Studies of Body Posture and Sports Injuries

The comparison of gait pattern symmetry among elderly women with good and bad motor-functional ability

Sara Sohrabi Dehkordi[1], Parastoo ShamsehKohan[2*]

1. MSc. Department of Sport Injury and Corrective Exercises, School of Physical Education and Sport Science, Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) Branch, Isfahan, Iran.

2. Assistant Professor, School of Physical Education and Sport Science, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran. Community Health Research Center, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

Abstract

Purpose: A large number of the elderly population suffers from mobility and functional impairments due to an unhealthy lifestyle. The close relationship between motor-functional abilities and joint and limb stability can affect daily activities such as walking. The aim of this study was to investigate the comparison of gait pattern symmetry among elderly women with good and bad motor-functional ability.

Methods: 16 elderly women participated in this study. Based on their mobility and functional screening results, subjects of this study divided into two groups (G-MFA=8, B-MFA=8). Motion analysis system was used to collect gait pattern data. After smoothing the motion data and performing inverse kinematics, the data were normalized based on the gait cycle. Spatial-temporal symmetry was obtained through three-dimensional marker position data, while kinematic symmetry was obtained through selected degrees of freedom using statistical parametric mapping. For statistical comparison, we first used the Shapiro-Wilk test to examine the normality of the data distribution, followed by the independent t-test to compare the groups. We also utilized the paired t-test in the parametric mapping package to assess kinematics symmetry.

Results: Among the spatial-temporal and kinematic components studied, none of the spatial-temporal components were significant between the two groups of good and bad motor-functional ability. Among kinematic symmetry, significant were found in anterior-posterior tilt ($p = 0/013$) and lateral tilt ($p = 0/045$) at certain percentages of the gait cycle in the group with poor motor-functional ability.

Conclusion: Based on the observed asymmetry in pelvic movements in the group with poor motor-functional ability, it is reasonable to infer that weakness in core muscle regions is a contributing factor in pelvis's movement asymmetry. Strengthening these muscles in the elderly group could lead to improvements in gait quality and prevention of secondary issues related to gait asymmetry, such as falls.

Key words: Elderly, Mobility-Function, Gait Symmetry, Statistical Parametric Mapping

* Corresponding Author; E-mail: parastooshams@yahoo.com
DOI: 10.48308/POSTURE.2024.233324.1018
Submit date : 2023/10/2 Accept date : 2024/2/5

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقایسهٔ تقارن الگوی گام‌برداری زنان سالمند با توانایی حرکتی- عملکردی مطلوب و نامطلوب

سارا سهرابی دهکردی[1]، پرستو شمسه‌کهن[2*]

۱. کارشناسی ارشد آسیب شناسی و حرکت اصلاحی- امدادگر ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

۲. استادیار، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران. مرکز تحقیقات سلامت جامعه، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

چکیده

هدف: بخش اعظمی از سالمندان به‌واسطهٔ سبک زندگی نامناسب دچار ضعف‌های حرکتی – عملکردی هستند. رابطهٔ تنگاتنگ توانایی حرکتی – عملکردی با حفظ تحرک و پایداری مفاصل و اندام‌ها، فعالیت‌های روزمره مانند راه رفتن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ازاین‌رو هدف مطالعهٔ حاضر مقایسهٔ تقارن الگوی گام‌برداری زنان سالمند با توانایی حرکتی – عملکردی مطلوب و نامطلوب است.

روش شناسی: شرکت‌کنندگان این مطالعه را تعداد ۱۶ زن سالمند تشکیل دادند که براساس نتایج آزمون غربالگری حرکتی – عملکردی در دو گروه ۸نفره (توانایی حرکتی – عملکردی مطلوب و نامطلوب) جای گرفتند. از دوربین آنالیز حرکت جهت داده‌برداری از الگوی گام‌برداری افراد استفاده شد. پس از ثبت اطلاعات و پیش‌پردازش‌های اولیه شامل ردیابی و فیلترینگ، زوایای مفصلی با روش سینماتیک معکوس محاسبه شد. به‌دنبال جداسازی سیکل‌های گام، زوایای مفصلی در طول چرخه گام از نظر زمانی نرمال شدند. تقارن مولفهٔ فضایی- زمانی از طریق موقعیت سه‌بعدی نشان‌گرهای متصل به بدن و تقارن سینماتیکی درجات آزادی منتخب از روش نقشه‌برداری پارامتریک آماری در دو گروه حاضر در مطالعه بدست آمد. برای مقایسه آماری ابتدا از آمون شاپیروویلک برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها و از تی مستقل برای مقایسه گروه‌ها و از روش تی زوجی در بسته نقشه برداری پارامتریک آماری برای بررسی تقارن سینماتیکی استفاده شد.

یافته‌ها: از بین مولفه‌های فضایی- زمانی و سینماتیکی مورد بررسی، هیچ یک از مولفه‌های فضایی زمانی بین دو گروه توانایی حرکتی- عملکردی مطلوب و نامطلوب معنی‌دار نبود. در رابطه با تقارن سینماتیکی، دو متغیر تیلت قدامی- خلفی (**P** = ۰/۰۱۳) و تیلت جانبی لگن (**P** = ۰/۰۴۵) در برخی از درصدهای چرخه گام‌برداری در گروه دارای توانایی حرکتی- عملکردی نامطلوب معنی‌دار شد و در سایر مقایسه‌های تقارن درون فردی تفاوت آماری معنی‌داری دیده نشد.

نتیجه‌گیری: با توجه به بروز عدم تقارن در حرکات لگن گروه دارای توانایی حرکتی- عملکردی نامطلوب، احتمالاً می‌توان این استنباط را داشت که ضعف عضلات ناحیهٔ مرکزی به جهت تاثیری که بر ثبات لگن دارد، در بروز عدم تقارن در حرکات لگن موثر بوده و تقویت این عضلات در گروه سالمندان می‌تواند منجر به بهبود کیفیت گام‌برداری و پیشگیری از مشکلات ثانویهٔ عدم تقارن گام‌برداری مانند زمین خوردن شود.

واژگان کلیدی: سالمند، توانایی حرکتی- عملکردی، تقارن گام‌برداری، نقشه پارامتریک آماری

عنوان کوتاه: مقایسه تقارن الگوی گام‌برداری سالمندان

مقاله حاضر مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد آسیب شناسی و حرکت اصلاحی است و تحت حمایت دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان) انجام گرفته است.

