، محقق بر آن شد تا تعادل ایستا و پویا و حس وضعیت مفصل زانو با استفاده از تست های مربوط به این فاکتورها در زنان میان سال مبتلا به ویروس کرونا و سالم را بررسی کند و در نهایت، برای اینکه به پاسخ این سؤال برسیم که آیا بین تعادل ایستا و پویا و حس وضعیت زنان میان سال مبتلا به ویروس کرونا (کووید-۱۹) و سالم اختلاف معناداری وجود دارد یا خیر؟

مواد و روش ها

پژوهش حاضر از نوع کاربردی است. شرکت کنندگان با توجه به پرسش نامه ثبت اطلاعات فردی و سوابق بیماری که از قبل تهیه و در اختیار شرکت کنندگان قرار داده شده بود، وارد این مطالعه شدند. شرایط ورود به تحقیق اعم از رده سنی میان سال و برخورداری از سلامت عمومی جسمی و روحی افراد مبتلا به ویروس کرونا قبل از ابتلا و برخورداری از سلامت عمومی جسمی و روحی افراد مبتلا نشده به ویروس کرونا و شاخص توده بدنی 13 متناسب با دیگر آزمودنی ها و عدم مصرف هر گونه موادمخدر و داشتن حس شنوایی سالم در حدی که در ایجاد ارتباط با دیگران مشکلی نداشته باشند، بود. همچنین شرایط عدم نیاز به وسایل کمکی نظیر عصا و واکر برای ایستادن و راه رفتن و عینک نداشتن و دارای دید نزدیک به $6/60$ را داشته باشند. نمونه آماری پژوهش شامل 15 نفر زن مبتلا به ویروس کرونا (سن (سال) $47/73 \pm 3/44$ ، قد (سانتی متر) $162/53 \pm 4/17$ ، جرم (کیلوگرم) $70/33 \pm 6/67$ و شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر 2) $26/63 \pm 1/62$ است. این افراد علائم شاخص رنج تنفسی از جمله شروع زودرس تنگی نفس و درد قفسه سینه به همراه گیجی، خستگی و علائم گوارشی داشتند و در بیمارستان بستری شده اند و از بیمارستان مرخص شده بودند. جامعه آماری شامل 15 نفر زن سالم (سن (سال) $47/53 \pm 3/27$ ، قد (سانتی متر)،

$161/13 \pm 4/56$ ، جرم (کیلوگرم) $67/66 \pm 4/25$ و شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر 2) $26/2 \pm 1/10$ است. افرادی که در دوره پاندمی کرونا هیچ گونه علائم مربوط به ویروس کرونا را نداشتند. قبل از انجام آزمون درباره چگونگی و نحوه اندازه گیری ها، آزمودنی ها توجیه شدند و از آن ها خواسته شد رضایت نامه کتبی شرکت در تحقیق را تکمیل کنند. آزمون دهنده ها در صورت عدم همکاری مناسب از تحقیق خارج می شدند.

ارزیابی تعادل ایستا

برای ارزیابی تعادل ایستا از آزمون شارپنדרومبرگ 14 استفاده شد. این آزمون شامل وضعیت ثابتی است که در آن آزمودنی بدون کفش روی سطح صاف می ایستد و پای برتر را جلوی پای غیربرتر می گذارد؛ به این صورت که پاشنه پای جلو به پنجه پای عقب برخورد کند. دست ها به حالت ضربدر روی سینه و کف دست روی شانه طرف مخالف قرار می گیرد. این آزمون با چشمان بسته اجرا شد (تصویر شماره ۱). مدت زمانی که آزمودنی قادر باشد این حالت را با چشمان بسته حفظ کند، امتیاز وی محسوب می شود (پایایی با چشم بسته $0/77 - 0/76$) [۳۰].

ارزیابی تعادل پویا

برای ارزیابی تعادل پویا از آزمون زمان برخاستن و رفتن 15 استفاده شد. این آزمون شامل 6 مرحله است که آزمودنی باید آن ها را پشت سر هم انجام دهد. برای اجرای این آزمون ابتدا یک صندلی به فاصله 3 متری از یک مانع (پایان مسیر) قرار داده می شود (تصویر شماره ۲). سپس از آزمودنی خواسته شد بدون کمک دست هایش از روی صندلی برخیزد و پس از طی مسیر 3 متری برگردد و روی صندلی بنشیند. از آزمودنی خواسته شد که در سریع ترین حالت ممکن و بدون دودیدن این عمل را انجام دهد. برای آشنایی با نحوه اجرای آزمون، آزمودنی ها قبل از ثبت رکورد آزمون، این عمل را 3 بار تمرین کردند [۳۱]. سپس آزمودنی 3 بار آزمون را اجرا کرد و میانگین این 3 بار به عنوان رکوردش ثبت شد (پایایی $0/99$) [۳۲].

