Journal of Health and Safety at Work 2022; 12(1): 189-203

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Predicting the Percentage of Sway Index from the Static Balance Based on the Anthropometric Dimensions of Construction Workers

Fateme Heydari Abdolahi[1], Ali Safari Variani[1], Mohammad Soleimanabadi[1], Sakineh Varmazyar[2*]

[1] Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.
[2] Department of Occupational Health Engineering, Social Determinants Health Research Center, Research Institute for Prevention of Non-Communicable Diseases, Faculty of Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.

Received: 2020-10-10 Accepted: 2021-5-24

ABSTRACT

Introduction: The purpose of the current study was to predict the percentage of the sway index from the static balance point based on the anthropometric dimensions of construction workers.

Material and Methods: This descriptive-analytical study was conducted on 114 construction workers. First, the construction workers were asked to complete the demographic questionnaire and the inclusion criteria were determined. Then, the anthropometric dimensions were measured. Afterward, the static balance of participants was assessed with their open eyes and standing position using a Stabilometer device. The obtained data were analyzed using Pearson correlation and multiple linear regression.

Results: 29.8% of construction workers were in weak and very weak classes in terms of static balance. The Pearson and spearman's correlation coefficient showed a significant relationship between age, weight, and sway index of individuals. In addition, multiple linear regression showed that age, weight, and foot surface of construction workers can predict the percentage of the sway index from the static balance point among construction workers.

Conclusion: The results of the current study indicated that demographic information such as age, anthropometric parameters of weight, and foot surface are effective factors on static balance in a healthy construction workers' community with a normal body mass index.

Keywords: *Anthropometry, Balance, Construction Workers, Fall*

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Heydari Abdolahi F, Safari Variani A, Soleimanabadi M, Varmazyar S. Predicting the Percentage of Sway Index from the Static Balance Based on the Anthropometric Dimensions of Construction Workers, J Health Saf Work. 2022; 12(1): 189-203.

1. INTRODUCTION

The construction sector is the most hazardous industry. The workers who work on construction sites have a high rate of accident experience. Loss of balance events such as slips, trips, and falls are the most common types of accidents in the construction sector. The ability to balance is a basic element of daily activity and work tasks. Good balance control can be critical for safe and efficient work performance; therefore, the impaired balance control was linked to an increased risk of falls. Balance control is a complex motor skill, which involves integrating the sensory inputs and the planning and execution of flexible movement patterns. Many factors can alter these inputs. Several aspects of the surface condition can contribute to the ability to maintain balance. It may include the compliance/ hardness of surface or physical characteristics and anthropometry dimensions. The ability to maintain COG (center of gravity) within BOS (base of support) is a typically used definition of "static balance".

2. MATERIAL AND METHODS

The present study was descriptive-analytical in 2020. The construction workers were asked to complete the injury history questionnaire before taking part in the study. One hundred fourteen male construction workers with normal BMI participated in the study. A demographic questionnaire was used to collect the personal and

* Corresponding Author Email: *svarmazyar@qums.ac.ir*

Copyright © 2022 The Authors.
Published by Tehran University of Medical Sciences

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

occupational information in construction workers participating in the study. It includes age, height, weight, work experience. Then, demographic data and anthropometric dimensions including age, weight, height, sitting height, leg length, foot length, foot surface area: ankle width, foot breadth, heel width, ankle circumference, thigh circumference, hip breadth. The anthropometric dimensions were measured using an anthropometry device, tape, Marcal digital caliper, and Omron digital scale while the participants wore the least underwear and assumed a stationary standing posture during the measuring process. Afterward, the static balance of participants was assessed with their open eyes and standing position using a Stabilometer device. Descriptive statistics were used to provide the results of demographic and anthropometric information of study participants. Pearson correlation coefficient was used to investigate the relationship between dependent and independent variables. A backward stepwise multiple linear regression analysis was used to determine if the anthropometric parameters could predict dynamic balance.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Based on the results of the current study, the mean and standard deviation of the age of construction workers were 37.79±9.82 years (Table1). According to Table 2, the mean and standard deviation of the sway index from the static balance was 4.22 and 1.89, respectively. Based on Pearson's correlation coefficient, a significant positive correlation was observed between age and percent of sway index. It means that there would be less static balance in construction workers as they get older. In line with the present study, Imanipour et al. reported the correlation among different age groups with the role of motor function criteria and anthropometric indices. It was obtained that there was a significant negative correlation between weight and percent of sway

Table 1. Quantitative demographic, occupational and anthropometry information of study participants (n=114)

Quantitative information	
Variables	**Mean ± SD**
Age (years)	37.79±9.82
Height (cm)	176.13±6.29
Weight (kg)	73.28±8.09
Work experience (years)	12.85±8.39
Leg length (cm)	92.11±4.33
$\frac{\text{Sitting Height}}{\text{Leg Length}}$ (cm)	1.01±0.04
Foot Length (cm)	28.01±1.83
Foot Surface (cm^2)	741.81±72.72
Ankle Width (cm)	6.20±0.66
Foot Width (cm)	9.58±0.52
Heel Width (cm)	6.75±0.68
Ankle Circumference (cm)	25.29±1.97
Thigh Circumference (cm)	5.39±53.84
Hip Breadth (cm)	34.10±1.92

SD: Standard Deviation

Table 2. Descriptive results of static balance (n=114)

Static balance	Mean ± SD	Classification	Percent
The focus of center gravity in the area of 5%	83.93±15.15	Very weak	17.5
		Weak	12.3
		medium	8.8
		Good	33.3
		Excellent	28.1
Sway index %	4.22±1.89	-	-

Table 3. Relationships between demographic variables and anthropometric dimensions with sway index based on Pearson correlation test.

Variables	Sway index%	
	P-value	**r**
Age	0.01**	0.23
Height	0.09	0.15
Weight	0.03**	-0.17
Leg length	0.20	0.12
Foot Length	0.63	-0.04

p≤0.05*
p≤0.01**

index. It means that a decrease in the weight resulted in a negative effect on participants' static balance. This is in line with the findings of a previous study by Colné et al.

Multiple Linear Regression (Backward Elimination Technique) was calculated to predict the percent of sway index of static balance based on demographic variables and anthropometric dimensions. The Multiple Linear Regression analyses showed that sway index was significantly associated to age, weight, and foot surface (Equation 1). Adjusted R2 of 0.119 indicated that the predictor model could predict for 12%.

Equation 1:

Sway index from the static balance= 5.24 + 0.046 age – 0.073 weight – 0.006foot surface

It could be explained that increasing the foot surface area increases the base of support, thereby making the individual more stable (8).

4. CONCLUSIONS

The results of the current study showed that among those healthy construction workers (in terms of inclusion criteria) with normal body mass index, age, weight and foot surface were effective anthropometeric parameters in static balance.

پیش‌بینی درصد انحراف از نقطه تعادل استاتیک بر اساس ابعاد آنتروپومتری کارگران ساختمانی

فاطمه حیدری عبداللهی[۱]، علی صفری واریانی[۱]، محمد سلیمان آبادی[۱]، سکینه ورمزیار[۲*]

[۱] گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران

[۲] گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت، پژوهشکده پیشگیری از بیماری‌های غیر واگیر، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۱۹، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۰۳

چکیده

مقدمه: از دست دادن تعادل به‌عنوان یک عامل محرک در حوادث سقوط از ارتفاع در حین کار ساخت‌وساز مشخص شده است. به نظر می‌رسد که ویژگی‌های آناتومیکی و مورفولوژیکی پا بر آمادگی حرکتی افراد ازجمله تعادل تأثیرگذار است. درنتیجه تحقیق حاضر با هدف پیش‌بینی درصد انحراف از نقطه تعادل استاتیک، بر اساس ابعاد آنتروپومتری کارگران ساختمانی انجام شد.