مقدمه

در قرن ۲۱، تحولات دموگرافیک جمعیت به‌عنوان یک موضوع اساسی برای دولت‌ها و پژوهشگران در سراسر جهان مطرح شده است. این تحولات در اصل به دلیل کاهش نرخ تولد، افزایش امید زندگی، و پیرتر شدن نسل‌ها رخ می‌دهند (۱). اگرچه پیری

نویسنده مسئول: دانشگاه آزاد اصفهان، اصفهان، ایران
ایمیل shamsehkohan@khuisf.ac.ir
تاریخ ارسال: ۱۴۰۲/۰۷/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۶

جمعیت پدیده‌ای جهانی است، اما در سال ۲۰۱۲، حدود ۷۰ درصد از افراد بالای ۶۰ سال در کشورهای در حال توسعه مانند ایران زندگی می‌کردند و این آمار تا سال ۲۰۵۰، به ۸۰ درصد خواهد رسید (۲). طبق تعریف سازمان جهانی بهداشت (WHO)، بروز سالمندی منجر به ایجاد تغییرات تدریجی، پیشرونده و خود به خود در اکثر سیستم‌ها و عملکردهای فیزیولوژیکی بدن می‌شود (۳). ضعف جسمانی یکی از پیامدهای نامطلوب سالمندی است که سالمند را در معرض انواع سندرم‌ها و آسیب‌ها قرار می‌دهد (۴). کاهش فعالیت‌های جسمانی، عامل دیگری است که سالمند را به سمت ضعف و زوال ساختارهای فیزیولوژیکی سوق می‌دهد. در واقع سبک زندگی کم تحرک، افزایش احتمالی بیماری‌های قلبی عروقی و متابولیک، بی‌تعادلی و زمین خوردن را به‌همراه دارد که از جمله چالش‌های بزرگ سیستم‌های مراقبت از سلامت سالمندان[1] است (۵ ،۶). مطالعات نشان می‌دهند که سالانه یک سوم افراد بالای ۶۵ سال زمین خوردن را تجربه می‌کنند (۷). حدود ۲۰ درصد از زمین خوردن‌ها نیازمند مراقبت‌های درمانی و پزشکی است (۷) و ۱۰ درصد به شکستگی استخوان ختم می‌شود (۷). دلیل بخشی از مرگ و میرها در افراد مسن، همین شکستگی‌های مرتبط با زمین خوردن است (۸). مطالعات اخیر نشان می‌دهد که در ۱۰ سال گذشته، سقوط در سالمندان افزایش یافته و اجرای استراتژی‌های کارآمد برای کاهش بروز سقوط می‌تواند هزینه‌های مرتبط با مراقبت های بهداشتی را کاهش دهد (۹). علاوه بر این، شناسایی عوامل مرتبط با خطر سقوط به‌عنوان وسیله ای برای تامین کیفیت زندگی در افراد مسن از اهمیت بالایی برخوردار است.

عضلات ناحیهٔ مرکزی بدن به واسطهٔ محوریتی که دارند، نقش بسزایی در توانایی حرکتی- عملکردی ایفا می‌کنند. افزایش این توانایی‌ها، منجر به انجام بهتر فعالیت‌های روزمره شده و از مشکلاتی مانند بی‌تعادلی و زمین خوردن جلوگیری می‌کند (۱۰). غربالگری حرکتی- عملکردی (FMS[2]) آزمونی جهت ارزیابی وضعیت افراد از نظر تحرک، ثبات و کنترل حرکت بدن است (۱۱). این غربالگری از این جهت با اهمیت است که بر خلاف آزمون‌های آمادگی جسمانی، کیفیت اجرای حرکت را نیز مورد بررسی قرار می‌دهد و به‌منظور طراحی تمرین جهت بهبود برخی از فاکتورهای آمادگی جسمانی استفاده می‌شود (۱۲). اگرچه نمرات آزمون FMS، ارتباط تنگاتنگی با کاهش میزان آسیب در ورزشکاران دانشگاهی و حرفه‌ای دارد (۱۲)، از آن برای بررسی میزان ثبات ناحیهٔ مرکزی بدن و شناسایی توانایی حرکتی- عملکردی سالمندان نیز استفاده شده است (۱۳، ۱۴).

ضعف در تحرک و ثبات و مفاصل و اندام‌ها، می‌تواند منجر به ناتوانی در اجرای مهارت‌های عملکردی شود (۱۱). از جمله الگوهای عملکردی ضروری در زندگی روزمره، راه‌رفتن است (۱۵)، که به‌عنوان یکی از پیچیده‌ترین فعالیت‌های انسان شناخته می‌شود. در شرایط عدم وجود پاتولوژی، راه رفتن فعالیتی هماهنگ، کارآمد و بدون زحمت است، با این وجود بیماری یا تروما می‌تواند دقت، هماهنگی، سرعت و تطبیق پذیری آن‌را تحت تأثیر قرار دهد (۱۶). این مهارت حرکتی پیچیده، توسط

1. Elderlies healthcare systems

2. Functional Movement Screening

چندین مسیر به هم پیوسته از قشر مخ تا عضلات کنترل می‌شود (۱۷). تعامل مطلوبِ سیستم عصبی مرکزی با عضلات، این امکان را به فرد می‌دهد تا بدن را در حالت ایستاده نگه دارد و به طور منظم و با ثبات حرکت کند (۱۵). اگرچه ارزیابی رفتار نامتقارن اندام‌های تحتانی حین گام‌برداری افراد سالم نشان‌دهنده تفاوت‌های عملکردی طبیعی بین اندام‌های تحتانی است (۱۵)، اما در اغلب مواقع عدم تقارن در راه رفتن، یک پاتولوژی محسوب می‌شود. بنابراین این فرضیه منطقی به نظر می‌رسد که سالمندان دارای توانایی حرکتی- عملکردی متفاوت، سطوح متفاوتی از تقارن بین اندامی را نشان دهند.

در زمینهٔ تقارن راه‌رفتن، اولین انتخاب برای محققان بررسی تقارن معیارهای فضایی – زمانی (طول گام، عرض گام، زمان استراید) بوده است (۱۸-۲۱). بررسی سینماتیکیِ تقارن روند دیگری است که اطلاعات کامل‌تری از وضعیت گام‌برداری افراد ارائه می‌دهد. برای این منظور می‌توان از روش نقشه برداری پارامتریک آماری[1] استفاده کرد و عدم تقارن را در تمام درجات آزادی مفاصل و در تک تک درصدهای چرخه گام‌برداری محاسبه کرد. بررسی تقارن گام‌برداری به این روش در معدود مطالعاتی برای ارزیابیِ راه رفتن پس از تعویض کامل مفصل ران و زانو استفاده شده است (۲۲، ۲۳).