ارزیابی حس وضعیت مفصل زانو

در اندازه گیری حس وضعیت از روش مارکرگذاری، کس برداری با دوربین دیجیتال (دوربین دیجیتال کائن مدل EOS 750D) و محاسبه زاویه ها از نرم افزار اتوکد استفاده شد (تصویر شماره ۳). پایایی این روش اندازه گیری با نرم افزار اتوکد بالا ($ICC = 0/97$) گزارش شده است. در ابتدا، فرد به صورت راحت ایستاده و مارکرها را به ترتیب در نقاط (مارکر اول در یک چهارم فوقانی خط بین برجستگی بزرگ تا قسمت میانی خارجی مفصل زانو، مارکر دوم

14. Sharpened Romberg (SR)
15. Timed Up and Go (TUG)

13. Body mass index (BMI)

اندازه‌گیری شد. زاویه توسط فرد برای ۵ ثانیه نگه داشته شد و فرد باید این زاویه را در حافظه کوتاه‌مدت خود ذخیره کند. در این حالت اولین عکس را گرفته (زاویه اصلی) و سپس از فرد خواسته شد که پای خود را به حالت اولیه برگرداند و پس از چند ثانیه فرد به صورت فعال پای خود را به زاویه موردنظر برساند و آن را برای ثبت عکس به آزمون‌گر اعلام کند. این عمل را باید ۳ مرتبه تکرار کند و از هر تکرار یک عکس ثبت شد. سپس با نرم‌افزار اتوکد میزان خطای بازسازی برای هر زاویه محاسبه و میانگین ۳ تکرار به عنوان میزان خطا ثبت شد [۳۵]. دوربین بر روی سه پایه در فاصله ۳ متر از آزمودنی قرار گرفت و عمل کالیبره انجام شد، به طوری که فاصله کانونی^{۱۸} در حالت عادی^{۱۹} قرار داده شد. بعد از عکس برداری، عکس از دوربین به کامپیوتر منتقل شد. برای تعیین زاویه در نرم افزار اتوکد ابتدا با استفاده از attach عکس را وارد نرم افزار اتوکد می‌کنیم با توجه به اینکه زاویه در هر مقیاسی تغییر نمی‌کند نیازی به تغییر مقیاس عکس نمی‌باشد. سپس مارکرها را با استفاده از دستور لاین به هم متصل می‌کنیم. برای اینکه خطوط صاف باشند ابتدا فرمان ortho را فعال می‌کنیم. آنگاه با استفاده از فرمان angular و مشخص کردن دو خطی که زاویه را می‌سازند، زاویه بین آن دو خط در نرم‌افزار نمایش داده می‌شود. برای حذف بازخورد بینایی در طول آزمون از چشم‌بند استفاده شد.

از آزمون شاپیرو ویلک^{۲۰} برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها و از آزمون تی مستقل^{۲۱} برای مقایسه تعادل ایستا، پویا و حس وضعیت بین دو گروه استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS و سطح معناداری ۰/۰۵ برای تعیین معناداری استفاده شد.

18. Focal Length
19. Normal
20. Shapiro-Wilk
21. Independent-T-Test



تصویر ۱. آزمون شارپندر و مبرگ

طب توانبخشی

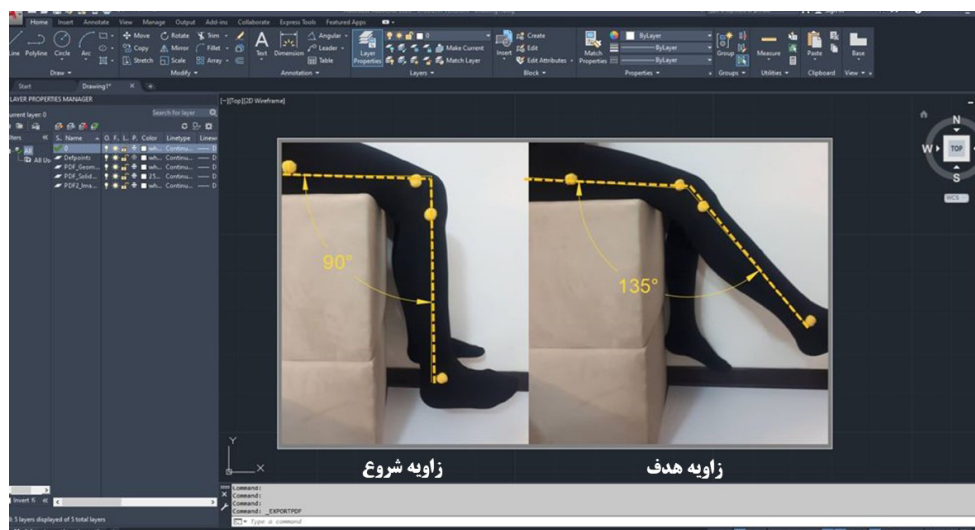
در گردن فیبولا و مارکر سوم در قسمت فوقانی قوزک خارجی) چسبانده شد. سپس از آزمودنی خواسته شد که بر روی صندلی نشسته به وضعیتی که زانو ۹۰ درجه خم است. چهارمین مارکر را در قسمت فوقانی چین پوپلیته آل در راستای لبه فوقانی کشکک چسبانده شد. انتخاب محل مارکرها بر اساس مطالعه لافورچون^{۱۶} و لامروکس^{۱۷} انجام شد [۳۳، ۳۴]. ارتفاع صندلی به گونه‌ای بود که پای فرد در تماس با زمین نباشد و از فرد درخواست شد سر و ستون فقرات خود را صاف و مستقیم نگه داشته و دست خود را در کنار بدن نگه دارد. زانو تقریباً ۹۰ درجه فلکشن و مچ پا در حالت خنثی و تنه نیز ۳۰ درجه از سطح عمود عقب‌تر و ران تقریباً موازی با خط افقی است. سپس از آزمودنی خواسته شد بدون اینکه تغییری در وضعیت مچ پای خود ایجاد کند زانو را به زاویه هدف ۴۵ درجه فلکشن برده و این زاویه توسط گونیامتر

16. Lafortune
17. Lamoreux



تصویر ۲. آزمون زمان برخاستن و رفتن

طب توانبخشی



تصویر ۳. محاسبه زاویه با نرم افزار اتوکد

طب توانبخش

یافته‌ها

در جدول شماره ۱، ویژگی‌های فردی آزمودنی‌های دو گروه زنان مبتلا به ویروس کرونا و زنان سالم که شامل میانگین و انحراف معیار سن، وزن، قد و شاخص توده بدنی بود، مقایسه شد.