روش کار: این مطالعهٔ توصیفی- تحلیلی در سال ۱۳۹۸ در بین ۱۱۴ نفر از کارگران ساختمانی شهر قزوین انجام شد. پس از تکمیل پرسشنامه دموگرافیک و تعیین معیار ورود، ابعاد آنتروپومتریک نظیر قد، وزن، طول پا، طول کف پا، سطح کف پا، عرض مچ پا، عرض قدامی و خلفی کف پا، عرض لگن، محیط مچ پا و محیط ران برای هر آزمودنی اندازه‌گیری شدند. سپس تعادل استاتیک آزمودنی‌ها توسط دستگاه استابیلومتر در حالت ایستاده با چشم باز ارزیابی شد. نتایج با استفاده از آزمون‌های پیرسون، اسپیرمن، تی‌تست مستقل، U من‌ویتنی و رگرسیون خطی چندگانه در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ بررسی شدند.

یافته ها: ۲۹/۸٪ از کارگران ساختمانی ازنظر تعادل استاتیک در طبقه ضعیف و خیلی ضعیف قرار داشتند. سن و وزن افراد بر اساس آزمون پیرسون و اسپیرمن با درصد شاخص انحراف معیار، ارتباط معناداری را نشان دادند. بر اساس رگرسیون خطی چندگانه، سن، وزن و سطح کف پا از عوامل پیش‌بینی کننده درصد انحراف از نقطه تعادل استاتیک کارگران ساختمانی می‌باشند.

نتیجه گیری: نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در جامعه کارگران ساختمانی سالم با توده بدنی نرمال، اطلاعات دموگرافیک نظیر سن، پارامترهای آنتروپومتری وزن و سطح پا از عوامل تأثیرگذار بر تعادل استاتیک می‌باشند.

کلمات کلیدی: *تعادل، آنتروپومتری، کارگران ساختمانی، سقوط*

نحوه استناد به این مقاله

حیدری عبداللهی فاطمه، صفری واریانی علی، سلیمان آبادی محمد، ورمزیار سکینه. پیش‌بینی درصد انحراف از نقطه تعادل استاتیک بر اساس ابعاد آنتروپومتری کارگران ساختمانی. *فصلنامه بهداشت و ایمنی کار*. ۱۴۰۱؛ (۱) ۱۲: ۱۸۹-۲۰۳.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: *svarmazyar@qums.ac.ir*

مقدمه

صدمات ناشی از حوادث از مهم‌ترین علت‌های مرگ‌ومیر و معلولیت در جوامع انسانی می‌باشند. در این میان، حوادث ناشی از فعالیت‌های ساختمانی از اهمیت خاصی برخوردارند (۱-۳). طبق آمارهای بین‌المللی هرساله ۶۰ هزار حادثه منجر به فوت در کارگاه‌های ساختمان‌سازی کشورهای مختلف رخ می‌دهد که در ایران به‌تنهایی ۵۰٪ حوادث به این صنعت اختصاص دارد (۴).

سقوط از ارتفاع و لغزیدن، به‌عنوان یکی از حوادث مرگبار کارگاه‌های ساختمانی، در صدر حوادث صنعت ساخت در ایران و جهان قرار دارد؛ به‌طوری‌که بیش از یک‌سوم از کل حوادث در کارگاه‌های عمرانی را هر سال به خود اختصاص می‌دهد (۵, ۶).

شناسایی عواملی که در ایجاد حوادث دخالت دارند از اقدامات اساسی در جهت کنترل و کاهش خطر بروز و معلولیت‌های ناشی از آن‌ها محسوب می‌شوند (۱, ۲, ۷). باوجود نقص در روش‌های شناسایی ریسک‌های موجود در کارگاه‌های ساختمان‌سازی، اقدامات حفاظتی مختلفی در محل‌های ساختمانی به‌منظور پیشگیری از سقوط افراد انجام شده است. این اقدامات ممکن است از سقوط کارگران جلوگیری کند، اما نمی‌توانند عوامل مؤثر در از بین بردن تعادل افراد را تعیین و یا کارکنان با توانایی بالقوه ضعیف را شناسایی کنند که به‌نوبه خود باعث افزایش خطر سقوط می‌شوند. یکی از راه‌های کنترلی برای پیشگیری از سقوط، استفاده از استراتژی‌های شناسایی خطرات مرتبط با وظایف، محیط‌زیست و کارگرانی با سیستم کنترل تعادلی ضعیف می‌باشد (۸-۱۰).

توانایی حفظ تعادل، یک نیاز اساسی جهت پیشگیری از سقوط در حین انجام فعالیت‌های روزانه و حرفه‌ای هر فرد محسوب می‌شود (۱۱). از دست دادن تعادل، به‌عنوان یک عامل محرک در حوادث سقوط از ارتفاع در حین کار ساخت‌وساز مشخص شده است (۵, ۱۲). تعادل در حفظ پوسچر بدنی برای افراد، در مشاغلی که نیازمند کار در ارتفاع، انجام کارهای فیزیکی و حمل بار سنگین می‌باشند، بسیار حائز اهمیت است، زیرا در این شرایط، نتیجه سقوط می‌تواند بسیار شدید و مرگبار باشد(۱۱, ۱۳). افزایش خطر سقوط زمانی اتفاق می‌افتد که در ورودی‌های بصری و حسی به مغز به علت شرایط کاری چالش‌برانگیز، اختلال ایجاد شود (۱۱).

تعادل و سیستم کنترل وضعیت بدنی، از طریق تعامل پیچیده‌ای از هماهنگی اجزای مختلف سه سیستم بینایی، دهلیزی و حسی-پیکری حفظ می‌گردد. همکاری این سیستم‌ها با یکدیگر به کنترل پوسچر و تعادل منجر می‌شود (۱۴, ۱۵). عوامل گوناگون نوروفیزیولوژیک و مکانیکی می‌توانند تعادل را تحت تأثیر قرار دهند. تحقیقات بیان کرده‌اند که ویژگی‌هایی مانند سن، قد، وزن، ترکیب بدنی، سطح فعالیت و توزیع جرم در نقاط مختلف بدن می‌توانند از نظر مکانیکی بر تعادل افراد تأثیر بگذارند (۱۶-۱۹). به‌عنوان‌مثال، بر اساس گزارشات، وزن کم بدن با کنترل پوسچر ضعیف‌تر مرتبط است و فرض شده تفاوت در شاخص‌های بدن در مرزهای ثبات پوسچر تأثیر دارد. ممکن است این متغیرها در انتخاب راهبردهای حرکتی (راهبردهای حرکتی مچ پا، ران و گام برداری) که افراد برای کنترل پوسچر انتخاب می‌کنند، تأثیر داشته باشد (۲۰).