توانایی حرکتی- عملکردی که از طریق آزمون FMS محاسبه می‌شود، معیار مناسبی برای بررسی سلامت حرکتی اندام‌ها و مفاصل است و نتایج خروجی آن رابطهٔ نزدیکی با ثبات عضلات ناحیهٔ مرکزی بدن دارد (۱۱). ثبات عضلات ناحیه مرکزی بدن نیز ممکن است بر مکانیک راه رفتن افراد تاثیر بگذارد و به نوعی ریسک احتمال زمین خوردن افراد با توانایی حرکتی- عملکردی نامطلوب را افزایش دهد. با وجود اینکه راه رفتن یک مهارت پیچیدهٔ عملکردی است، رابطهٔ آن با امتیازاتِ شاخص FMS مورد بررسی قرار نگرفته است. اگرچه در مطالعاتی تقارن فاکتورهای فضایی- زمانیِ گام‌برداری سالمندان دچار ضعف در ناحیهٔ مرکزی بدن بررسی شده (۲۰)، اما بررسی تقارن سینماتیکی گام‌برداری سالمندان زوایای پنهان زیادی دارد که می‌بایست مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به اینکه ارتباط بالایی بین زمین خوردن سالمندان با عدم تقارن پارامترهای راه رفتن در مطالعات پیشین گزارش شده است (۱، ۱۱، ۲۰)، به نظر می رسد بتوان اثر ثبات مرکزی بر مکانیک گام برداری را از طریق شاخص های تقارن گام برداری مشخص کرد، لذا هدف مطالعه حاضر مقایسه تقارن الگوی گام‌برداری زنان سالمند با توانایی حرکتی- عملکردی مطلوب و نامطلوب است.

روش بررسی

آزمودنی‌ها

آزمودنی‌های این مطالعه را تعداد ۱۶ نفر زن سالمند بالای ۵۵ سال تشکیل دادند که با استفاده از فرمول تعیین نمونه جی‌پاور[2] (آلفای ۰/۰۵ و مقدار F ۰/۲۷ و توان آماری برابر ۰/۸ که مناسب برای مطالعات تجربی می‌باشد) محاسبه شد و به روش نمونه‌گیری در دسترس و به‌صورت هدفمند انتخاب شدند. برای قرار دادن افراد در دو گروه سالمندان دارای توانایی حرکتی- عملکردی مطلوب (G-MFA[3]) و

1. Statistical parametric mapping

2. G-Power

3. Good Motor-Functional Ability

توانایی حرکتی- عملکردی نامطلوب (B-MFA[1])، از آزمون FMS استفاده شد. افرادی که در این آزمون امتیازی بیش از ۱۴ را کسب کردند، در گروه G-MFA (۸ نفر) و مابقی در گروه B-MFA (۸ نفر) قرار گرفتند (۱۱). آزمودنی‌ها به صورت داوطلبانه و با رضایت کامل در مطالعه شرکت داشتند. تمایل افراد جهت شرکت در فرایند مطالعه، عدم وجود آسیب دیدگی در شش ماه گذشته، نداشتن عمل جراحی در پایین‌تنه و هر عارضه یا نقصی که منجر به اختلال در راه رفتن و حفظ تعادل شود، جزء معیارهای ورود به این مطالعه بود.

روند اجرای آزمون

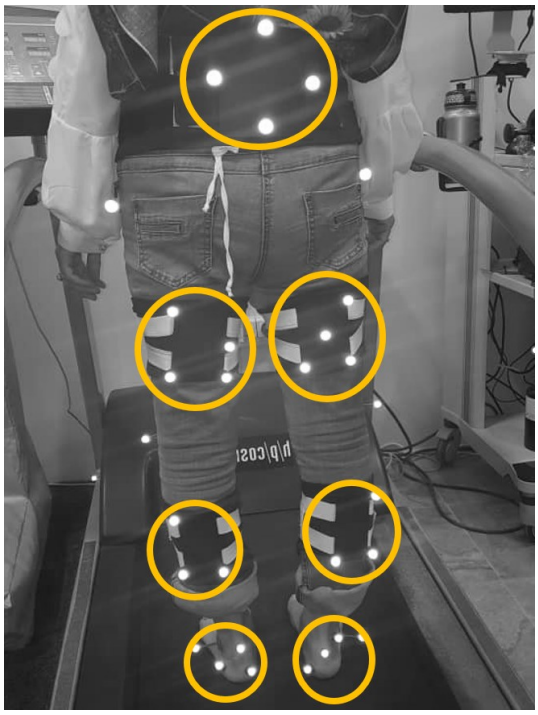
آزمودنی‌ها پس از انتخاب اولیه با حضور در آزمایشگاه از روند اجرای آزمون مطلع شدند و فرم رضایتنامه مبنی بر شرکت داوطلبانه در آزمون‌ها را پر کردند. مشخصات عمومی و وزن و قد آزمودنی-ها اندازه‌گیری شد. قابل ذکر است که از تمامی آزمودنی‌ها خواسته شد تا از لباس مناسب برای انجام تکالیف بالینی و همین‌طور گام‌برداری روی تردمیل استفاده کنند. مرحلهٔ بعدی دسته‌بندی آزمودنی‌ها در دو گروه دارای توانایی حرکتی- عملکردی مطلوب و نامطلوب بود که از طریق انجام آزمون FMS صورت پذیرفت. این آزمون شامل ۷ خرده آزمونِ اسکوات کامل، گام‌برداری از روی مانع، لانگز روی خط، انعطاف شانه، بالا آوردن فعال ران، شنا و پایداری چرخشی است. آزمودنی‌ها باید این تکالیف را به ترتیب اجرا و بسته به کیفیت اجرا امتیازی بین ۱ تا ۳ دریافت کنند. لازم به ذکر است که در صورت وجود درد در اجرای هریک از تکالیف، امتیاز صفر برای آن آزمون در نظر گرفته خواهد شد. در نهایت جمع امتیاز خرده آزمون‌ها، امتیاز فرد را مشخص می‌کند.

