Journal of Health and Safety at Work 2024; 14(4): 756-771

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Investigation of Interaction Effects of Elbow and Wrist Angles in Sitting and Standing Postures on Grip Strength and Perceived Exertion

Davood Afshari[1], Niloofar Chinisaz[1], Maryam Seyedtabib[2], Iman Dianat[3], Maryam Nourollahi-Darabad[1,4] *

[1]Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran
[2]Department of Biostatistics and Epidemiology, School of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran
[3]Department of Occupational Health and Ergonomics, Faculty of Health, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran
[4]Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Health, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran

Received: 16-10-2024 Accepted: 18-12-2024

ABSTRACT

Introduction: Biomechanical risk factors, including wrist and elbow angle and standing and sitting position, are the primary factors affecting hand grip strength and perceived exertion. The interaction of these factors can include different effects on grip strength and perceived exertion. Therefore, the present study examines the interaction of varying wrist and elbow angles in sitting and standing postures on the variability of grip strength and perceived exertion.

Material and Methods: In the present study, 30 students (15 females, 15 males) aged 19-30 participated. The average grip strength was measured by a dynamometer for 12 different positions based on the angle of the wrist and elbow in both standing and sitting postures. Perceived exertion was also assessed using the Borg CR-10 scale for each setting. Data analysis was performed using SPSS 23. The Wilcoxon test was applied to compare perceived exertion between standing and sitting postures. Furthermore, a three-way ANOVA was performed to examine interactions between posture (standing/sitting), elbow, and wrist angles. Mauchly's Sphericity Test was applied to confirm the ANOVA assumptions, and effect sizes for multivariate analysis were calculated (partial η^2).

Results: In both sitting and standing postures, the highest average grip strength was observed at a 0-degree wrist angle with a 90-degree elbow angle (standing: 28.6 ± 10.8, sitting 25.8 ± 9.8), while the lowest average grip strength was recorded at full wrist extension with a 0-degree elbow angle (standing: 19.3 ± 6.5, sitting 17.9 ± 6.9). In all three elbow angles examined (0°, 60°, and 90°), the highest value of perceived exertion was recorded in the full extension of the wrist. The changes in the grip strength at different angles were the same for sitting and standing postures, yet the hand grip strength was higher in the standing than the sitting posture (P-value<0.001). The effect of each of the studied factors (sitting and standing postures, wrist angle, and elbow angle) alone on hand grip strength and perceived exertion was deemed to be significant (P-value<0.001). Regarding the two-way interactions of the research variables, the interaction effect of elbow and wrist angles on grip strength (partial η^2=0.09, P-value=0.015) and perceived exertion was significant (partial η^2=0.08, P-value=0.06). Furthermore, findings indicated that the wrist angle had a more pronounced effect on the value of the perceived exertion (partial η^2=0.31, P-value<0.001).

Keywords: *Grip strength, Perceived exertion, Posture, Wrist angle, Elbow angle*

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Afshari D, Chinisaz N, Seyedtabib M, Dianat I, Nourollahi-Darabad M. Investigation of Interaction Effects of Elbow and Wrist Angles in Sitting and Standing Postures on Grip Strength and Perceived Exertion. J Health Saf Work. 2024; 14(4): 756-771.

* Corresponding Author Email: *maryam.nourollahi@gmail.com*

Copyright © 2024 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.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-30]

1. INTRODUCTION

The literature review indicates that evaluating grip strength, perceived exertion, and the factors influencing them play a crucial role in the practical design of hand tools and workstations, potentially reducing the risk of upper limb injuries. Furthermore, closely examining the interaction of these factors can offer deeper insights into injury prevention strategies for the upper limbs. Specifically, the combined interaction of these factors may increase the risk of musculoskeletal injury, whereas their individual effects might present a lower risk level. Biomechanical factors are among the most significant influences on hand grip strength and perceived exertion. Given that various jobs, each with unique demands, rely heavily on grip strength for task performance, identifying these effective factors and determining their interaction effects can facilitate the design and optimization of hand tools. Therefore, aiding significantly to this approach helps reduce the risk of fatigue or muscular injury in the upper limbs. Accordingly, the present study aimed to (1) examine and compare hand grip strength and perceived exertion across different elbow and wrist angles in both standing and sitting postures and (2) determine the interaction effect of these factors on grip strength and perceived exertion.