در مطالعه‌ای که توسط Punakallio در سال ۲۰۰۴ تحت عنوان توانایی‌های تعادلی کارگران در مشاغلی که نیازمند کارهای فیزیکی است، با هدف بررسی ارتباط بین توانایی‌های تعادلی و سن، مشاغل و استفاده از وسایل حفاظتی آتش‌نشانی[1] در شرایط مختلف و ارتباط خطر لغزش و سقوط با توانایی‌های تعادلی در میان کارگران، انجام شد. تعداد ۱۳۵ آتش‌نشان، ۵۲ کارگر ساختمان، ۶۶ خدمتکار منزل، ۵۱ پرستار وارد مطالعه شدند. داده‌ها از طریق انجام تست‌های تعادلی با استفاده از صفحه نیرو و پرسشنامه جمع‌آوری شدند. نتایج مطالعه نشان داد که آتش‌نشان‌های بالای ۴۹ سال از توانایی تعادلی کمتری نسبت به آتش‌نشان‌های جوان‌تر برخوردار بودند. افراد مسن‌تر از خطاهای بیشتری هنگام انجام تست‌های تعادلی برخوردار بودند (۱۱).

Alonso و همکاران که در سال ۲۰۱۲ مطالعه‌ای

1 Fire Protection Equipment(FPE)

تحت عنوان «بررسی تأثیر عوامل آنتروپومتریک بر روی تعادل: رابطهٔ بین ترکیب بدنی و اندازه‌گیری به روش پوسچرگرافی در جوانان» را انجام دادند، برخی ابعاد آنتروپومتریک و تعادل (با استفاده از صفحه نیرو در حالت چشم باز و بسته) ۱۰۰ مرد و زن را اندازه‌گیری نمودند. نتایج مطالعه نشان داد که تعادل مقدار کمی تحت تأثیر ابعاد آنتروپومتریک قرار دارد (۲۱). در مطالعه‌ای که توسط Antwi-Afari و همکاران در سال ۲۰۱۷ تحت عنوان اثر پوسچرهای حمل بار و وزن‌های مختلف بر کنترل تعادل در وظایف تکراری حمل بار در کارگران ساختمانی انجام شد، تعداد ۲۰ مرد سالم وارد مطالعه شدند که به دو گروه مورد و شاهد تقسیم شدند. حداکثر قدرت بارگیری در پوسچر اسکات و استوپ توسط دینامومتر ارزیابی شد و تست تعادل توسط صفحه نیرو اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که بین پوسچر حمل بار در تمام شرایط آزمون تعادل، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (۲۲). تحقیق انجام شده توسط Fordjour و همکاران در سال ۲۰۱۸ به‌منظور ارزیابی ریسک سقوط کارگران ساختمانی بر اساس پارامترهای مؤثر بر راه رفتن بیومکانیکی[1] با استفاده از اندازه‌گیری فشار کف پا، نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین پارامترهای پایداری در راه رفتن بیومکانیکی بین مناطق مختلف فشار کف پا و همچنین تفاوت معنی‌داری در پارامترهای پایداری راه رفتن بیومکانیکی بین از دست دادن تعادل و حوادث در مقایسه با راه رفتن معمولی (پایه) وجود دارد (۲۳).

با توجه به اینکه تعادل می‌تواند در پیشگیری سقوط از ارتفاع نقش مهمی داشته باشد و با توجه به اینکه یکی از عوامل تأثیرگذار بر حفظ و میزان تعادل استاتیک،ابعاد آنتروپومتری است. در این پژوهش سعی بر آن است تا با حذف عوامل مداخله‌گر بر تعادل، با جمع‌آوری مشخصات آنتروپومتریک مرتبط با تعادل در بین کارگران ساختمانی، میزان تعادل در وضعیت‌های استاتیک را برآورد و ارتباط بین ابعاد آنتروپومتری مرتبط و تعادل را مشخص نمود. با استفاده از روابط پیش‌بینی کننده تعادل بر مبنای ابعاد آنتروپومتری مرتبط، می‌توان تعادل فرد را تعیین و تا حدودی در انتخاب افراد کمک نمود تا از این طریق بتوان تلفات ناشی از سقوط را کاهش داد.

1 Biomechanical gait

روش کار

شرکت‌کنندگان.

پژوهش حاضر یک مطالعه مقطعی، از نوع توصیفی-تحلیلی است که در سال ۱۳۹۸ انجام شده است. جامعه پژوهش، شامل کلیه کارگران ساختمانی مشغول به کار در کارگاه‌های عمرانی تحت پوشش معاونت فنی عمرانی شهرداری شهر قزوین بود.

تعداد نمونه با توجه به مطالعات انجام شده در زمینهٔ تعادل (۲۴) با در نظر گرفتن خطای نوع اول ۰/۰۵، توان ۰/۹ و مقدار همبستگی ۰/۳۶۸ با استفاده از نرم‌افزار G-power، ۱۱۴ نفر تعیین گردید. افراد پس از تکمیل فرم رضایت، به‌صورت آگاهانه وارد مطالعه شدند. شرایط ورود به مطالعه بر اساس شاخص توده بدنی نرمال، عدم تفاوت در طول پا، نداشتن سابقه بیماری‌های قلبی عروقی، فقدان ناهنجاری‌های اسکلتی مادرزادی (زانوی پرانتزی و ضربدری و ...)، عدم سابقهٔ آسیب به اندام تحتانی و ناحیهٔ سر در یک سال اخیر، عدم وجود بیماری‌های تأثیرگذار بر تعادل (بیماری‌های شنوایی و بینایی، دیابت، میگرن، مولتیپل اسکلروزیس و ...)، عدم مصرف داروهای تأثیرگذار بر تعادل، عدم سابقهٔ تلوتلو خوردن و سرگیجه در هنگام راه رفتن و تیپ بدنی مزومورف صورت گرفت.

پرسشنامه‌های دموگرافیک و معیار ورود

در این پرسشنامه اطلاعات دموگرافیک شامل سؤالاتی از قبیل سن، قد، وزن، میزان تحصیلات، وضعیت تأهل، ساعت کاری روزانه، داشتن یا نداشتن فعالیت ورزشی، سابقه کار و میزان ساعت انجام کار به‌صورت ایستاده مورد سنجش قرار گرفت. سؤالات آخر پرسشنامه، عوامل مرتبط با معیار ورود به مطالعه را مورد سؤال قرار می‌داد که در فوق به آن اشاره شد. جهت تعیین تیپ بدنی نمونه‌ها از روش Heath-Carter استفاده شد (۲۵, ۲۶).

اندازه‌گیری ابعاد آنتروپومتریکی

کلیهٔ اندازه‌های آنتروپومتریک کارگران ساختمانی درحالی‌که لباس سبک به تن داشتند و فاقد کفش بودند و در پوسچر راست قرار داشتند، با استفاده از متر، ترازوی دیجیتالی و کولیس‌های دیجیتالی ۳۰ و ۵۰ سانتی‌متر مدل Asimeto با فک متحرک (با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر) اندازه‌گیری شدند.

