DOI: 10.22122/jims.v37i543.12400 Published by Vesnu Publications

مجله دانشکده پزشکی اصفهان سال سی و هفتم/شماره‌ی ۵۴۳/هفته‌ی سوم آبان ۱۳۹۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۶/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۷/۲۷ تاریخ چاپ: ۱۳۹۸/۸/۱۵

تأثیر حذف نوسان اندام فوقانی بر جابه‌جایی سه بعدی مرکز جرم بدن در حین راه رفتن

راضیه یوسفیان ملا[۱]، حیدر صادقی[۲]، فرزام فرهمند[۳]، محمدعلی آذربایجانی[۴]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: تأثیر عدم حرکت و یا ایجاد بی‌حرکتی در اندام فوقانی با وجود اهمیت آن، به طور معمول در بررسی و تجزیه و تحلیل‌های راه رفتن نادیده گرفته می‌شود. از این رو، هدف از انجام تحقیق حاضر، تعیین تأثیر حذف نوسان اندام فوقانی بر جابه‌جایی سه بعدی مرکز جرم بدن در طول راه رفتن بود.

روش‌ها: نوع تحقیق حاضر، نیمه‌تجربی، علی- مقایسه‌ای و تأثیرسنجی بود. ۲۰ زن سالم با سرعت عادی در دو وضعیت نوسان طبیعی و بسته بودن اندام فوقانی راه رفتند و جابه‌جایی مرکز جرم بدنشان در سه صفحه‌ی حرکتی توسط Force plate مشخص شد. جهت تجزیه و تحلیل‌های آماری، از آمار توصیفی، آزمون‌های Kolmogorov-Smirnov و Paired t استفاده گردید ($P < ۰/۰۵$).

یافته‌ها: به غیر از جابه‌جایی در صفحه‌ی حرکتی عمودی ($P = ۰/۰۴$)، مرکز جرم در صفحات قدامی- خلفی ($P = ۰/۳۰$) و جانبی ($P = ۰/۱۸$)، جابه‌جایی معنی‌داری را نشان نداد.

نتیجه‌گیری: کاهش نوسان اندام فوقانی در حین راه رفتن، می‌تواند باعث افزایش جابه‌جایی عمودی مرکز جرم و بزرگی نیروی عکس‌العمل وارده از زمین به فرد گردد و این امر، باید مورد توجه متخصصین توان‌بخشی و ورزشی واقع شود.

واژگان کلیدی: اندام فوقانی، زنان، راه رفتن

ارجاع: یوسفیان ملا راضیه، صادقی حیدر، فرهمند فرزام، آذربایجانی محمدعلی. **تأثیر حذف نوسان اندام فوقانی بر جابه‌جایی سه بعدی مرکز جرم بدن در حین راه رفتن.** مجله دانشکده پزشکی اصفهان ۱۳۹۸؛ ۳۷ (۵۴۳): ۱۰۹۱-۱۰۸۸

مقدمه

هنگام راه رفتن طبیعی انسان، علاوه بر اندام تحتانی، تنه و اندام فوقانی نیز در تمام مراحل در حال حرکت هستند (۱). در طول این نوسان به جلو و عقب که همراه با چرخش تنه حول محور عمودی رخ می‌دهد، کمربند شانه‌ای نیز حرکتی چرخشی در جهت مخالف با لگن همان سمت انجام می‌دهد و به دنبال آن، بازوها همراه با نوسان پای مخالف به نوسان در می‌آیند؛ به گونه‌ای که پای چپ و سمت چپ لگن همراه با بازوی راست و کمربند شانه‌ای به جلو حرکت می‌کنند و بر عکس (۲). این باور مستند وجود دارد که وجود نوسان در اندام فوقانی در هنگام راه رفتن، باعث کاهش میزان مصرف و هزینه‌ی انرژی به علت مقابله با گشتاور زاویه‌ای منتقل شده به اندام فوقانی (که لازم است با آن مقابله شود) می‌گردد و در نتیجه، حرکت پاها را تسهیل می‌نماید و نیز باعث افزایش ثبات و حفظ تعادل در فرد در طی حرکت می‌گردد (۳).