در ادامه آزمودنی‌ها برای آنالیز گام‌برداری روی تردمیل آماده شدند. از تردمیل اچ پی کاسموس مدل مرکوری[2] ساخت کشور آلمان و دوربین تحلیل حرکت سه بعدی برند اوپتی‌تراک[3] مدل V120 Duo ساخت آمریکا برای داده‌برداری حرکتی استفاده شد. برای این منظور ابتدا دقایقی صرف آموزش افراد و تنظیم سرعت مناسبِ تردمیل شد. جهت تنظیم سرعت تردمیل، سرعت گام‌برداری ترجیحی افراد روی زمین به کمک ثبت موقعیت مکانی یک نشان‌گر بازتابی که به ناحیهٔ کمر متصل شده بود و مشتق‌گیری و گرفتن میانگین از آن بدست آمد. سپس برای داده‌برداری از الگوی گام‌برداری افراد روی تردمیل، از روش نصب نشانگر کلاستر[4] استفاده شد. مشابه این پروتکل در مطالعات متعددی مورد استفاده قرار گرفته است (۲۴) بدین ترتیب که تعدادی نشانگر بازتابی به جسم صلبی متصل و روی اندام ثابت شد. درمجموع هفت دسته مارکر روی اندام‌های پایین‌تنه شامل پاها، ساق‌ها، ران‌ها و لگن بسته شد. روی هر دسته نشان‌گر سه یا چهار نشان‌گر بازتابی متصل بود تا از طریق آن‌ها بتوان دستگاه مختصات محلی را تعریف نمود. موقعیت تخمینی مرکز دوران مفاصل ران، زانو و مچ نیز توسط نشان‌گرهای بازتابی متصل شده به برجستگی بزرگ ران، کندیل خارجی و دیستال فمور و قوزک خارجی مچ مشخص شد. فرایند داده‌برداری به مدت حداقل ۳۰ ثانیه پس از ثابت شدن سرعت تردمیل با سرعت داده‌برداری ۱۲۰ فریم بر ثانیه ادامه

1. Bad Motor-Functional Ability

2. Hp Cosmos Mercury
3. Optitrack
4. Cluster

یافت به‌طوری که حداقل ۱۰ چرخه کامل از راه رفتن افراد ثبت شود. به‌منظور اطمینان از در اختیار داشتن تمامی داده‌ها، فرایند داده برداری برای ۳ مرتبه تکرار شد.



شکل ۱ – نحوه نشان‌گر گذاری به روش کلاستر و تشکیل هفت جسم صلب برای اندام‌ها

پردازش اطلاعات

فرایند پردازش از طریق کدنویسی در نرم‌افزار متلب انجام گرفت. پس از انتقال داده‌های استاتیک و داینامیک به دستگاه مختصات مرجع، ردیابی نشان‌گرها در نرم‌افزار متلب انجام شد. در ادامه مختصات سه‌بعدی نشان‌گرها با استفاده از فیلتر گوسین[1] و باترورث[2] مرتبه ۴ با فرکانس قطع ۱۶ هرتز فیلتر شد.

سپس فرایند کینماتیک معکوس از طریق محاسبهٔ زوایای کاردان اویلر[3] انجام و مختصات نشان‌گرها به زاویه‌ی مفاصل تبدیل شد. در نهایت با استفاده از نشان‌گرهای متصل به پا و لگن، فرایند تشخیص رخدادها[4] و استخراج چرخه‌های گام برداری انجام شد و داده‌ها به‌صورت درصدی از چرخه گام‌برداری، نرمال شدند. اطلاعات فضایی – زمانی گام‌برداری با استفاده از نشان‌گرهای متصل روی پاشنه‌ها و لگن استخراج شد. برای این منظور فاصلهٔ طولی پاشنهٔ دوپا در فاز حمایت دوگانه راه رفتن بعنوان طول گام، فاصلهٔ عرضی پاها در این لحظه به‌عنوان عرض گام و مدت زمان برخورد یک پاشنه تا زمان برخورد مجدد همان پاشنه به زمین به‌عنوان زمان استراید در نظر گرفته شد. در این مطالعه تقارن فضایی – زمانی با در نظر گرفتن سه مولفهٔ طول گام، عرض گام و زمان استراید پای چپ و راست استخراج گردید. تقارن تک تک مولفه‌ها از طریق تقسیم مولفه کوچکتر بر مولفهٔ بزرگتر بدست آمد و تقارن کل از طریق تفریق عدد ۳۰۰ از حاصل جمع سه مولفهٔ تقارن طول گام، عرض گام و مدت زمان استراید محاسبه شد. برای محاسبهٔ تقارن سینماتیک گام‌برداری، پنج درجه آزادی تیلت قدامی – خلفی لگن، تیلت جانبی لگن، فلکشن – اکستنشن ران، فلکشن زانو و دورسی و پلانتار فلکشن مچ انتخاب شد. برای این منظور از روش نقشه برداری پارامتریک آماری استفاده شد.

برای مقایسهٔ آماری، ابتدا از آزمون شاپیرو ویلک برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها و سپس از آزمون تی مستقل برای دسته‌بندی افراد و مقایسهٔ تقارن مولفه‌های فضایی زمانی دو گروه استفاده شد. برای بررسی تقارن سینماتیکی آزمودنی‌های هر گروه از روش نقشه برداری پارامتریک با آزمون تی زوجی

1. Gaussian
2. Butterworth
3. Euler Angles
4. Event Detection

استفاده شد. در تمامی آزمون‌ها سطح اطمینان ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. برای پردازش و بررسی تفاوت‌های آماری موجود بین روش‌ها، از نرم افزارهای SPSS26 و MATLAB2021b استفاده شد.

یافته‌ها

جدول ۱، مقادیر آزمون FMS و اطلاعات فردی آزمودنی‌های حاضر در دو گروه توانایی حرکتی- عملکردی مطلوب (G-MFA) و توانایی حرکتی- عملکردی نامطلوب (B-MFA) را نشان می‌دهد. مقایسهٔ آماری دو گروه نشان داد که در شاخص FMS، مقادیر P کمتر از ۰/۰۵ است و در مولفه‌های فردی هیچ تفاوت آماری بین دو گروه مشاهده نمی‌شود.