ابعاد آنتروپومتریکی موردسنجش شامل قد، وزن، قد نشسته (فاصله عمودی از سطح نشستنگاه تا نوک سر)، طول کف پا (فاصلهٔ بین دو نقطه در برجسته‌ترین نقطه در ناحیه خلفی پاشنه و برجسته‌ترین نقطه در ناحیه قدامی تا انتهای انگشت شست)، طول پا (فاصله خاصره قدامی- فوقانی تا قوزک داخلی پا)، عرض قسمت قدامی و خلفی کف پا (فاصله بین دو نقطه در عریض‌ترین فاصله قسمت قدامی و خلفی پا)، عرض مچ پا (فاصله بین قوزک داخلی و قوزک خارجی مچ پا)، عرض لگن (فاصله بین جانبی‌ترین قسمت دو ایلیاک کرست (فاصله بین دو تاج خاصره))، محیط مچ پا (محیط پایین‌ترین قسمت ساق پا و بالای قوزک مچ پا) و محیط ران (محیط عضلات ران از ناحیه زیر چین سرینی) بود. تمام اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریکی بر اساس روش‌های استاندارد پیشنهادی انجمن بین‌المللی پیشبرد آنتروپومتریکی توصیه‌شده ISAK[1]توسط محقق صورت گرفت (۳۰-۲۷). با توجه به اینکه مرکز جرم بدن انسان کمی پایین‌تر از ناف و نزدیک به مرکز هندسی شخص می‌باشد؛ نسبت مرکز جرم به قد در مردان حدود ۰/۵۶ و در زنان حدود ۰/۵۴۳ در نظر گرفته شد (۳۱-۳۳). برای تعیین سطح پای هر فرد، طول کف پا و دور پا در سر متاتارسال برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری و از طریق رابطه ۱ به دست آمد(۳۴).

رابطه ۱.

$$FSA^{2} = ۱/۰۴۳ \times \text{طول کف پا} \times \text{دور پا در سر متاتارسال}$$

اندازه‌گیری تعادل استاتیک با استفاده از دستگاه تعادل سنج استابیلومتر

در این مطالعه، برای اندازه‌گیری تعادل استاتیک، از دستگاه سنجش پایداری وضعیت بدنی یا تعادل سنج استابیلومتر ساخت کشور ایران استفاده شد (این دستگاه از روایی و پایایی مناسب برخوردار است و میزان تکرارپذیری آن برای شاخص مساحت نوسان بدن در مقایسه با دستگاه صفحه نیرو کیسلر[3] برابر با ICC=/۸۵۰ گزارش شده است (۳۵)) که نوسانات بدنی را به‌طور غیرمستقیم بر پایه واکنش سطح ایستا نسبت به نیروهای وارده ناشی از تغییرات مرکز ثقل فرد، اندازه‌گیری و تحلیل می‌نماید (۳۶).

به‌منظور انجام آزمایش، پس از روشن نمودن دستگاه استابیلومتر و انجام اقدامات، توضیحات لازم در مورد فرآیند کلی آزمون و اهمیت همکاری در این زمینه به هر آزمودنی ارائه گردید، برای اجرای آزمون هر فرد با پای برهنه به مدت ۳۰ ثانیه بر روی دستگاه تعادل سنج استاتیک قرار گرفت و به نقطهٔ مشخصی که نسبت به قد وی بر روی دیوار مشخص گردید نگاه می‌کرد (نقطه مشخص بدین منظور است که از حرکات چشم فرد به اطراف جلوگیری شود؛ چراکه هر حرکت سر باعث جابجایی مرکز ثقل می‌شود). برای افزایش پایایی نتایج، تعادل استاتیک هر فرد ۳ بار اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها ثبت می‌شد. با توجه به پایداری گرانیگاه افراد در محدوده دوایر ۵ تا ۱۰۰درصد، وضعیت تعادل آزمودنی‌ها برحسب خروجی از نرم‌افزار، مطابق با جدول نورم دستگاه به پنج گروه خیلی ضعیف تا عالی دسته‌بندی شدند.

آنالیزهای آماری.

در ابتدا به‌منظور بررسی نرمال و غیر نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. از روش آمار توصیفی جهت ارائه نتایج اطلاعات دموگرافیک و شغلی پرسنل شرکت‌کننده در مطالعه استفاده گردید. جهت بررسی روابط بین متغیرهای مستقل و وابسته از آزمون‌های ضریب همبستگی پیرسون، اسپیرمن، تی‌تست

1 The International Society for the Advancement of Kinanthropometry
2 Foot Surface Area
3 Force Plate Kistler

جدول ۱. اطلاعات دموگرافیک و شغلی افراد موردمطالعه (n=۱۱۴)

اطلاعات کمی		اطلاعات کیفی			
متغیر	میانگین±انحراف معیار	متغیر		فراوانی	درصد
سن (سال)	۳۷/۷۹±۹/۸۲	وضعیت تأهل	مجرد	۲۷	۲۳/۷
قد (سانتی‌متر)	۱۷۶/۱۳±۶/۲۹		متأهل	۸۷	۷۶/۳
وزن (کیلوگرم)	۷۳/۲۸±۸/۰۹	میزان تحصیلات	کمتر از دیپلم	۲۷	۲۳/۷
سابقه کار (سال)	۱۲/۸۵±۸/۳۹		دیپلم	۳۱	۲۷/۲
میزان کار در هر شیفت (ساعت)	۹/۸۶±۱/۳۱		کاردانی	۷	۶/۱
میزان زمان ایستادن در هر شیفت (ساعت)	۶/۴۸±۱/۸۸		کارشناسی	۴۹	۴۳
-	-	فعالیت ورزشی	بله	۵۶	۴۹/۱
			خیر	۵۸	۵۰/۹

جدول ۲. شاخص‌های آنتروپومتری کارگران ساختمانی موردمطالعه (n=۱۱۴)

ابعاد آنتروپومتریک*	میانگین±انحراف معیار	ابعاد آنتروپومتریک	میانگین±انحراف معیار
نسبت قد نشسته به طول پا	۰/۰۴±۱/۰۱	عرض خلفی کف پا	۰/۶۸±۶/۷۵
طول پا	۴/۳۳± ۹۲/۱۱	عرض لگن	۱/۹۲±۳۴/۱۰
طول کف پا	۱/۸۳±۲۸/۰۱	محیط مچ پا	۱/۹۷±۲۵/۲۹
سطح کف پا	۷۲/۷۲±۷۴۱/۸۱	محیط ران	۵/۳۹±۵۳/۸۴
عرض مچ پا	۰/۶۶±۶/۲۰	مرکز جرم	۳/۵۲±۹۸/۶۳
عرض قدامی کف پا	۰/۵۲±۹/۵۸	-	-

*تمامی اندازه‌ها به سانتی‌متر می‌باشد به‌جز سطح کف پا (سانتی‌متر مربع)

مستقل و U من ویتنی استفاده شد. برای تبیین و پیش‌بینی متغیر وابسته، درصد انحراف از نقطه تعادل استاتیک توسط متغیرهای مستقل ابعاد آنتروپومتری از روش رگرسیون خطی چندگانه استفاده شد. کلیه آنالیزها توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ انجام شد.

یافته ها

نتایج توصیفی اطلاعات دموگرافیک، ابعاد آنتروپومتریک و تعادل استاتیک

بر اساس نتایج این مطالعه، میانگین و انحراف معیار سن و قد کارگران ساختمانی به ترتیب ۹/۸۲±۳۷/۸۳ سال و ۶/۲۹±۱۷۶/۱۳ سانتی‌متر می‌باشد. سایر اطلاعات دموگرافیک و شغلی کارکنان در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

میانگین و انحراف معیار ابعاد آنتروپومتری اندازه‌گیری شده در بین کارگران ساختمانی در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

میانگین و انحراف معیار تعادل استاتیک افراد شرکت‌کننده توسط دستگاه تعادل سنج استابیلومتر ۹۳/۱۵ ±۸۳/۱۵ (درصد تمرکز تعادلی در دایره۵ درصدی صفحه تعادل) به دست آمد (جدول ۳). افراد بر اساس جدول نورم میزان درصد تمرکز تعادلی در دایره۵ درصدی صفحه تعادل به پنج گروه خیلی ضعیف تا عالی طبقه‌بندی شدند که به ترتیب بیشترین و کمترین فراوانی آزمودنی‌ها در طبقه تعادل خوب (۳۳/۳ درصد) و طبقه تعادل متوسط (۸/۸ درصد) قرار داشتند.