رخ دادن نوسان اندام فوقانی در حین راه رفتن، عوارض و مداخله‌های بیومکانیکی مهمی به دنبال دارد؛ چرا که ثابت شده است تأثیرات نوسان ریتمیک در اندام فوقانی به عنوان تعاملی بین دست‌ها، پاها و تنه در طول راه رفتن ایجاد می‌گردد (۴). در حین راه رفتن، مؤلفه‌های نیروی واکنش زمین و مسیر مرکز جرم کل بدن تحت تأثیر تغییرات در حرکت دست و سرعت راه رفتن می‌باشد و با به حداقل رساندن حرکات تنه، باعث کاهش نوسانات مرکز جرم بدن و تأثیر بر روی میزان مصرف انرژی آن می‌شود و موجب می‌گردد تا بدن انرژی

۱- دانشجوی دکتری، گروه فیزیولوژی و بیومکانیک ورزشی، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- استاد، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده‌ی تربیت بدنی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

۳- استاد، گروه مهندسی مکانیک، دانشکده‌ی مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران

۴- استاد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

نویسنده‌ی مسؤول: حیدر صادقی

Email: sadeghih@yahoo.com

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

کمتری در حین راه رفتن صرف کند (۵). به دنبال آن، ثبات در راه رفتن و بازیابی تعادل بعد از اغتشاش، کنترل وضعیت، ثبات چرخشی بدن و حفظ تعادل طرفی افزایش می‌یابد و در نتیجه، تلاش‌های عصبی- عضلانی بدن جهت حفظ و وجود تعادل در بدن کاهش می‌یابد (۶).

مطالعات اندکی به تأثیر تغییرات نوسان اندام فوقانی بر جابه‌جایی مرکز جرم بدن (Center of mass یا COM) پرداخته‌اند که از آن جمله، De Graaf و همکاران (۷) با حذف نوسان دست به بررسی تغییرات جابه‌جایی مرکز جرم پرداختند و به این نتیجه رسیدند که این عمل، می‌تواند جابه جایی عمودی مرکز جرم را تحت تأثیر قرار دهد. در مقابل نتایج این تحقیق، پژوهش‌های دیگری نیز به چشم می‌خورد که نتایجی متضاد با نتایج پژوهش پیش‌گفته دارد. به عنوان نمونه، Van Dieen و همکاران (۸) که به بررسی تأثیر حالت‌های مختلف نوسان اندام فوقانی بر روی COM بدن پرداخته بودند، هیچ تأثیر معنی‌داری را در ارتباط با تغییرات جابه‌جایی عمودی COM در زمان تغییرات این نوسان گزارش نکردند.

با توجه به تناقض‌های موجود و نیاز به تأکید بر چگونگی و تقویت نوسان اندام فوقانی در توان‌بخشی راه رفتن در افراد معلول یا آسیب دیده‌ای که دچار نبود یا نقص در اندام فوقانی هستند و از آن جایی که اغلب در بررسی و تجزیه و تحلیل‌های راه رفتن، اندام فوقانی و تنه با هم و به صورت جدا شامل سر، دست‌ها و تنه (Head-arm-trunk یا HAT) در نظر گرفته شده و تمرکز اصلی بر روی اندام تحتانی است، مطالعه‌ی حاضر با هدف حاضر تعیین تأثیر حذف نوسان اندام فوقانی بر جابه‌جایی سه بعدی مرکز جرم بدن در طول راه رفتن انجام شد.