در جدول شماره ۲، نتایج آزمون تی مستقل برای تعادل ایستاده، پویا و خطای بازسازی زاویه بین دو گروه ارائه شده است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین زمان تعادل ایستاده، پویا و خطای بازسازی زاویه نشان می‌دهد زمان آزمون تعادل ایستاده و پویا بین دو گروه دارای اختلاف معناداری می‌باشد. ارزش P خطای بازسازی زاویه نیز نشان می‌دهد که بین دو گروه سالم و مبتلا به ویروس کرونا تفاوت معناداری وجود دارد.

بحث

هدف از این مطالعه، مقایسه تعادل ایستاده، تعادل پویا و حس وضعیت مفصل زانو بین زنان مبتلا به ویروس کرونا و سالم می‌باشد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد تعادل افراد بیمار کمتر از افراد سالم بود. مقایسه خطای بازسازی زاویه مفصل زانو در

زاویه ۴۵ درجه بین دو گروه افراد مبتلا به کرونا و سالم نشان داد میزان خطا در افراد گروه بیمار بیشتر از افراد سالم بود. بنابراین، کاهش تعادل افراد مبتلا به کرونا و نداشتن آگاهی فضایی نسبت به اندام‌های تحتانی به علت ابتلا به بیماری کووید-۱۹ آن‌ها را در معرض خطرات سقوط و مشکلات ناشی از آن قرار می‌دهد.

با توجه به اینکه بیماری کرونا یک پدیده ناشناخته و جدید می‌باشد، تحقیقاتی در این زمینه موجود نبود. بدین ترتیب به نتایج مطالعات مشابه اشاره می‌شود. تحقیق علیپور و همکاران (۲۰۲۰) نشان می‌دهد عفونت ناشی از کرونا می‌تواند بر سیستم عصبی و به دنبال آن شناخت فرد تأثیر بگذارد. در حال حاضر، اعتقاد بر این است که این ویروس با هماهنگی سیستم ایمنی بدن فرد می‌تواند عفونت را به یک عفونت مداوم تبدیل کرده و بیماری‌های عصبی را نیز ایجاد کند [۳۶]. در نتیجه، نتایج مطالعه حاضر نشان داد افراد مبتلا به کووید-۱۹ عوارض عصبی را نیز بروز داده‌اند.

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد ویژگی فردی آزمودنی‌ها

t	میانگین $\pm$ انحراف معیار		ویژگی‌های فردی
	زنان سالم (n=۱۵)	زنان بیمار (n=۱۵)	
۰/۱۹۷	۵۲/۲۷ $\pm$ ۴۷/۳	۷۲/۳۴ $\pm$ ۴۷/۳	سن (سال)
۰/۷۳۳	۶۷/۴ $\pm$ ۶۶/۲۵	۷۰/۴ $\pm$ ۳۳/۶۷	وزن (کیلوگرم)
۰/۱۳۰	۱۶۱/۴ $\pm$ ۱۲/۵۶	۱۶۲/۴ $\pm$ ۵۲/۱۷	قد (سانتی‌متر)
۰/۹۱۷	۲۶/۲ $\pm$ ۱۱/۱۰	۶۳/۶۲ $\pm$ ۲۶/۱	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)

طب توانبخش

جدول ۲. نتایج آزمون تی مستقل بین دو گروه سالم و مبتلا به کرونا

متغیر	گروه	میانگین $\pm$ انحراف معیار	t	df	Sig.
تعادل ایستا (ثانیه)	زنان سالم	۴۵/۲۲ $\pm$ ۱۶/۵	۷/۱۲	۲۸	۰/۰۰۱*
	زنان مبتلا به کرونا	۱۶/۰۲ $\pm$ ۶/۲			
تعادل پویا (ثانیه)	زنان سالم	۸۱/۳۶ $\pm$ ۶/۰	۴/۰۶	۲۸	۰/۰۰۱*
	زنان مبتلا به کرونا	۴۲/۲۸ $\pm$ ۱۳/۶			
خطای بازسازی زاویه (درجه)	زنان سالم	۳۲/۵۲ $\pm$ ۳/۱	۳/۹۵	۲۸	۰/۰۰۱*
	زنان مبتلا به کرونا	۹۶/۰۹ $\pm$ ۵/۲			

* P < ۰/۰۵

طب توانبخشی

این بیماری، بیماری تنفسی به نظر می‌رسد، اما حدود ۳۶/۴ درصد تا ۶۹ درصد بیماران مبتلا به کووید-۱۹ در بیمارستان علائم عصبی داشتند [۵، ۳۵]. علائم عصبی عفونت کووید-۱۹ بر سیستم عصبی مرکزی (سر درد، سرگیجه، اختلال هوشیاری، بیماری حاد مغزی، تشنج و آتاکسی) [۲] و سیستم عصبی محیطی [۲۴] (آنوسمی، پیری، اختلال بینایی، درد عصب) و عضلات اسکلتی [۴۰] اثرگذار می‌باشد.