نتایج تحلیلی متغیرهای دموگرافیک، شغلی و ابعاد آنتروپومتریک با تعادل توسط آزمون‌های آماری

بررسی توزیع نرمال داده‌ها بر اساس آزمون

جدول ۳. نتایج خروجی تعادل استاتیک افراد شرکت‌کننده در مطالعه (n=۱۱۴)

تعادل استاتیک	انحراف معیار ± میانگین	طبقه‌بندی	تعداد (فراوانی)	درصد
تمرکز گرانیگاه در ناحیه ۵٪	۱۵/۱۵±۸۳/۹۳	خیلی ضعیف	۲۰	۱۷/۵
		ضعیف	۱۴	۱۲/۳
		متوسط	۱۰	۸/۸
		خوب	۳۸	۳۳/۳
		عالی	۳۲	۲۸/۱
شاخص انحراف از نقطه تعادل (درصد)	۱/۸۹±۴/۲۲	–	–	–
شاخص انحراف از نقطه تعادل (سانتی‌متر)	۰/۸۷±۰/۹۳	–	–	–

کولموگروف-اسمیرنوف نشان داد که درصد انحراف از نقطه تعادل از توزیع نرمال برخوردار است (P>۰/۰۵) و سایر داده‌های مرتبط با تعادل از توزیع نرمال برخوردار نمی‌باشند (P≤۰/۰۵).

نتایج بررسی همبستگی بین متغیرهای دموگرافیک، شغلی کمی و پارامترهای آنتروپومتری با تعادل استاتیک در جدول شماره ۴ نشان داده شده است. آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که بین درصد انحراف از نقطه تعادل با سن همبستگی مثبت و معنی‌دار و بین درصد انحراف از نقطه تعادل با وزن همبستگی منفی و معنی‌داری وجود دارد. همچنین نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن نشان داد که بین میزان انحراف از نقطه تعادل (سانتی‌متر) با سن همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد (P≤۰/۰۵). سایر اطلاعات دموگرافیک افراد و ابعاد آنتروپومتریک با خروجی آزمون تعادل بر اساس آزمون همبستگی پیرسون و اسپیرمن، رابطه معنی‌داری نداشتند (P>۰/۰۵).

نتایج حاصل از بررسی روابط بین فعالیت ورزشی (متغیر کیفی اسمی به‌صورت داشتن و نداشتن فعالیت ورزشی) افراد با درصد انحراف از نقطه تعادل بر اساس آزمون تی‌مستقل نشان داد که درصد انحراف معیار (میانگین=۴/۴۱ و انحراف معیار= ۱/۹۶) در بین شرکت‌کنندگانی که فعالیت ورزشی انجام می‌دهند در مقایسه با شرکت‌کنندگانی که فعالیت ورزش انجام نمی‌دهند (میانگین=۴/۰۳ و انحراف معیار=۱/۸۱) از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

بررسی روابط بین فعالیت ورزشی افراد با تمرکز در ناحیه ۵ درصد و میزان انحراف معیار از نقطه تعادل (برحسب سانتی‌متر)، بر اساس آزمون U من ویتنی، نشان داد که متغیر فعالیت ورزشی با هیچ‌کدام از پارامترهای تعادل رابطه معنی‌داری ندارد.

بررسی روابط بین متغیرهای دموگرافیک و ابعاد آنتروپومتری با درصد انحراف از نقطه تعادل با استفاده از آزمون رگرسیون خطی چندگانه

با استفاده از آزمون رگرسیون خطی چندگانه، بین متغیرهای دموگرافیک و ابعاد آنتروپومتری با درصد انحراف از نقطه تعادل مدلی که به‌وسیله روش Backward معنی‌دار به دست آمد شامل متغیرهای سن، وزن و سطح پا بود که در رابطه ۲ نشان داده شد است. در رابطه زیر با افزایش سن، درصد انحراف از نقطه تعادل افزایش و با افزایش وزن و سطح پا، درصد انحراف معیار از نقطه تعادل کاهش می‌یابد (جدول ۶).

نتایج آزمون رگرسیون خطی چندگانه نشان داد که متغیرهای سن، وزن و سطح پا می‌توانند نقش پیش‌بینی کننده‌ای برای درصد انحراف از نقطه تعادل داشته باشند. مقدار ضریب همبستگی (R) بین متغیرهای مستقل، ۰/۳۷ بود که نشان می‌دهد بین سه متغیر مستقل و متغیر وابسته تحقیق (تعادل) همبستگی ضعیفی وجود دارد. ضریب تعیین تعدیل‌شده (R^2 Adj) برابر با ۰/۱۱۹ می‌باشد که نشان می‌دهد تقریباً ۱۲ درصد از کل تغییرات

جدول ۴. روابط بین متغیرهای دموگرافیک، شغلی کمی و ابعاد آنتروپومتری با تعادل بر اساس آزمون همبستگی پیرسون و اسپیرمن

متغیرها		نوع آزمون					
		پیرسون		اسپیرمن			
	متغیر وابسته / متغیر مستقل	شاخص انحراف معیار (درصد)		تمرکز در ناحیه ٪۵		شاخص انحراف معیار (سانتی‌متر)	
		r	P-value	r	P-value	r	P-value
اطلاعات دموگرافیک کمی	سن (سال)	۰/۲۳	**۰/۰۱	-۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۲۵	**۰/۰۰
	قد (سانتی‌متر)	۰/۱۵	۰/۰۹	-۰/۱۲	۰/۱۹	۰/۱۵	۰/۱۱
	وزن (کیلوگرم)	-۰/۱۷	*۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۱۵	-۰/۱۶	۰/۰۶
	سابقه کار (سال)	۰/۱۴	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۵۳	۰/۱۳	۰/۱۴
	ساعت کاری در هر شیفت	۰/۱۵	۰/۰۹	-۰/۰۸	۰/۳۹	۰/۱۶	۰/۰۸
	زمان ایستاده (ساعت)	-۰/۱۶	۰/۰۸	-۰/۰۱	۰/۹۰	-۰/۰۹	۰/۳۱
ابعاد آنتروپومتری	نسبت قد نشسته به طول پا	۰/۳۱	۰/۶۲	-۰/۰۱	۰/۷۲	۰/۰۱	۰/۶۸
	طول پا	۰/۱۲	۰/۲۰	-۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۳۱
	طول کف پا	-۰/۰۴	۰/۶۳	۰/۰۰	۰/۹۶	۰/۰۰	۰/۹۵
	سطح کف پا	-۰/۰۹	۰/۳۲	۰/۱۱	۰/۲۴	-۰/۰۶	۰/۵۲
	مرکز جرم	۰/۱۵	۰/۰۹	-۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۱۱
	محیط مچ پا	-۰/۰۳	۰/۶۸	۰/۰۰	۰/۸۶	-۰/۰۳	۰/۵۲
	محیط ران	۰/۰۸	۰/۳۹	۰/۰۶	۰/۵۱	-۰/۰۵	۰/۵۴
	عرض لگن	-۰/۰۱	۰/۷۲	۰/۰۱	۰/۸۷	۰/۰۲	۰/۷۵
	عرض مچ پا	-۰/۰۸	۰/۳۷	۰/۰۴	۰/۶۰	-۰/۰۲	۰/۷۶
	عرض قدامی کف پا	-۰/۰۳	۰/۶۵	۰/۰۸	۰/۳۵	۰/۰۰	۰/۷۲
	عرض خلفی کف پا	-۰/۰۷	۰/۴۳	۰/۰۴	۰/۶۵	-۰/۰۶	۰/۴۷

p≤0.05*
p≤0.01**

جدول ۵. بررسی همبستگی بین داشتن فعالیت ورزشی با تعادل استاتیک بر اساس آزمون تی‌تست مستقل و U من ویتنی