روش‌ها

نوع تحقیق حاضر نیمه تجربی، علی- مقایسه‌ای و تأثیرسنجی بود. ۲۰ زن سالم با میانگین ± انحراف معیار سن ۳/۴۵ ± ۲۹/۵۶ سال، قد ۱/۰۸ ± ۱۶۳/۳۶ سانتی‌متر، وزن ۶/۹۲ ± ۶۴/۲۰ کیلوگرم و شاخص توده‌ی بدنی (Body mass index یا BMI) ۳/۲۵ ± ۲۴/۰۶ کیلوگرم/مترمربع بدون هیچ گونه سابقه‌ی آسیب در اندام تحتانی در حالی که از تمامی مراحل کار آگاهی یافته و فرم رضایت‌نامه را امضا نمودند، در پژوهش حاضر شرکت کردند. روند انجام پژوهش توسط کمیته‌ی اخلاق پژوهشکده‌ی علوم حرکتی با کد اخلاق ک.ا.پ ۱۰۳/۱۰۰۰ مورد تصویب قرار گرفت.

از سیستم Force plate (kistler، ۱۲۰۰ هرتز ساخت کشور سوئیس) برای ثبت اطلاعات در محیط آزمایشگاه واکاوی حرکت استفاده شد. در طی فرایند ثبت اطلاعات، از آزمودنی‌ها خواسته شد تا با سرعت عادی خود در دو وضعیت نوسان طبیعی و بسته شدن دست‌ها با استفاده از باند کشی، به مسافت ۴ متر راه بروند. مکان مرکز جرم، با اندازه‌گیری نیروی عکس‌العمل وارده از زمین توسط Force plate مشخص و میزان جابه‌جایی آن نیز با محاسبه‌ی تفاوت میان مقادیر کمینه و بیشینه‌ی جابه‌جایی آن در سه صفحه‌ی حرکتی قدامی- خلفی (x)، جانبی (y) و عمودی (z) ثبت گردید.

جهت انجام تجزیه و تحلیل‌های آماری از نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۱ (version 21, IBM Corporation, Armonk, NY) به منظور محاسبه‌ی آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار)، آزمون Kolmogorov-Smirnov (بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها) و آزمون Paired t جهت تعیین تفاوت میزان جابه‌جایی مرکز جرم در سه صفحه‌ی حرکتی استفاده گردید ($P < ۰/۰۵$).

یافته‌ها

نتایج آزمون Kolmogorov-Smirnov، حاکی از طبیعی بودن توزیع داده‌ها بود. پس از آن، به کمک آزمون Paired t به مقایسه‌ی زوجی متغیرهای تحقیق، یعنی بررسی و مقایسه‌ی میزان جابه‌جایی نقطه‌ی مرکز جرم در سه صفحه‌ی حرکتی x، y و z در وضعیت دستان با نوسان عادی و بسته پرداخته شد. نتایج این بررسی در جدول ۱ آمده است ($P < ۰/۰۵$).

طبق یافته‌های جدول ۱ به غیر از جابه‌جایی در صفحه‌ی حرکتی عمودی ($P = ۰/۰۴$)، مرکز جرم در صفحات قدامی- خلفی ($P = ۰/۳۰$) و جانبی ($P = ۰/۱۸$)، جابه‌جایی معنی‌داری را نشان نداد.

جدول ۱. نتایج آزمون Paired t برای مقایسه‌ی سطوح اندازه‌گیری جابه‌جایی مرکز جرم به تفکیک صفحات حرکتی ($P < ۰/۰۵۰$)

محور حرکتی	الگوها	میانگین ± انحراف استاندارد	T	مقدار P
X	نوسان طبیعی	۹۹۹/۹۴ ± ۷۲/۹۰	۱/۰۹۴	۰/۳۰
	دستان بسته	۹۵۹/۷۵ ± ۷۸/۶۳		
Y	نوسان طبیعی	۴۸/۹۵ ± ۸/۰۴۰	-۱/۴۰۰	۰/۱۸
	دستان بسته	۵۲/۸۶ ± ۱۱/۲۶		
Z	نوسان طبیعی	۲۶/۹۶ ± ۶/۰۰	۰/۷۴۰	۰/۰۴
	دستان بسته	۲۴/۶۴ ± ۷/۰۴		

بحث

هدف از پژوهش حاضر، تعیین تأثیر حذف نوسان اندام فوقانی بر جابه‌جایی مرکز جرم در طول راه رفتن بود. با توجه به نتایج حاصل از تحقیق که در جدول ۱ آمده است، جابه‌جایی عمودی مرکز ثقل در محور عمودی معنی‌دار بود، اما در دو محور دیگر این جابه‌جایی معنی‌دار نبود.