مطالعات زیادی بر روی افراد مبتلا به کرونا انجام شده است. در تعدادی از تحقیقات در بیماران بزرگسال مبتلا به کووید-۱۹ نوریت دهلیزی گزارش شده است [۴۱-۴۳]. نوریت دهلیزی نوعی اختلال گوش داخلی است که با علائمی همچون سرگیجه و مشکلات تعادلی همراه است که ناشی از اختلال به عصب هشتم گردنی است که عفونت ویروسی منجر به التهاب این عصب می‌شود [۴۴]. نوریت دهلیزی یک بیماری خوش‌خیم است و معمولاً علائم ممکن است که پس از گذشت چند روز تا چند ماه بهبود یابند [۴۵]. در مطالعه که در شهر ووهان چین انجام شد، نتایج نشان داد ۸ درصد از افراد مبتلا به کووید-۱۹ سرگیجه داشتند و در مطالعه دیگری که به بررسی علائم دهلیزی در افراد مبتلا به کووید-۱۹ پرداخته شده بود، نتایج تحقیقاتشان نشان داد ۱۶/۸ درصد از افراد مبتلا سرگیجه را گزارش کردند [۴۶]. این احتمال وجود دارد یکی از دلایل کاهش تعادل در افراد مبتلا به کرونا نوریت دهلیزی باشد.

همچنین با استناد به نتایج تحقیقاتی که تاکنون انجام شده است، بیماری کووید-۱۹ می‌تواند باعث گسترش سندروم گیلن‌باره شود [۴۷، ۴۸]. سندروم گیلن‌باره یک بیماری خود ایمنی التهابی است که با بروز حاد ضعف حرکتی اندام‌ها، درد عضلاتی، بی‌حسی دست و پا، مشکلات هماهنگی میان دست و پا، کاهش یا از بین رفتن رفلکس تاندون، اختلالات شناختی، اختلالات حسی و کاهش در کنترل تعادل، پاسچر و عملکرد راه رفتن در ارتباط است [۴۹، ۵۰]. این بیماری ریشه‌های اعصاب

طبق تحقیق سان^{۲۲} و همکارانش (۲۰۲۰) در ابتدا بیشتر عوارضی مانند علائم تنفسی و سرفه از ویروس کووید _ گزارش شد. سایر عوارضی که قبلاً ناشناخته بود مانند اختلالات عصبی به تدریج به این عوارض اضافه شد [۵]. نتایج تحقیق خانی‌زاده و همکارانش گویای آن است که آلودگی به ویروس کرونا باعث ایجاد آسیب به سیستم‌های مختلف از جمله دستگاه گوارش، دستگاه تنفسی، کلیه و سیستم عصبی مرکزی می‌شود [۳۷]. نتیجه این تحقیق نیز گویای آن است که آسیب به سیستم عصبی مرکزی از عوارض ویروس کرونا می‌باشد.

بر اساس نتایج مطالعه شاموی-کوک^{۲۳} و همکارانش (۲۰۱۲) توانایی کنترل موقعیت‌های مختلف بدن در فضا یا تعادل ناشی از تعامل پیچیده سیستم‌های عصبی، اسکلتی و عضلانی است و اختلال در هر کدام از این سیستم‌ها می‌تواند سایر سیستم‌ها را تحت تأثیر قرار دهد و در نهایت تعادل و حس وضعیت فرد را دستخوش تغییر کند [۳۸].

در تحقیق دیگری که جعفرنژاد و همکارانش بر روی افراد مبتلا به کرونا انجام دادند، نتایج نشان داد عوارض حسی و حرکتی ناشی از آسیب اعصاب محیطی به دنبال کووید-۱۹ بر عملکرد عضلات در فازهای مختلف راه رفتن تأثیر می‌گذارد و موجب خارج شدن الگوی راه رفتن بیماران از الگوی درست و طبیعی می‌شود. در واقع، شرایط عملکردی نادرستی که به دنبال کووید-۱۹ بر افراد مبتلا عارض می‌شود، تکلیف حرکتی راه رفتن معمولی را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۳۹]. می‌توان نتیجه گرفت افراد مبتلا به کووید-۱۹ دارای تعادل پویای ضعیف‌تری نسبت به افراد غیر مبتلا بودند.

بسیاری از بیماران مبتلا به کووید-۱۹ بدون علامت هستند. با این حال، در میان بیمارانی که علامت‌دار هستند، به نظر می‌رسد بیماری‌های شبیه آنفولانزا از جمله تب، میالژی و علائم تنفسی شایع‌ترین علائم در همه گروه‌های سنی باشد. بنابراین، در ابتدا

22.Sun

23.Humway-Cook

24.Peripheral Nervous System (PNS)

نخاعی عموماً حرکتی را درگیر می‌کند و باعث ضعف عضلات و در نهایت اختلال در حرکت می‌شود و علت این بیماری وجود آنتی‌بادی‌های فعال بر ضد غلاف میلین اطراف ریشه‌های اعصاب نخاعی می‌باشد [۵۱، ۵۲].