جدول ۱ - میانگین و انحراف استاندارد امتیاز آزمون FMS برای دسته‌بندی آزمودنی‌ها در دو گروه توانایی حرکتی- عملکردی مطلوب (G-MFA) و توانایی حرکتی- عملکردی نامطلوب (B-MFA)

ویژگی	B-MFA Std±Mean	G-MFA Std±Mean	P value
شاخص FMS	۸ ± ۳.۰	۱۶ ± ۱.۴	*>۰.۰۵
سن (سال)	۶۴/۱±۴/۵	۵۹/۹±۵/۲	۰.۱۲۵
قد (سانتی‌متر)	۱۵۳/۲±۷/۹	۱۵۹/۶±۷/۹	۰.۴۵۰
جرم (کیلوگرم)	۷۳/۵±۱۱/۴	۶۹/۵±۷/۳	۰.۱۵۵

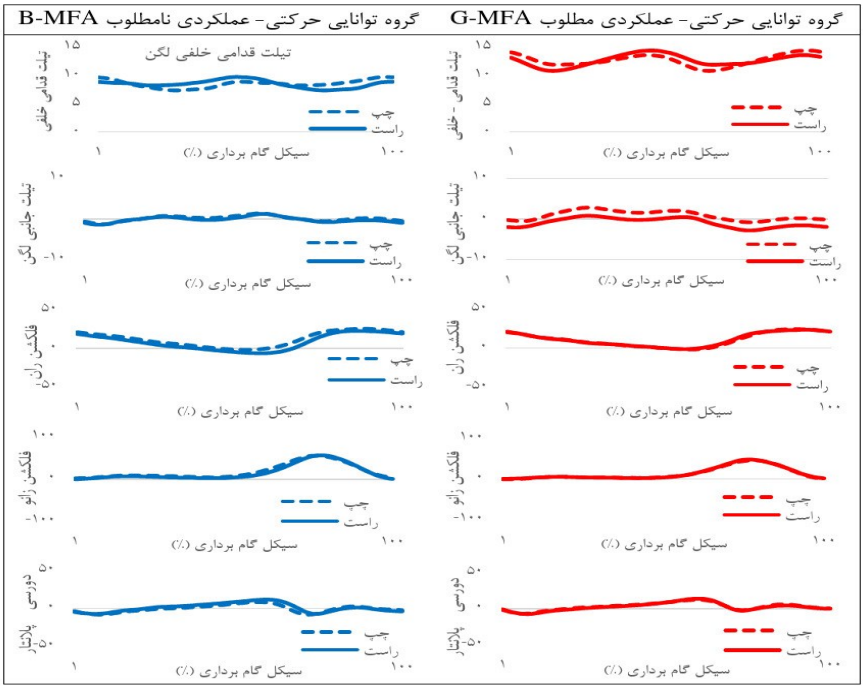
مقادیر P حاصل از آزمون شاپیروویلک در رابطه با تقارن فاکتورهای منتخب فضایی- زمانی بزرگ‌تر از ۰/۰۵ بود (گروه توانایی حرکتی عملکردی مطلوب: تقارن طول گام (۰/۵۴۱)، تقارن عرض گام (۰/۲۲۲)، تقارن مدت زمان استراید (۰/۰۶۸) و تقارن کل (۰/۰۵۹). گروه توانایی حرکتی عملکردی نا مطلوب: تقارن طول گام (۰/۵۴۹)، تقارن عرض گام (۰/۵۳۴)، تقارن مدت زمان استراید (۰/۱۲۳) و تقارن کل (۰/۱۶۵).) و امکان انجام آزمون پارامتریک برای مقایسهٔ دو گروه فراهم بود. جدول ۲ مقایسهٔ آماری این شاخص‌ها را در دو گروه زنان سالمند دارای توانایی حرکتی- عملکردی مطلوب و نامطلوب نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود میانگین مقادیر تقارن بسیار به یکدیگر نزدیک است و در هیچ‌یک از چهار مولفهٔ فضایی- زمانیِ مورد بررسی، تفاوت آماری معنی‌دار نشد.

جدول ۲ - مقایسه‌ی آماری شاخص‌های درصد تقارن فضایی زمانی گام‌برداری در دو گروه زنان سالمند با توانایی حرکتی عملکردی مطلوب و نامطلوب

ویژگی	B-MFA Std±Mean	G-MFA Std±Mean	P value
تقارن طول گام (٪)	۹۴/۳ ۱±/۶	۹۵/۱ ۱±/۵	۰/۳۵۰
تقارن عرض گام (٪)	۹۴/۲ ۱±/۷	۹۵/۲ ۱±/۵	۰/۲۵۰
تقارن مدت زمان استراید (٪)	۹۷/۲ ۰±/۹	۹۶/۳ ۲±/۸	۰/۸۷۸
تقارن کل (٪)	۸۵/۸ ۳±/۱	۸۶/۷ ۳±/۴	۰/۵۸۷

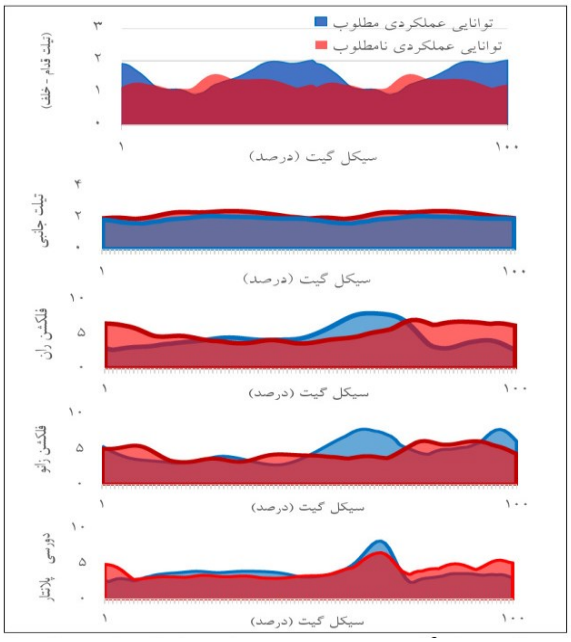
برای بررسی تقارن الگوی حرکت زنان سالمند با توانایی حرکتی- عملکردی مطلوب و نامطلوب ، الگوی حرکتی مفصل لگن در صفحات ساجیتال و فرونتال و مفاصل ران، زانو و مچ در صفحهٔ حرکتی

ساجیتال مورد بررسی قرار گرفت. در شکل ۲ زوایای مفاصل ذکر شده در پای چپ و راست، به صورت جداگانه در هر دو گروه نشان داده شده است.