متغیرها	نوع آزمون		
	تی تست مستقل		
متغیر وابسته / متغیر مستقل	فعالیت ورزشی		
	t	p-value	df
شاخص انحراف از تعادل (درصد)	۱/۰۷	۰/۲۱	۱۱۲
متغیرها	نوع آزمون		
	من ویتنی U		
متغیر وابسته / متغیر مستقل	فعالیت ورزشی		
	z	p-value	-
تمرکز در ناحیه ٪۵	-۰/۹۹	۰/۳۱	-
شاخص انحراف از تعادل (سانتی‌متر)	-۰/۹۰	۰/۳۶	-

جدول ۶. قدرت پیش‌بینی متغیر وابسته درصد انحراف از نقطه تعادل استاتیک بر اساس ابعاد آنتروپومتری سن، وزن و سطح پا بر اساس آزمون رگرسیون خطی چندگانه

نام متغیر	Sig	F	Adjust R^2	R	B	Beta	t	آزمون Durbin-Watson
عدد ثابت	۰/۰۱	–	–	–	۵/۲۴	–	۲/۵۷	–
سن	۰/۰۰	–	–	–	۰/۰۴۶	۰/۲۳	۲/۶۷	–
وزن	۰/۰۰	–	–	–	-۰/۰۷۳	-۰/۳۱	-۳/۰۰	–
سطح پا	۰/۰۲	–	–	–	-۰/۰۰۶	-۰/۲۴	-۲/۳۲	–
کل	۰/۰۰	۶/۰۸	۰/۱۱۹	۰/۳۷	–	–	–	۲/۲۴

میزان متغیر وابسته درصد انحراف از نقطه تعادل در بین کارگران ساختمانی وابسته به سه متغیر مستقل سن، وزن و سطح پا می‌باشد. به‌طوری‌که متغیر سن با شیب‌خط ۰/۰۴۶، وزن با شیب ۰/۰۷۳- و سطح پا با شیب ۰/۰۰۶- می‌توانند میزان درصد انحراف از نقطه تعادل را پیش‌بینی کنند. نتایج آزمون دوربین-واتسون نشان داد که آماره تمامی متغیرهای مستقل در بازه ۲/۵-۱/۵ بود، بنابراین مستقل بودن خطاها از یکدیگر تأیید و اعتبار رگرسیون پذیرفته می‌شود.

رابطه ۲.

درصد انحراف از نقطه تعادل استاتیک = ۵/۲۴+سن

۰/۰۴۶ -۰/۰۷۳-وزن ۰/۰۰۶-سطح پا

بحث

همان‌طور که در بخش‌های پیشین گفته شد، هدف از مطالعه حاضر، پیش‌بینی درصد انحراف از نقطه تعادل استاتیک بر اساس ابعاد آنتروپومتری در کارگران ساختمانی بود. با توجه به نتایج آمار توصیفی آزمودنی‌ها می‌توان دریافت که ۶۱/۴ درصد آزمودنی‌ها در گروه خوب و عالی از دسته‌بندی تعادل استاتیک دستگاهی قرار دارند. به عبارتی تقریباً ۳۰ درصد کارکنان در طبقه ضعیف و خیلی ضعیف قرار دارند که بیانگر آن است که تقریباً یک‌سوم کارکنان از تعادل مناسب برخوردار نبوده و در صورت عدم رعایت اقدامات حفاظتی مناسب، با از دست دادن تعادل، احتمال سقوط بیشتری دارند؛ بنابراین در نظر گرفتن فیلترهای انتخاب کارگران ساختمانی با تعادل مناسب‌تر می‌تواند در پیشگیری از خطر سقوط آن‌ها و حوادث مؤثر باشد (۶، ۲۳).

نتایج مطالعه حاضر وجود همبستگی معنی‌داری را بین سن، با درصد انحراف از نقطه تعادل نشان داد؛ بدین معنی که هرچه سن فرد بیشتر باشد، انحراف از نقطه تعادل بیشتر و تعادل استاتیک وی کمتر است. ایمانی‌پور و همکاران در مطالعه خود به بررسی همبستگی گروه‌های مختلف سنی بر نقش معیارهای عملکرد حرکتی و شاخص‌های آنتروپومتریک پرداختند. آن‌ها سن را فاکتوری تأثیرگذار بر آزمون‌های تعادل کلینیکی شاخص‌های آنتروپومتریک بیان کرده‌اند (۳۷). علاوه بر آن، مطالعه چانگ گانگ مگ[1] و همکاران نشان داد که سالمندان از عدم تعادل موقعیتی بالاتری نسبت به افراد جوان برخوردارند و هنگام خروج از حالت تعادل به زمان واکنش طولانی‌تری برای حفظ موقعیت خود نیاز دارند (۳۸) که نتایج مطالعات مطرح‌شده با نتایج مطالعه حاضر هم‌راستا می‌باشد. تغییرات سنی به‌طور متفاوتی بر مراحل اختصاصی پردازش عملکرد افراد تأثیرگذار می‌باشد. با افزایش سن، پردازش حسی-حرکتی در حفظ وضعیت بدن تحت تأثیر قرار می‌گیرد. به‌عبارت‌دیگر، با روند افزایش سن و به دلیل بروز ضعف در عواملی از قبیل سیستم‌های حسی، کنترل حرکتی، توان و قدرت عضلانی،

1 Chang Gung Med

افراد سالمند دچار ضعف در کنترل پوسچر و تعادل می‌شوند و به دنبال آن، توانایی برخورد با چالش‌هایی را که در طول زندگی روزمره و در شرایطی که نیاز به ایجاد تطابق با محیط و تکالیف مختلف وجود دارد را از دست می‌دهند (۳۹). همچنین افزایش سن می‌تواند با نوعی افت در عملکرد سیستم بینایی، عملکرد بدن و نقص در سیستم دهلیزی و تغییرات و کاستی‌های افزاینده در سیستم حسی عمقی افراد همراه شود. این امر می‌تواند به‌درستی اطلاعات ارسالی از این سیستم‌ها به دستگاه عصبی مرکزی، آسیب وارد نماید و با ایجاد اختلال و ارسال اطلاعات اشتباه درباره موقعیت مفاصل و وضعیت فضایی بدن به مغز، موجب افت عملکرد تعادلی، کاهش محدوده پایداری پوسچر و افت قابلیت اصلاح در پوسچر شود (۴۰). در مطالعه‌ای که توسط توشیا یوروشیاتا[1] و همکاران با هدف تأثیرات افزایش سن در ساختار آزمون توانایی‌های تعادل انجام شد، گزارش کردند که ساختار توانایی تعادل در افراد مسن و جوان از تفاوت چندانی برخوردار نبود (۴۱). در مطالعه‌ای که بنجامین کورنر و همکاران در سال ۲۰۱۹ روی کودکان ۵ تا ۱۲ انجام دادند، همبستگی ضعیفی بین سن و کنترل پوسچر را نشان داد (۴۲) که با نتایج مطالعه حاضر مغایرت دارد. دلیل این مغایرت می‌تواند تفاوت در گروه هدف، گروه سنی و نوع آزمون متفاوت باشد.