در مطالعات جدید که بر روی کووید-۱۹ انجام شده است نشانه‌هایی از بیماری میلیت عرضی در افراد مبتلا به کووید-۱۹ مشخص شده است [۵۳، ۵۴]. میلیت عرضی حاد، یک سندروم بالینی است که به علت التهاب طناب نخاعی ایجاد می‌شود. از آنجا که میلیت عرضی حاد به عنوان یک بیماری با واسطه ایمنی شناخته شده است، در این سندروم میلین فیبرهای عصبی تخریب می‌شود. به علت آسیب و تخریب میلین، فیبرهای عصبی باعث درد، فلج، اختلالات حسی حرکتی، کاهش تعادل، کاهش قدرت، کاهش انعطاف‌پذیری، کاهش اسقامت و سرعت راه رفتن، ضعف و خستگی عضلانی و مشکلات عملکردی مثانه و روده می‌شود. میلیت عرضی معمولاً باعث درگیری اندام در هر دو سمت می‌شود [۵۵-۵۷].

تحقیقات دیگری که حاکی از نشانه‌های عصبی بیمار کووید-۱۹ است، نشان می‌دهد این بیماری باعث بروز یا تشدید بیماری انسفالومیلیت حاد می‌شود [۵۸، ۵۹]. بیماری انسفالومیلیت، یک بیماری التهابی منوفازیک سیستم عصبی مرکزی می‌باشد که تشابه زیادی به بیماری مالتیل اسکروزیس^{۲۵} دارد [۶۰، ۶۱]. یکی از عوارض بیماری انسفالومیلیت اختلالات تعادل می‌باشد [۶۲].

اگر چه سازوکاری که باعث التهاب نوریت دهلیزی، سندروم گیلن باره، میلیت عرضی و انسفالوپاتی می‌شود، نامشخص است، این احتمال وجود دارد که موارد اشاره شده از جمله عواملی باشد که تعادل ایستا و پویا را در افراد مبتلا به کاهش دهد. بنابراین، این اختلاف در تعادل و حس وضعیت بین دو گروه می‌تواند به دلیل آسیب به سیستم عصبی که یکی از عوارض این بیماری است، باشد. از طرفی، با توجه به ناشناخته بودن این بیماری نیاز به مطالعات و بررسی‌های بیشتر در این زمینه وجود دارد. ارزیابی اثرات طولانی‌مدت بر فعالیت‌های عصبی از دیگر نیازهای مهم تحقیقاتی در آینده خواهد بود. در تحقیقات آینده برای شناخت عمیق‌تر از این بیماری، استفاده از تست‌های دقیق و معتبر برای شناخت عمیق‌تر نسبت به بیماری و درگیری سیستم عصبی مرکزی می‌تواند مفید باشد تا بتوان عوارض ناشی از بیماری به‌ویژه عوارض نورولوژیک آن را شناسایی و آن‌ها را کاهش داد.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی ابتلا به بیماری کرونا در زنان میان‌سال و عوارض ناشی از این ویروس از جمله آسیب به سیستم عصبی مرکزی و محیطی و اختلال در ساختار و عملکرد این بخش از بدن، تعادل

ایستا و پویا و حس وضعیت مفصل زانو زنان مبتلا به ویروس کرونا کاهش می‌یابد. از آنجا که عدم تعادل و حس وضعیت بسیاری از فعالیت‌های فرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد و برای داشتن زندگی مطلوب، داشتن تعادل الزامی می‌باشد، می‌توان با تشخیص به‌موقع تفاوت بین تعادل افراد مبتلا به ویروس کرونا و سالم، هزینه‌های درمان ناشی از عدم تعادل را کاهش داد و با ارائه تمرینات توانبخشی برای بهبود تعادل و حس عمقی برای این افراد بعد از ترخیص از بیمارستان از عواقب خطرناک ناشی از آن مانند سقوط و زمین خوردن که می‌تواند باعث ناتوانی دائمی یا حتی مرگ ناشی از سقوط شود، جلوگیری کرد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

کلیه اصول اخلاقی در این مقاله لحاظ شده است. اصول اخلاقی رعایت شده در مقاله مانند رضایت آگاهانه شرکت‌کنندگان، محرمانه بودن اطلاعات، اجازه شرکت‌کنندگان برای انصراف از شرکت در پژوهش، تأییدیه اخلاقی از کمیته اخلاق پژوهشی دانشگاه شهید باهنر دریافت شد. (کد اخلاق: IR.UK. REC.1400/016)

حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه صالحه نگارستانی دانشجوی گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان می‌باشد.

مشارکت نویسندگان

مفهوم‌سازی، طراحی تحقیق، روش‌شناسی، تحلیل داده‌ها، نگارش و گردآوری داده‌ها: صالح نگارستانی؛ نظارت بر کلیه مراحل مطالعه، مفهوم‌سازی و بررسی، طراحی تحقیق، روش‌شناسی، تحلیل داده‌ها و نگارش: محمدرضا امیرسی‌فالدینی و عبدالحمید دانشجوی نگارش، تحلیل داده‌ها: مسعود کریم زاده؛ گردآوری اطلاعات: شیدا شورآبادی.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از تمام حمایت‌ها و راهنمایی‌های بی‌دریغ اساتید محترم و تمامی آزمودنی‌ها که در انجام این تحقیق ما را همراهی کردند و از دانشکده تربیت‌بدنی دانشگاه شهید باهنر کرمان برای حمایت‌ها تشکر و قدردانی می‌شود.