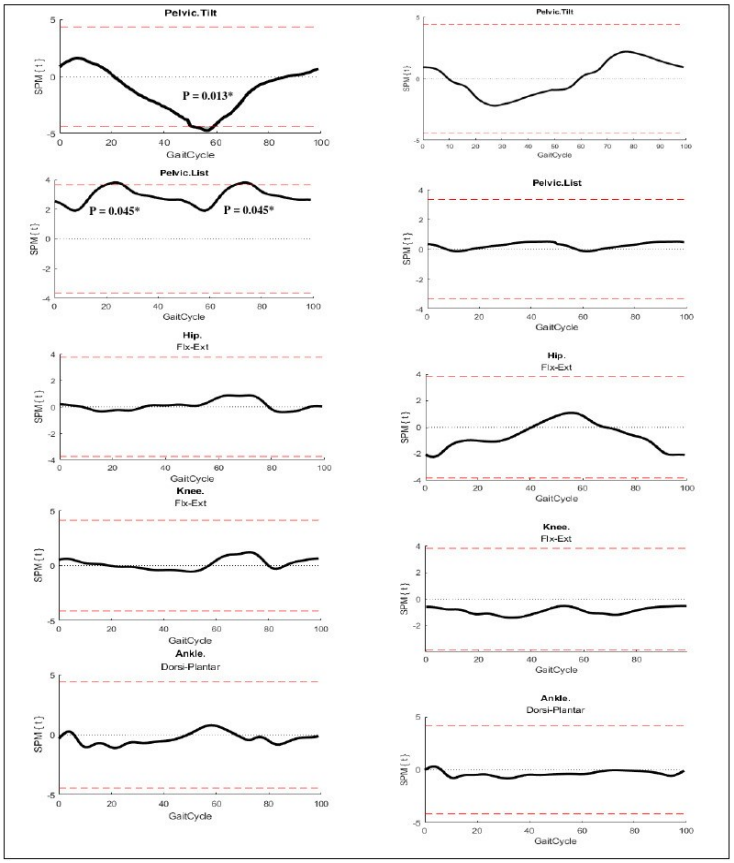
شکل ۲ - میانگین الگوی حرکتی پای چپ و راست زنان سالمند در گروه B-MFA (سمت چپ) و G-MFA (سمت راست)

مقادیر عدم تقارن حرکتی درجات آزادی مورد بررسی در درصدهای چرخه گام‌برداری در زنان سالمند دارای توانایی حرکتی- عملکردی مطلوب و نامطلوب در شکل ۳ قابل مشاهده است.



شکل ۳ – عدم تقارن حرکتی درجات آزادی مورد بررسی در درصدهای چرخه گام‌برداری در زنان سالمند دارای توانایی حرکتی-عملکردی مطلوب و نامطلوب

شکل ۴، نقشهٔ پارامتریک آماری را حین مقایسهٔ تقارن زاویه‌ای درجات آزادی مختلف الگوی راه رفتن زنان سالمند در دو گروه B-MFA و G-MFA نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در تیلت قدامی- خلفی ران در محدودهٔ ۵۰ الی ۶۰ درصد چرخه گام‌برداری، تفاوت آماری معنی‌داری در گروه B-MFA مشاهده می‌شود ($p = 0.013$). این در حالی است که در گروه دیگر تفاوت آماری معنی‌داری در این زمینه دیده نشد. در تیلت جانبی لگن در محدودهٔ ۲۰ تا ۲۵ و ۷۰ تا ۷۵ درصدی چرخه گام‌برداری، تفاوت آماری معنی‌داری بین الگوی حرکتی چپ و راست سالمندان گروه B-MFA مشاهده می‌شود ($p = 0.045$). قابل ذکر است که در سایر حرکات هیچ تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد.



شکل ۳ - نقشه‌ی پارامتریک آماری تقارن الگوی گام‌برداری زنان سالمند در دو گروه B-MFA (چپ) و G-MFA (راست)

بحث

کاهش تقارن راه رفتن با پیامدهای عملکردی مهمی مانند کاهش سرعت راه رفتن، افزایش مصرف انرژی، افزایش تخریب مفاصل و افزایش حساسیت به صدمات و افتادن همراه است (۲۷– ۲۵). مطالعهٔ حاضر الگوی تقارن– عدم تقارن مولفه‌های فضایی– زمانی و سینماتیکی گام‌برداری سالمندان دارای توانایی حرکتی– عملکردی مطلوب و نامطلوب را مورد بررسی قرار داد. اکثر مطالعات گذشته برای بررسی تقارن حرکتی از مولفه‌های فضایی زمانی مانند طول گام، عرض گام و مدت زمان استراید استفاده کردند (۲۱–۱۸). بررسی تقارن طول گام، عرض گام، زمان استراید و تقارن کل نشان داد که مقادیر تقارن کل در گروه B-MFA، نزدیک به یک درصد بیشتر از گروه دیگر است اما تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نمی‌شود.. ضعف ثبات مرکزی یک مشکل شایع در سالمندان است که به واسطهٔ بی تحرکی و سبک زندگی غیرفعال ایجاد می‌شود (۲۸). پنج خرده آزمونِ FMS مستقیماً با ثبات بدن و به‌صورت ویژه ثبات ناحیهٔ مرکزی بدن ارتباط دارند (۱۱). اگرچه نتایج آنالیز تقارن فضایی زمانی گام‌برداری، بیانگر تفاوت آماری معنی‌دار بین دو گروه حاضر در مطالعه نبود، ولی به توجه به مقادیر میانگین عملکرد آزمودنی‌ها، احتمالا می‌توان این

استنباط را داشت که بهبود ثبات ناحیهٔ مرکزی بدن می‌تواند به بهبود تقارن گام‌برداری کمک کند.