علاوه بر این، نتایج نشان دادند که وزن رابطه معنی‌دار و معکوس با درصد انحراف از نقطه تعادل دارد. بدین معنی که هرچه وزن فرد بیشتر باشد توانایی تعادل استاتیک وی افزایش می‌یابد. با توجه به اینکه در آزمون تعادل استاتیک دستگاهی، نیروی محرک خارجی به‌غیراز نیروی وزن تمایل به تغییر وضعیت آزمودنی را نداشت؛ درنتیجه با افزایش وزن، آزمودنی‌ها پایداری بیشتری در حالت استاتیک دارند. عامل دیگری که می‌تواند تأثیرگذار باشد این است که با توجه به معیارهای ورود به مطالعه تمام آزمودنی‌ها از شاخص توده بدنی نرمال برخوردار بودند و تجمع چربی در یک ناحیه خاص از بدن را نداشتند؛ درنتیجه آزمودنی‌ها توده عضلانی مناسبی برای حفظ تعادل داشته‌اند (۴۳). در مطالعه برنجیان و همکاران نیز ارتباط معنی‌داری بین وزن و تعادل استاتیک گزارش شد. یافته‌های آن‌ها نشان داد که هر چه وزن بیشتر باشد، میزان نیروی بیشتری برای بر هم زدن تعادل استاتیک و ثبات فرد موردنیاز است و درنتیجه فرد از ثبات و تعادل ایستای بیشتری برخوردار است (۴۴) همچنین نتایج به‌دست‌آمده با مطالعات Deforche و همکاران (۴۵)، Colné و همکاران (۴۶) هم‌راستا بود.

نتایج آزمون رگرسیون خطی چندگانه نشان داد که متغیرهای سن، وزن و سطح پا می‌توانند نقش پیش‌بینی کننده‌ای برای درصد انحراف از نقطه تعادل استاتیک باشند؛ به‌طوری‌که متغیر سن، وزن و سطح پا با شیب‌های، به ترتیب، ۰/۰۴۶، ۰/۰۷۳- و ۰/۰۰۶- می‌توانند میزان درصد انحراف معیار از نقطه تعادل را پیش‌بینی کنند. باید در نظر داشت که بسیاری از جنبه‌های کنترل پوسچر با بالا رفتن سن کاهش می‌یابد که یک عامل مهم در افزایش احتمال عدم تعادل و زمین‌خوردگی می‌باشد. هر چه وزن بیشتر باشد، پایداری که نوعی تعادل است، افزایش و درنتیجه درصد انحراف از نقطه تعادل کاهش می‌یابد. داشتن سطح اتکای بیشتر و نزدیکی مرکز ثقل به زمین، از عوامل مهم در افزایش تعادل و همچنین کاهش انحراف از نقطه تعادل محسوب می‌شود. ازآنجاکه افزایش سطح پا با افزایش سطح اتکای فرد همراه است، می‌تواند باعث افزایش هماهنگی و تعادل بیشتر در حین مهارت‌هایی شود که نیاز به پایداری و کنترل بیشتری دارند (۴۷, ۴۸). لازم به ذکر است که این سه متغیر درمجموع توانایی پیش‌بینی انحراف از نقطه تعادل را تقریباً تا ۱۲ درصد داشتند که بیانگر آن است که عوامل دیگری نیز می‌توانند نقش مهمی در حفظ تعادل استاتیک افراد داشته باشند.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج تحقیق حاضر می‌توان عنوان کرد که در جامعه موردمطالعه کارگران ساختمانی سالم (از نظر معیارهای ورود به مطالعه) با توده بدنی نرمال، از

1 Toshiya Urushihata

بین پارامترهای آنتروپومتری موردبررسی در مطالعه، پارامترهای سن، وزن و سطح پا تأثیرگذار بودند؛ بنابراین می‌توان چنین استدلال کرد که با افزایش یا کاهش شاخص‌های ذکرشده، کارگران ساختمانی از میزان آمادگی بیشتری برای تغییر مرکز فشار موجود در کف پا برخوردار باشند و این موضوع باعث افزایش تعادل آن‌ها و کاهش زمین خوردن می‌شود. لذا پیشنهاد می‌شود تا جهت پیشگیری از آسیب‌های احتمالی ناشی از سقوط در کارگاه‌های عمرانی، حین به‌کارگیری افراد، انتخاب افراد با شاخص توده بدنی نرمال و بدون ناهنجاری‌های مادرزادی در اولویت قرار گیرند.

محدودیت‌های مطالعه و پیشنهادات

از محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان عدم تمایل به همکاری برخی پیمانکاران و یا کارگران در تکمیل پرسشنامه‌ها و مشارکت در انجام تست‌های تعادل اشاره کرد که پیشنهاد می‌گردد در مطالعات آتی با ارائه راهکارهایی همچون تشویق پرسنل شهرداری و سازمان‌های مربوطه و آگاه نمودن آن‌ها از دلایل انجام پژوهش‌ها و تأثیر آن بر کیفیت کار پرسنل و همچنین ایجاد هماهنگی بیشتر بین دانشگاه و صنایع، میزان همکاری و مشارکت آن‌ها را افزایش داد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله مراتب قدردانی خود را از معاونت فنی عمرانی شهرداری استان قزوین به خاطر همکاری صادقانه در مراحل جمع‌آوری داده‌ها پایان‌نامه ابراز می‌دارد. لازم به ذکر است که این مقاله برگرفته از پایان‌نامه مصوب معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی قزوین به شناسه IR.QUMS.REC.۱۳۹۸.۰۶۲ می‌باشد.

REFERENCES

1. Liy CH, Ibrahim SH, Affandi R, Rosli NA, Nawi MNM. Causes of fall hazards in construction site management. International Review of Management and Marketing. 2016;6(8S):257-63.
2. Andrić JM, Wang J, Mahamadu A-M, Zhong R. Understanding environmental incidents on construction sites in Australia: the causal factors, environmental impact and their relations. Journal of Civil Engineering and Management. 2019;25(7):617-30.
3. Vosoughi S, Chalak MH, Rostamzadeh S, Jahanpanah M, Ebrahimi H. Analyzing the causes of falling from height accidents in construction projects with analytical hierarchy process (AHP). Journal of Health and Safety at Work. 2020;10(2):96-109.
4. BaniHashemi, Yaser S, editors. Investigating the Factors Influencing the Falling Accident and Slippage in the Building Industry. Second National Conference on Applied Research in Structural Engineering and Construction Management; 2018.
5. Simeonov P, Hsiao H, Powers J, Ammons D, Kau T, Amendola A. Postural stability effects of random vibration at the feet of construction workers in simulated elevation. Applied ergonomics. 2011;42(5):672-81.
6. Yang K, Ahn CR, Kim H. Validating ambulatory gait assessment technique for hazard sensing in construction environments. Automation in Construction. 2019;98:302-9.
7. Beheshti MH, Khodaparast E, Talebe S. Accident investigation of construction sites in Qom city using Pareto chart (2009-2012). Journal of Health and Safety at Work. 2015;5(2):75-84.
8. Umer W, Li H, Szeto GPY, Wong AY. Proactive safety measures: quantifying the upright standing stability after sustained rebar tying postures. Journal of Construction Engineering and Management. 2018;144(4):04018010.
9. Earnest GS, Branche CM. Knowledge gaps and emerging issues for fall control in construction. Fall Prevention and Protection: Principles, Guidelines, and Practices. 2016:469.
10. Sunku V-S-R-P, Yvsssv P-R, Pasupuleti V-C. Prioritizing the Elements of OHSAS-18001 in Construction Segments in India – AHP Approach. International Journal of Occupational Hygiene. 2015;5(4).
11. Punakallio A. Balance abilities of workers in physically demanding jobs: With special reference to firefighters of