References

- [1] Thompson R. Pandemic potential of 2019-nCoV. *The Lancet Infectious Diseases*. 2020; 20 (3):280. [DOI:10.1016/S1473-3099(20)30068-2]
- [2] Wang D, Hu B, Hu C, Zhu F, Liu X, Zhang J, et al. Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 novel coronavirus-infected pneumonia in Wuhan, China. *JAMA*. 2020; 323(11):1061-9. [DOI:10.1001/jama.2020.1585] [PMID] [PMCID]
- [3] Lai CC, Shih TP, Ko WC, Tang HJ, Hsueh PR. Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and coronavirus disease-2019 (COVID-19): The epidemic and the challenges. *International Journal of Antimicrobial Agents*. 2020; 55(3):105924. [DOI:10.1016/j.ijantimicag.2020.105924] [PMID] [PMCID]
- [4] Wang W, Tang J, Wei F. Updated understanding of the outbreak of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) in Wuhan, China. *Journal of Medical Virology*. 2020; 92(4):441-7. [DOI:10.1002/jmv.25689] [PMID] [PMCID]
- [5] Sun T, Guan J. Novel coronavirus and the central nervous system. *European Journal of Neurology*. 2020; 27(9):e52. [DOI:10.1111/ene.14227]
- [6] Walls AC, Park YJ, Tortorici MA, Wall A, McGuire AT, Veersler D. Structure, function, and antigenicity of the SARS-CoV-2 Spike Glycoprotein. *Cell*. 2020; 181(2):281-92. [DOI:10.1016/j.cell.2020.02.058] [PMID] [PMCID]
- [7] Mattern T, Scholz W, Feller AC, Flad HD, Ulmer AJ. Expression of CD26 (dipeptidyl peptidase IV) on resting and activated human T-lymphocytes. *Scandinavian Journal of Immunology*. 1991; 33(6):737-48. [DOI:10.1111/j.1365-3083.1991.tb02548.x] [PMID]
- [8] Boonacker E, Van Noorden CJ. The multifunctional or moonlighting protein CD26/DPPIV. *European Journal of Cell Biology*. 2003; 82(2):53-73. [DOI:10.1078/0171-9335-00302] [PMID]
- [9] Salinas S, Schiavo G, Kremer EJ. A hitchhiker's guide to the nervous system: The complex journey of viruses and toxins. *Nature Reviews. Microbiology*. 2010; 8(9):645-55. [DOI:10.1038/nrmicro2395] [PMID]
- [10] Swanson PA 2nd, McGavern DB. Viral diseases of the central nervous system. *Current Opinion in Virology*. 2015; 11:44-54. [DOI:10.1016/j.coviro.2014.12.009] [PMID] [PMCID]
- [11] Bohmwald K, Gálvez NMS, Ríos M, Kalergis AM. Neurologic alterations due to respiratory virus infections. *Frontiers in Cellular Neuroscience*. 2018; 12:386. [DOI:10.3389/fn-cel.2018.00386] [PMID] [PMCID]
- [12] Hill TJ. Ocular pathogenicity of herpes simplex virus. *Current Eye Research*. 1987; 6(1):1-7. [PMID]
- [13] Kotfis K, Williams Roberson S, Wilson JE, Dabrowski W, Pun BT, Ely EW. COVID-19: ICU delirium management during SARS-CoV-2 pandemic. *Crit Care*. 2020; 24(1):176. [DOI:10.1186/s13054-020-02882-x] [PMID] [PMCID]
- [14] Mehta P, McAuley DF, Brown M, Sanchez E, Tattersall RS, Manson JJ, et al. COVID-19: Consider cytokine storm syndromes and immunosuppression. *The Lancet*. 2020; 395(10229):1033-4. [DOI:10.1016/S0140-6736(20)30628-0]
- [15] Chen C, Zhang XR, Ju ZY, He WF. [Advances in the research of mechanism and related immunotherapy on the cytokine storm induced by coronavirus disease 2019 (Chinese)]. *Zhonghua shao Shang Za Zhi*. 2020; 36(6):471-5. [PMID]
- [16] Arcuri C, Mecca C, Bianchi R, Giambanco I, Donato R. The pathophysiological role of microglia in dynamic surveillance, phagocytosis and structural remodeling of the developing CNS. *Frontiers in Molecular Neuroscience*. 2017; 10:191. [DOI:10.3389/fnmol.2017.00191] [PMID] [PMCID]
- [17] Li Y, Fu L, Gonzales DM, Lavi E. Coronavirus neurovirulence correlates with the ability of the virus to induce proinflammatory cytokine signals from astrocytes and microglia. *Journal of Virology*. 2004; 78(7):3398-406. [DOI:10.1128/JVI.78.7.3398-3406.2004] [PMID] [PMCID]
- [18] Divani AA, Andalib S, Biller J, Di Napoli M, Moghimi N, Rubinos CA, et al. Central nervous system manifestations associated with COVID-19. *Current Neurology and Neuroscience Reports*. 2020; 20(12):60. [DOI:10.1007/s11910-020-01079-7] [PMID] [PMCID]
- [19] Amiri M, Hasanlifar M, Delphi M. Impact of COVID-19 on the auditory and vestibular system. *Auditory and Vestibular Research Journal*. 2021; 30(3):152-9. [DOI:10.18502/avr.v30i3.6528]
- [20] Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: Translating research into clinical practice. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins Publishers; 2007. https://www.google.com/books/edition/Motor_Control/BJcL3enz3xMC?hl=en&gbpv=0
- [21] Bernier JN, Perrin DH. Effect of coordination training on proprioception of the functionally unstable ankle. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 1998; 27(4):264-75. [DOI:10.2519/jospt.1998.27.4.264] [PMID]
- [22] Yaggie JA, Campbell BM. Effects of balance training on selected skills. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2006; 20(2):422-8. [PMID]
- [23] Punakallio A. Balance abilities of different-aged workers in physically demanding jobs. *Journal of Occupational Rehabilitation*. 2003; 13(1):33-43. [DOI:10.1023/A:1021845823521] [PMID]
- [24] Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: Theory and practical applications. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins Publishers; 2001. https://www.google.com/books/edition/Motor_Control/301hQgAACAAJ?hl=en
- [25] Proske U, & Gandevia SC. Proprioception: The sense within. *Scientist*. 2016; 30(9). <https://research.monash.edu/en/publications/proprioception-the-sense-within>
- [26] Tuthill JC, Azim E. Proprioception. *Current Biology*. 2018; 28(5):R194-203. [DOI:10.1016/j.cub.2018.01.064] [PMID]
- [27] Sharma L. Proprioceptive impairment in knee osteoarthritis. *Rheumatic Diseases Clinics of North America*. 1999; 25(2):299-314. [PMID]