عضلات مرکزی بدن نقش مهمی در گام‌برداری دارند. این عضلات عموماً برای تثبیت، کنترل وضعیت بدن و تولید نیرو در فعالیت‌های روزمره عمل می‌کنند (۳۲-۳۰). ضعف این عضلات می‌تواند منجر به عدم تقارن در الگوی گام‌برداری، اعمال نیرو به اندام‌ها و فعال‌سازی عضلات شود (۳۴، ۳۳). در مطالعه‌ای، Hubble et al, 2018 نقش تمرینات تنه و ثبات مرکزی را بر تقارن گام‌برداری موثر دانستند (۲۹). بررسی تقارن سینماتیکی به نسبت ارزیابی تقارن مولفه‌های فضایی- زمانی، جزئیات بیشتری از الگوی گام‌برداری ارائه می‌دهد. شکل ۴ الگوی عدم تقارن حرکتی پنج درجه آزادی مختلف مفاصل زنان سالمند را در دو گروه B-MFA و G-MFA نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، مقادیر عدم تقارن زاویه‌ای در تیلت قدامی- خلفی لگن، در هر دو گروه اندک است و در بدترین درصد از چرخه گام‌برداری به حداکثر ۲ درجه می‌رسد. ضمن اینکه به‌طور متوسط هر دو گروه حداقل ۱ درجه عدم تقارن حرکتی را در تمام درصدهای چرخه گام‌برداری نشان می‌دهند. مشاهدهٔ نقشهٔ پارامتریک آماری تیلت قدامی- خلفی لگن در گروه B-MFA نشان می‌دهد که در محدودهٔ ۵۰ تا ۶۰ درصدی چرخهٔ گام‌برداری تفاوت آماری معنی‌دار بین الگوی چرخه چپ و راست وجود دارد. این در حالی است که در گروه دیگر عدم تقارن معنی‌داری در سرتاسر چرخه گام‌برداری مشاهده نمی‌شود. در تیلت جانبی لگن، مقادیر عدم تقارن سینماتیکی گروه B-MFA ، در تمامی درصدهای چرخه گام‌برداری بیشتر از گروه دیگر بود. این عدم تقارن در دو محدودهٔ زمانیِ چرخهٔ گام‌برداری، معنی‌دار شد. عدم وجود تقارن سینماتیکی در دو درجهٔ آزادی لگن در گروه B-MFA ، نشان‌دهندهٔ نقش پر رنگ عضلات ناحیهٔ مرکزی بدن در حفظ و ثبات بخشی به الگوی سینماتیک گام‌برداری و به‌صورت ویژه در الگوی حرکتی لگن است. این یافته با نتایج مطالعات Hubble et al, 2018 و Rathore et al, 2017 که ضعف عضلات مرکزی بدن را به‌عنوان عاملی برای عدم تقارن گام‌برداری بیان کردند، هم‌خوانی داشت (۳۰، ۲۹). در رابطه با عدم تقارن حرکتی فلکشن- اکستنشن ران مشاهده می‌شود که گروه B-MFA، در ابتدا و انتهای چرخه گام‌برداری، عدم تقارن بیشتری در فلکشن- اکستنشن ران داشت. این در حالی بود که در گروه دیگر، بیشترین عدم تقارن در اواسط چرخه گام‌برداری اتفاق افتاد. در حرکت فلکشن- اکستنشن زانو تغییرات عدم تقارن حرکتی در زانوی گروه B-MFA در درصدهای مختلف چرخه گام‌برداری نسبتاً یکسان بود؛ اما در گروه G-MFA ، این عدم تقارن در ابتدای فاز سوئینگ و انتهای این فاز افزایش یافت و به بیش از ۷ درجه رسید. یکی از دلایل افزایش مقادیر عدم تقارن در فاز نوسان راه رفتن (حدوداً حد فاصل ۶۰ تا ۱۰۰ درصدی چرخه گام‌برداری)، افزایش دامنهٔ حرکتی مفصل زانو بود که به تبع آن مقادیر عدم تقارن را نیز افزایش داد. Arauz et al, 2018 مقادیر متوسط عدم تقارن حرکت فلکشن- اکستنشن زانو را در افراد سالم ۴/۷ ±۴/۳ درجه بدست آوردند (۲۳مقادیر ایمبالانس در حرکت فلکشن- اکستنشن زانو در دو گروه مورد مطالعه مقداری بیش از ۴/۳ درجه بود. این در حالی است که گروه B-MFA ، ایمبالانس بیشتری را در

فاز تکیه‌گاه نشان داد؛ در حالی که عدم تقارنِ گروه دیگر در فاز نوسان بیشتر بود. با توجه به اینکه فاز تکیه‌گاه راه رفتن در وضعیت زنجیره بسته (انتهای اندام روی زمین) و فاز نوسان در وضعیت زنجیره باز رخ می‌دهد (۳۵) و در وضعیت زنجیره بسته نقش عضلات ثبات دهنده و تحمل‌کنندهٔ وزن بسیار پر رنگ است؛ بنظر می‌رسد دلیل افزایش ایمبالانس در فاز استانس گروه دارای B-MFA همین موضوع باشد.

نتیجه‌گیری

توانایی حرکتی- عملکردی رابطهٔ تنگاتنگی با حفظ تحرک، پایداری و ثبات در مفاصل و اندام‌ها دارد. در سالمندان با توانایی حرکتی- عملکردی نامطلوب و درنتیجه با عملکرد ضعیف عضلات ثبات‌دهندهٔ بدن، فعالیت‌های روزمره و به‌طور ویژه الگوی راه رفتن‌شان تحت تاثیر قرار گرفته است. بروز عدم تقارن در الگوی گام‌برداری سالمندان یکی از مشکلاتی است که رابطه مستقیمی با زمین خوردن دارد و شناسایی عوامل مرتبط با آن می‌تواند امکان پیشگیری را فراهم کند. در مطالعهٔ حاضر با توجه به بروز عدم تقارن در حرکات لگن گروه دارای توانایی حرکتی- عملکردی نامطلوب، احتمالاً می‌توان این استنباط را داشت که ضعف عضلات ناحیهٔ مرکزی عامل بروز عدم تقارن در این گروه بوده است. با توجه به اینکه این عدم تقارن می‌تواند ارتباط نزدیکی با مشکلاتی مانند زمین خوردن داشته باشد، می‌توان در برنامهٔ روزمرهٔ این افراد، تمرینات تقویت عضلات ناحیهٔ مرکزی بدن را نیز اضافه کرد و بدان توجه بیشتری نمود. لازم به ذکر است که بررسی تقارن سینماتیکی گام‌برداری با روش‌هایی مانند نقشه‌برداری پارامتریک می‌تواند جزئیات بیشتری را نسبت به فاکتورهای فضایی زمانی نشان دهد و به شناسایی دقیق‌تر عامل بروز عدم تقارن کمک کند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله مراتب تشکر خود را از آقای دکتر مازیار مقدادی و آقای دکتر مصطفی حاج لطفلیان و تمام شرکت کنندگان عزیزی که با حضور و مشارکت جدی خود ما را در اجرای دقیق برنامه‌ها و جمع‌آوری داده‌ها یاری کردند، اعلام می‌کنند.