De Graaf و همکاران، با حذف نوسان دست، برخی متغیرهای بیومکانیکی نظیر COM را بررسی نمودند و نتایج مطالعه ی آن‌ها نیز افزایش جابه جایی عمودی مرکز جرم در اثر حذف حرکت دستان را تأیید کرد. از آن جایی که به دنبال افزایش جابه‌جایی مرکز جرم، مصرف انرژی بدن نیز افزایش می‌یابد و به عبارتی، بدن مجبور به صرف انرژی بیشتر جهت جبران جابه جایی افزوده می‌شود، در نتیجه، نتایج این مطالعه با نتایج پژوهش حاضر به طور کامل مطابقت دارد (۷).

در مطالعه‌ی دیگری، Major و همکاران به تأثیر از دست رفتن حرکت دست و اندام فوقانی در اثر قطع عضو و استفاده از پروتز اندام فوقانی پرداختند و میزان ثبات حرکتی و از جمله جابه‌جایی مرکز جرم را بررسی نمودند. نتایج این پژوهش نیز با وجود ارزیابی با آزمودنی‌های متفاوت از پژوهش حاضر، همسو بود و حکایت از این داشت که حذف طبیعی و از بین رفتن نوسان اندام فوقانی، می‌تواند بر روی جابه جایی عمودی مرکز جرم اثرگذار باشد (۹)، اما از طرفی، یافته‌های مطالعه‌ی حاضر با مطالعه‌ی Cavan و همکاران، بر روی بیماران همی‌پلژی مغایر بود؛ چرا که آن‌ها گزارش کردند، بی‌تحرکی دست‌ها نمی‌تواند بر تغییرات حرکتی مرکز جرم تأثیرگذار باشد. با بررسی پژوهش پیش گفته، شاید بتوان علت اصلی مغایرت نتایج این تحقیق با پژوهش حاضر را در انتخاب نمونه‌های اندازه‌گیری شده بیان کرد؛ چرا که آزمودنی‌های مطالعه ی Cavan و همکاران، افراد همی‌پلژی (افرادی که از یک سمت بدن دچار معلولیت هستند) بودند و احتمال می‌رود الگوی راه رفتن این افراد نیز در اثر همین عارضه از قبل تحت تأثیر قرار گرفته باشد، اما افراد نمونه‌گیری شده در مطالعه‌ی حاضر، شامل زنان سالم و بالغ می‌باشند (۱۰).

اگر چه نوسان اندام فوقانی یک بخش ضروری در راه رفتن نیست (۱)، اما یک رفتار طبیعی در راه رفتن محسوب می‌شود. از آن جایی که بررسی و اهمیت نوسان اندام فوقانی در تجزیه و تحلیل‌های بیومکانیکی به طور معمول نادیده گرفته می‌شود، محققین و متخصصین بالینی باید تأثیر نوسان اندام فوقانی را در زمان تجزیه و تحلیل راه رفتن در نظر داشته باشند؛ چرا که کاهش نوسان اندام فوقانی در حین راه رفتن، می‌تواند باعث افزایش جابه‌جایی عمودی مرکز جرم و بزرگی نیروی عکس‌العمل وارده از زمین به فرد گردد.

تشکر و قدردانی

مقاله‌ی حاضر، برگرفته از پایان‌نامه‌ی دکتری تخصصی به شماره‌ی ۱۰۱۲۱۴۷۱۹۸۱۰۰۱ می‌باشد. بدین وسیله، از تمامی افرادی که در انجام این پژوهش همکاری نمودند، سپاسگزاری می‌گردد.