- [28] Ergen E, Ulkar B. Proprioception and ankle injuries in soccer. *Clinics in Sports Medicine*. 2008; 27(1):195-217. [DOI:10.1016/j.csm.2007.10.002] [PMID]
- [29] Vaugoyeau M, Viel S, Amblard B, Azulay JP, Assaiante C. Proprioceptive contribution of postural control as assessed from very slow oscillations of the support in healthy humans. *Gait & Posture*. 2008; 27(2):294-302. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2007.04.003] [PMID]
- [30] Yim-Chiplis PK, Talbot LA. Defining and measuring balance in adults. *Biological Research for Nursing*. 2000; 1(4):321-31. [DOI:10.1177/109980040000100408] [PMID]
- [31] Liu-Ambrose T, Khan KM, Eng JJ, Janssen PA, Lord SR, McKay HA. Resistance and agility training reduce fall risk in women aged 75 to 85 with low bone mass: A 6-month randomized, controlled trial. *Journal of The American Geriatrics Society*. 2004; 52(5):657-65. [DOI:10.1111/j.1532-5415.2004.52200.x] [PMID] [PMCID]
- [32] Thrane G, Joakimsen RM, Thornquist E. The association between timed up and go test and history of falls: The Tromsø study. *BMC Geriatrics*. 2007; 7:1. [PMID]
- [33] Lafortune MA, Lambert CE, Lake MJ. Skin marker displacement at the knee joint. *Journal of Biomechanics*. 1993; 26(3):299. [DOI:10.1016/0021-9290(93)90408-7]
- [34] Lamoreux, Larry W. Coping with soft tissue movement in human motion analysis. In: IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Conference. Human motion analysis: Current applications and future directions. New Jersey: IEEE; 1996. https://www.google.com/books/edition/Human_Motion_Analysis/G9NqAAAAMAAJ?hl=en
- [35] Fouladi R, Rajabi R, Naseri N. [The comparison of two functional movement assessment knee joint proprioception in healthy athletes' females' (Persian)]. *Journal of Exercise Science and Medicine*. 2009; 1(1):123-257. https://jsmed.ut.ac.ir/article_21948.html
- [36] Alipour A, Oraki M, Kharaman A. [Review of the neurological and cognitive effects of the covid -19 (Persian)]. *Journal of Neuropsychology*. 2020; 5(19):135-46. https://clpsy.journals.pnu.ac.ir/article_6679.html?lang=en
- [37] Khanizadeh A, Ejlali M, Karimzadeh F. [The effect of SARS-COV-2 viruses on the function of different organs, especially the nervous system (Persian)]. *Shefaye Khatam*. 2020; 8(3):111-21. [DOI:10.29252/shefa.8.3.111]
- [38] No Authors. Translating research into clinical practice. Abstracts of the Seventh International Symposium on Osteoporosis. April 18-22, 2007. Washington, DC, USA. *Osteoporosis Int*. 2007; 18 Suppl 2:S193-244. [DOI:10.1007/s00198-007-0358-4] [PMID]
- [39] Jafarnezhad A, Valizadehorang A, Ghaderi K. [Comparison of muscular activities in patients with Covid-19 and healthy control individuals during gait (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2021; 10(1):168-. http://medrehab.sbm.ac.ir/article_1101278.html
- [40] Mao L, Jin H, Wang M, Hu Y, Chen S, He Q, et al. Neurologic manifestations of hospitalized patients with coronavirus disease 2019 in Wuhan, China. *JAMA Neurology*. 2020; 77(6):683-90. [DOI:10.1001/jamaneurol.2020.1127] [PMID] [PMCID]
- [41] Karimi-Galougahi M, Naeini AS, Raad N, Mikaniki N, Ghorbani J. Vertigo and hearing loss during the COVID-19 pandemic - is there an association? *Acta Otorhinolaryngologica Italica*. 2020; 40(6):463-5. [DOI:10.14639/0392-100X-N0820] [PMID] [PMCID]
- [42] Atluri P, Vasireddy D, Malayala S. COVID-19 encephalopathy in adults. *Cureus*. 2021; 13(2):e13052. [DOI:10.7759/cureus.13052]
- [43] Vanaparthi R, Malayala SV, Balla M. COVID-19-induced vestibular neuritis, hemi-facial spasms and raynaud's phenomenon: A case report. *Cureus*. 2020; 12(11):e11752. [DOI:10.7759/cureus.11752] [PMID] [PMCID]
- [44] Brouwer MC, Ascione T, Pagliano P. Neurologic aspects of covid-19: A concise review. *Le Infezioni in Medicina*. 2020; 28(suppl 1):42-5. [PMID]
- [45] Smith T, Rider J, Cen S, Borger J. Vestibular neuronitis [Internet]. 2022 [Updated 2022 January 7]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK549866/>
- [46] Baloh RW. Clinical practice. Vestibular neuritis. *The New England Journal of Medicine*. 2003; 348(11):1027-32. [DOI:10.1056/NEJMc021154] [PMID]
- [47] Alberti P, Beretta S, Piatti M, Karantzoulis A, Piatti ML, Santoro P, et al. Guillain-Barré syndrome related to COVID-19 infection. *Neurology® Neuroimmunology & Neuroinflammation*. 2020; 7(4):e741. [DOI:10.1212/NXI.0000000000000741] [PMID] [PMCID]
- [48] Padroni M, Mastrangelo V, Asioli GM, Pavolucci L, Abu-Rumeileh S, Piscaglia MG, et al. Guillain-Barré syndrome following COVID-19: New infection, old complication? *Journal of Neurology*. 2020; 267(7):1877-9. [DOI:10.1007/s00415-020-09849-6] [PMID] [PMCID]
- [49] Van der Meché FG, Van Doorn PA, Meulstee J, Jennekens FG; GBS-consensus group of the Dutch Neuromuscular Research Support Centre. Diagnostic and classification criteria for the Guillain-Barré syndrome. *European Neurology*. 2001; 45(3):133-9. [DOI:10.1159/000052111] [PMID]
- [50] Dalgas U, Stenager E, Lund C, Rasmussen C, Petersen T, Sørensen H, et al. Neural drive increases following resistance training in patients with multiple sclerosis. *Journal of Neurology*. 2013; 260(7):1822-32. [DOI:10.1007/s00415-013-6884-4] [PMID]
- [51] Sejvar JJ, Baughman AL, Wise M, Morgan OW. Population incidence of Guillain-Barré Syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Neuroepidemiology*. 2011; 36(2):123-33. [DOI:10.1159/000324710] [PMID] [PMCID]
- [52] Mazaheri S, Rezaie A A, Hossein Zadeh A. [The ten years survey on clinical and epidemiologic features of guillain-barre syndrome in Sina Hospital, Hamadan, Iran (Persian)]. *Avicenna Journal of Clinical Medicine*. 2007; 14(2):56-60. <http://sjh.umsha.ac.ir/article-1-432-en.html>
- [53] Zachariadis A, Tulbu A, Strambo D, Dumoulin A, Di Virgilio G. Transverse myelitis related to COVID-19 infection. *Journal*