different ages. Journal of Sports Science and Medicine. 2005;4(8):1-47.
12. Oh-Park M, Xue X, Holtzer R, Verghese J. Transient versus persistent fear of falling in community-dwelling older adults: incidence and risk factors. Journal of the American Geriatrics Society. 2011;59(7):1225-31.
13. DiDomenico A, Gielo-Perczak K, McGorry RW, Chang C-C. Effects of simulated occupational task parameters on balance. Applied ergonomics. 2010;41(3):484-9.
14. Baier M, Hopf T. Ankle orthoses effect on single-limb standing balance in athletes with functional ankle instability. Archives of physical medicine and rehabilitation. 1998;79(8):939-44.
15. Miller TA. NSCA's Guide to Tests and Assessments: Human Kinetics; 2012.
16. Gribble PA, Hertel J. Considerations for normalizing measures of the Star Excursion Balance Test. Measurement in physical education and exercise science. 2003;7(2):89-100.
17. Akbari A, Ghiasi F, Papoli R, Jalali MA. A relationship between static and dynamic postural stability index and anthropometrics index in healthy men and women with normal BMI index. 2014.
18. Palmieri RM, Ingersoll CD, Cordova ML, Kinzey SJ, Stone MB, Krause BA. The effect of a simulated knee joint effusion on postural control in healthy subjects. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2003;84(7):1076-9.
19. Greve J, Alonso A, Bordini ACP, Camanho GL. Correlation between body mass index and postural balance. Clinics. 2007;62(6):717-20.
20. Kejonen P, Kauranen K, Vanharanta H. The relationship between anthropometric factors and body-balancing movements in postural balance. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2003;84(1):17-22.
21. Alonso AC, Luna NMS, Mochizuki L, Barbieri F, Santos S, Greve JMDA. The influence of anthropometric factors on postural balance: the relationship between body composition and posturographic measurements in young adults. Clinics. 2012;67(12):1433-41.
22. Antwi-Afari MF, Li H, Edwards DJ, Pärn EA, Seo J, Wong A. Effects of different weights and lifting postures on balance control following repetitive lifting tasks in construction workers. International Journal of Building Pathology and Adaptation. 2017;35(3):247-63.
23. Antwi-Afari MF, Li H. Fall risk assessment of construction workers based on biomechanical gait stability parameters using wearable insole pressure system. Advanced Engineering Informatics. 2018;38:683-94.
24. Beyranvand R, Sahebozamani M, Daneshjoo A. The Relationship of Anthropometric Factors with Postural Stability and Ankle/hip Range of Motion in the Elderly. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2017;27(147):171-82.
25. Carter JL, Carter JL, Heath BH. Somatotyping: development and applications: Cambridge university press; 1990.
26. Pastuszak A, Gajewski J, Buśko K. The impact of skinfolds measurement on somatotype determination in Heath-Carter method. Plos one. 2019;14(9):e0222100.
27. Grigg P. Peripheral neural mechanisms in proprioception. Journal of Sport Rehabilitation. 1994;3(1):2-17.
28. Preedy VR. Handbook of anthropometry: physical measures of human form in health and disease: Springer Science & Business Media; 2012.
29. Norton KI. Anthropometric assessment protocols: Australian Sports Commission; 2000.
30. Seyyed Jalil M, Amir Houshang M, Somayyeh J, Mehrdad M. An Assessment of the Anthropometric Data of Iranian University Students. International Journal of Occupational Hygiene. 2011;3(2).
31. Taherian A, Shojaei M, Daneshfar A, Sharifdoust M. Calculating the Center of Mass, and Introducing its Pattern of Changes for Adolescents in Format of Equations. Journal of Research in Rehabilitation Sciences. 2018;13(6):341-9.
32. Payne VG, Isaacs LD. Human motor development: A lifespan approach: Routledge; 2017.
33. Gambino S MM SS. Center of mass of a human. . Elert G, editors The physics Factbook. 2006.
34. Yu C-Y, Tu H-H. Foot surface area database and estimation formula. Applied ergonomics. 2009;40(4):767-74.
35. Hedbávný P, Bago G, Kalichová M. Influence of strength abilities on quality of the handstand. International Journal of Medical Pharmaceutical Science and Engineering. 2013;7:10.
36. Panahi M, Babakhani F, Seidi F. Comparison of Static and Dynamic Balance of Physically Active College Women with Different Foot Arch Heights. Journal of Research in Rehabilitation Sciences. 2016;12(2):88-96.

37. Imanipour S, HashemiSheykhshabani S, Shafineya P, GhotbiVarzaneh A. Studying the Correlation of Different Age Groups on the Role of Motional Control Standards and Anthropometric Indices. Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences. 2014;13(1):83-96.
38. Liaw M-Y, Chen C-L, Pei Y-C, Leong C-P, Lau Y-C. Comparison of the static and dynamic balance performance in young, middle-aged, and elderly healthy people. Chang Gung Med J. 2009;32(3):297-304.
39. King GW, Abreu EL, Cheng A-L, Chertoff KK, Brotto L, Kelly PJ, et al. A multimodal assessment of balance in elderly and young adults. Oncotarget. 2016;7(12):13297.
40. Kiyani P, Farahpoor N. Evaluation of performance of the vestibular proprioception and vision systems on postural control of old men. Iranian Journal of Ageing. 2015;10(3):44-53.
41. Urushihata T, Kinugasa T, Soma Y, Miyoshi H. Aging effects on the structure underlying balance abilities tests. Journal of the Japanese Physical Therapy Association. 2010;13(1):1-8.
42. Conner BC, Petersen DA, Pigman J, Tracy JB, Johnson CL, Manal K, et al. The cross-sectional relationships between age, standing static balance, and standing dynamic balance reactions in typically developing children. Gait & posture. 2019;73:20-5.
43. Handrigan G, Hue O, Simoneau M, Corbeil P, Marceau P, Marceau S, et al. Weight loss and muscular strength affect static balance control. International Journal of Obesity. 2010;34(5):936-42.
44. Berenjian Abbasi JH. Comparison of static and dynamic balance and its relationship with anthropometric characteristics in athletes of selected sports, sport sciences quarterly. Izlamic Azad University, Karaj Branch. 2014;6(14):33-46.
45. Deforche BI, Hills AP, Worringham CJ, Davies PS, Murphy AJ, Bouckaert JJ, et al. Balance and postural skills in normal-weight and overweight prepubertal boys. International Journal of Pediatric Obesity. 2009;4(3):175-82.
46. Colné P, Frelut M, Peres G, Thoumie P. Postural control in obese adolescents assessed by limits of stability and gait initiation. Gait & Posture. 2008;28(1):164-9.
47. Saeed Ilbeigi MGK, Javad Fooladian, Hosssein Farzaneh. The relationship between some of anthropometric variables and basic motor abilities
in primary school boys aged 9 -11 years of Birjand. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport. 2014;2(3).
48. Zijlstra A, Mancini M, Chiari L, Zijlstra W. Biofeedback for training balance and mobility tasks in older populations: a systematic review. Journal of neuroengineering and rehabilitation. 2010;7(1):58.