منابع

1. Fang J, Liu Y, An Y, Zhou K. The Macroeconomic Impact of Demographic Shifts: Aging Populations and Their Socioeconomic Consequences. Law and Economy. 2023 Nov 10;2(11):37-43.
2. Ortman JM, Velkoff VA, Hogan H. An aging nation: the older population in the United States.
3. https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/healthy-ageing-and-functional-ability
4. Chen X, Mao G, Leng SX. Frailty syndrome: an overview. Clinical interventions in aging. 2014 Mar 19:433-41.
5. Dohrn IM, Gardiner PA, Winkler E, Welmer AK. Device-measured sedentary behavior and physical activity in older adults differ by demographic and health-related factors. European Review of Aging and Physical Activity. 2020 Dec;17:1-1.
6. Jacob ME, Ni P, Driver J, Leritz E, Leveille SG, Jette AM, Bean JF. Burden and Patterns of Multimorbidity: Impact on Disablement in Older Adults. American journal of physical medicine & rehabilitation. 2020 May;99(5):359.
7. O'Loughlin JL, Robitaille Y, Boivin JF, Suissa S. Incidence of and risk factors for falls and injurious falls among the community-dwelling elderly. American journal of epidemiology. 1993 Feb 1;137(3):342-54.
8. Berry SD, Miller RR. Falls: epidemiology, pathophysiology, and relationship to fracture. Current osteoporosis reports. 2008 Dec;6(4):149-54.
9. Rodrigues F, Domingos C, Monteiro D, Morouço P. A review on aging, sarcopenia, falls, and resistance training in community-dwelling older adults. International journal of environmental research and public health. 2022 Jan 13;19(2):874.
10. Ge L, Huang H, Yu Q, Li Y, Li X, Li Z, Chen X, Li L, Wang C. Effects of core stability training on older women with low back pain: a randomized controlled trial. European Review of Aging and Physical Activity. 2022 Dec;19(1):1-9.Kang KY. Effects of core muscle stability training on the weight distribution and stability of the elderly. Journal of physical therapy science. 2015;27(10):3163-5.
11. Cook G, Burton L, Kiesel K, Rose G, Brynt MF. Movement: Functional movement systems: Screening, assessment. Corrective Strategies (1st ed.). Aptos, CA: On Target Publications. 2010:73-106.
12. Cuchna JW, Hoch MC, Hoch JM. The interrater and

intrarater reliability of the functional movement screen: A systematic review with meta-analysis. Physical Therapy in Sport. 2016 May 1;19:57-65.
13. Dietze-Hermosa MS, Montalvo S, Gonzalez MP, Dorgo S. Association between the modified functional movement screen scores, fear of falling, and self-perceived balance in active older adults. Topics in Geriatric Rehabilitation. 2021 Apr 1;37(2):64-73.
14. Sohrabi Dehkordi S, ShamsehKohan P. [Comparison the symmetry in postural sway while maintaining static balance in elderly women with and without poor central stability (Persian)]. J Sport Biomech 2023; 9(4):186-199.
15. Sadeghi H, Allard P, Prince F, Labelle H. Symmetry and limb dominance in able-bodied gait: a review. Gait & posture. 2000 Sep 1;12(1):34-45.
16. Cimolin V, Galli M. Summary measures for clinical gait analysis: A literature review. Gait & posture. 2014 Apr 1;39(4):1005-10.
17. Joffeir J. Gait disturbance. Austr Family Physicians. 1992;21(10):1437-40.
18. Lindemann U. Spatiotemporal gait analysis of older persons in clinical practice and research: Which parameters are relevant?. Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie. 2020 Mar;53(2):171-8.
19. Jungen P, Batista JP, Kirchner M, Habel U, Bollheimer LC, Huppertz C. Variability and symmetry of gait kinematics under dual-task performance of older patients with depression. Aging Clinical and Experimental Research. 2023 Feb;35(2):283-91.
20. Daud DM, Liau SN, Sudi S, Noh MM, Khin NY, DAUD DM, LIAU SN, SUDI S, NOH MM, YIN KN. A Case Report on Core Muscles Training for Knee Osteoarthritis Through Core Muscles Activations and Gait Analysis. Cureus. 2023 Jan 18;15(1).
21. Samadi H, Hajlotfalian M, Razi M. Relationship Between Activities-specific Balance Confidence (ABC) and Gait Symmetry and Gait Symmetry Variability in Elderly Women. Journal of Advanced Sport Technology. 2022 Nov 1;6(2):39-50.
22. Arauz P, Peng Y, Kwon YM. Knee motion symmetry was not restored in patients with unilateral bi-cruciate retaining total knee arthroplasty—in vivo three-dimensional kinematic analysis. International orthopaedics. 2018 Dec;42:2817-23.
23. Arauz P, Peng Y, MacAuliffe J, Kwon YM. In-vivo 3-Dimensional gait symmetry analysis in patients with bilateral total hip arthroplasty. Journal of biomechanics. 2018 Aug 22;77:131-7.
24. Phinyomark A, Osis S, Hettinga BA, Ferber R. Kinematic gait patterns in healthy runners: A hierarchical cluster analysis. Journal of biomechanics. 2015 Nov 5;48(14):3897-904.
25. Arauz MD, Osborn AJ, Wutzke CJ. The influence of mechanically and physiologically imposed stiff-knee gait patterns on the energy cost of walking. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2012 Jan 1;93(1):123-8.
26. Wong DW, Lam WK, Lee WC. Gait asymmetry and variability in older adults during long-distance walking: Implications for gait instability. Clinical biomechanics. 2020 Feb 1;72:37-43.
27. Lewek MD, Bradley CE, Wutzke CJ, Zinder SM. The relationship between spatiotemporal gait asymmetry and balance in individuals with chronic stroke. Journal of applied biomechanics. 2014 Feb 1;30(1):31-6.
28. Sannicandro I. Effects of Integrative Core Stability Training on Balance and Walking Speed in Healthy Elderly People. Advances in Physical Education. 2020(10):421-35.
29. Hubble RP, Naughton G, Silburn PA, Cole MH. Trunk exercises improve gait symmetry in Parkinson disease: a blind phase II randomized controlled trial. American journal of physical medicine & rehabilitation. 2018 Mar 1;97(3):151-9.
30. Wisnubrata MD, Zharfan RS. Effectiveness of core stability exercise for knee joint osteoarthritis: A review. Qanun Medika-Medical Journal Faculty of Medicine Muhammadiyah Surabaya. 2020 Jan 27;4(1):1-9.
31. Tabibi N, ShamsehKohan P. Effect of Eight Weeks of Aquatic Therapy on Abnormalities and Functional Factors in People with Parkinson's disease. Journal of Current Research in Medicine and Epidemiology. 2021;1(1):23-35.
32. Arabjafari Z, Fatahi H, Shamsehkohan P. [The effect of 8 weeks combined exercises (core stability and theraband) on distance of knee medail condyles, Q angle and endurance of core muscles in adolescent students with genu varum (Persian)]. J Res Sport Rehabi. 2020;8(15):101-13.
33. Rathore M, Trivedi S, Abraham J, Sinha MB. Anatomical correlation of core muscle activation in different yogic postures. International journal of yoga. 2017 May;10(2):59.
34. Powers CM. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2003 Nov;33(11):639-46.
35. Kirtley C. Clinical gait analysis: theory and practice. Elsevier Health Sciences; 2006.