- of Neurology. 2020; 267(12):3459-61. [DOI:10.1007/s00415-020-09997-9] [PMID] [PMCID]
- [54] Chow CCN, Magnussen J, Ip J, Su Y. Acute transverse myelitis in COVID-19 infection. *BMJ Case Reports*. 2020; 13(8):e236720. [DOI:10.1136/bcr-2020-236720] [PMID] [PMCID]
- [55] West TW. Transverse myelitis—a review of the presentation, diagnosis, and initial management. *Discovery Medicine*. 2013; 16(88):167-77. [PMID]
- [56] Berman M, Feldman S, Alter M, Zilber N, Kahana E. Acute transverse myelitis: Incidence and etiologic considerations. *Neurology*. 1981; 31(8):966-71. [DOI:10.1212/WNL.31.8.966] [PMID]
- [57] Schulz KH, Gold SM, Witte J, Bartsch K, Lang UE, Hellweg R, et al. Impact of aerobic training on immune endocrine parameters, neurotrophic factors, quality of life and coordinative function in multiple sclerosis. *Journal of The Neurological Sciences*. 2004; 225(1-2):11-8. [DOI:10.1016/j.jns.2004.06.009] [PMID]
- [58] Reichard RR, Kashani KB, Boire NA, Constantopoulos E, Guo Y, Lucchinetti CF. Neuropathology of COVID-19: A spectrum of vascular and acute disseminated encephalomyelitis (ADEM)-like pathology. *Acta Neuropathologica*. 2020; 140(1):1-6. [DOI:10.1007/s00401-020-02166-2] [PMID] [PMCID]
- [59] Parsons T, Banks S, Bae C, Gelber J, Alahmadi H, Tichauer M. COVID-19-associated acute disseminated encephalomyelitis (ADEM). *Journal of Neurology*. 2020; 267(10):2799-802. [DOI:10.1007/s00415-020-09951-9] [PMID] [PMCID]
- [60] Murthy SN, Faden HS, Cohen ME, Bakshi R. Acute disseminated encephalomyelitis in children. *Pediatrics*. 2002; 110(2 Pt 1):e21. [DOI:10.1542/peds.110.2.e21] [PMID]
- [61] Mazdeh M, Rezaie L. [The case report of ADEM multiple sclerosis variant with clinical manifestation of coma and status epilepticus (Persian)]. *Feyz*. 2006; 10(1):55-9. <http://feyz.kaums.ac.ir/article-1-107-en.html>
- [62] Losavio FA, Mirabella M, Tricoli L, Silvestri G, De Fino C, Lucchini M, et al. A unique case of multiphasic ADEM or what else? *Multiple Sclerosis and Related Disorders*. 2019; 35:73-5. [DOI:10.1016/j.msard.2019.07.012] [PMID]

This Page Intentionally Left Blank