References

1. Yang HS, Atkins LT, Jensen DB, James CR. Effects of constrained arm swing on vertical center of mass displacement during walking. Gait Posture 2015; 42(4): 430-4.
2. Canton SP. Active versus passive control of arm swing: Implication of the restriction of pelvis rotation during human locomotion [MSc Thesis]. Baton Rouge, LA: Louisiana State University; 2015.
3. Bruijn SM, Meijer OG, Beek PJ, van Dieen JH. The effects of arm swing on human gait stability. J Exp Biol 2010; 213(Pt 23): 3945-52.
4. Yizhar Z, Boulos S, Inbar O, Carmeli E. The effect of restricted arm swing on energy expenditure in healthy men. Int J Rehabil Res 2009; 32(2): 115-23.
5. Meyns P, Bruijn SM, Duysens J. The how and why of arm swing during human walking. Gait Posture 2013; 38(4): 555-62.
6. Wu Y, Li Y, Liu AM, Xiao F, Wang YZ, Hu F, et al. Effect of active arm swing to local dynamic stability during walking. Hum Mov Sci 2016; 45: 102-9.
7. de Graaf ML, Hubert J, Houdijk H, Bruijn SM. Influence of arm swing on cost of transport during walking. Biol Open 2019; 8(6): bio039263.
8. van Dieen JH, Kingma I, van der Burg Petra JCE. Erratum: Evidence for a role of antagonistic cocontraction in controlling trunk stiffness during lifting (Journal of Biomechanics (2003) 36 (1829-1836) PII: S0021929003002276). J Biomech 2004; 37(9): 1457.
9. Major MJ, McConn SM, Zavaleta JL, Stine R, Gard SA. Effects of upper limb loss and prosthesis use on proactive mechanisms of locomotor stability. J Electromyogr Kinesiol 2019; 48: 145-51.
10. Cavan S, Takami A, Makino M, Iwata M. The Relationship between arm swing and walking abilities in hemiplegia patients. Hirosaki Igaku 2019; 69(1-4): 119-23.

DOI: *10.22122/jims.v37i543.12400* *Published by Vesnu Publications*

Journal of Isfahan Medical School **Vol. 37, No. 543, 3rd Week, November 2019**

Received: 21.09.2019 Accepted: 19.10.2019 Published: 06.11.2019

The Effect of Removal Arm Swing on 3-Dimentional Body Center of Mass Displacement during Gait

Razieh Yousefian-Molla[1], Heydar Sadeghi[2], Farzam Farahmand[3], Mohammad Ali Azarbayjani[4]

Original Article

Abstract

Background: Since the effect of immobilization of the upper limb, despite its importance, is usually neglected in the analysis of gait, the purpose of the present study was to assess the effect of removal upper limb arm swing on 3-dimentional (3D) body center of mass displacement during gait.

Methods: 20 healthy women were asked to walk at normal speed in two conditions of normal upper extremity arm swing. The location of body mass center was determined by force plate, and then the data were analyzed using statistical descriptive, Kolmogorov-Smirnov, and paired t tests ($P < 0.0.5$).

Findings: Except for displacement in the vertical plate ($P = 0.04$), the center of mass in the anterior-posterior ($P = 0.30$) and lateral planes ($P = 0.08$) showed no significant displacement.

Conclusion: Reducing arm swing during walking can increase the vertical displacement of the center of mass, and the magnitude of the force exerted from the ground. Sport and rehabilitation clinicians should consider this statement.

Keywords: Arm, Women, Gait

Citation: Yousefian-Molla R, Sadeghi H, Farahmand F, Azarbayjani MA. **The Effect of Removal Arm Swing on 3-Dimentional Body Center of Mass Displacement during Gait.** J Isfahan Med Sch 2019; 37(543): 1088-91.

1- PhD Candidate, Department of Sports Physiology and Biomechanics, School of Physical Education and Sport Sciences, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2- Professor, Department of Sports Biomechanics, School of Physical Education, Kharazmi University, Tehran, Iran
3- Professor, Department of Mechanical Engineering, School of Mechanical Engineering, Sharif University of Technology, Tehran, Iran
4- Professor, Department of Sports Physiology, School of Physical Education and Sport Sciences, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
Corresponding Author: Heydar Sadeghi, Email: sadeghih@yahoo.com