2. MATERIAL AND METHODS

This cross-sectional study was conducted in a laboratory environment in 2022 with male and female students as participants. Based on grip strength in both gender groups and considering a 99% confidence level with a 1% error margin, the required sample size was determined to be 13 participants per group. Fifteen participants were ultimately included in each group to account for potential attrition. These participants were selected using a simple random sampling method based on specific inclusion criteria. Following the collection of demographic information, hand grip strength was measured using a calibrated SAEHAN dynamometer for the dominant hand in both standard standing and sitting postures. Each participant's grip strength was evaluated across 12 elbow and wrist angle combinations in standard sitting and standing postures. For each test, participants were asked to squeeze the dynamometer handle with maximum force for 3 seconds in three sets, with the average maximum isometric grip strength recorded. The presentation order of the postures was randomized.

In the present study, the Borg CR-10 scale was used for the subjective rating of physical exertion. At the end of each test, participants rated their perceived exertion and the difficulty of the task at each angle using a 0-10 scale. Data analysis was performed using SPSS 23 software. The Wilcoxon test was applied to compare perceived exertion between standing and sitting postures. Furthermore, a three-way ANOVA was performed to examine interactions between posture (standing/sitting), elbow, and wrist angles. Mauchly's Sphericity Test was applied to confirm the ANOVA assumptions, and effect sizes for multivariate analysis were calculated (partial η^2).

3. RESULTS AND DISCUSSION

The results revealed that men's average grip strength was higher than women's in all the examined positions. Consistent with these findings, a study by Lee KS et al. (1) identified gender as the most significant predictive factor for hand grip strength, with men exhibiting significantly higher strength than women. The changes in grip strength at different angles were similar for both sitting and standing postures, although grip strength was higher in the standing than the sitting posture (P-value<0.001). This difference likely arises from biomechanical factors, as individuals can typically exert more

Table 1: Three-way ANOVA with three factors of posture, elbow and wrist angle on grip strength and subjective assessment of perceived effort

Source	Grip strength			CR-10		
	F	Sig.	partial η^2	F	Sig.	partial η^2
Elbow angle	16.06	0.000	0.36	7.06	0.003	0.20
Posture	17.32	0.000	0.37	7.04	0.013	0.20
Wrist angle	46.1	0.000	0.61	12.52	0.000	0.31
Elbow angle* Posture	0.41	0.673	0.01	1.03	0.345	0.04
Elbow angle* Wrist angle	2.27	0.015	0.09	2.39	0.065	0.08
Posture* Elbow angle	1.34	0.268	0.05	1.81	0.167	0.06
Elbow angle* Wrist angle* Posture	0.79	0.567	0.05	1.92	0.108	0.07

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-30]

force while standing. Previous research has indicated that the musculoskeletal system aligns optimally in the standing position, enhancing the synergy between the lower and upper muscles and increasing grip strength. Each of the studied factors-posture (sitting and standing), wrist angle and elbow angle significantly affected hand grip strength and perceived exertion (P-value<0.001). Regarding the two-way interactions of the research variables, the interaction effect between elbow and wrist angles on grip strength (partial η^2=0.09, P-value=0.015) and perceived exertion was almost significant (partial η^2=0.08, P-value=0.06). Furthermore, findings suggested that wrist angle had a more pronounced effect on perceived exertion levels (partial η^2=0.31, P-value<0.001) (Table 1). Similarly, the study by Kong YK et al. (2) found that the three-way interaction among elbow angle, posture, and shoulder angle significantly influenced grip strength, indicating that achieving maximum grip strength requires a comprehensive understanding of these key factors interactions. Likewise, Hellig T et al. (3) demonstrated the interaction effect of arm angle and body posture on perceived exertion.

4. CONCLUSIONS

The results this present study revealed that men had a higher grip strength than women across all the tested positions, and that the grip strength was greater in the standing posture compared to the sitting posture. These findings indicate that the three examined factors-wrist angle, elbow angle, and body posture- significant affect both grip strength and perceived exertion. Notably, wrist angle had a more substantial influence on grip strength and perceived exertion than the other factors. Additionally, the interaction between wrist and elbow angles was found to be significant in determining grip strength and perceived exertion. These results highlight the need for further analysis of the combined effects of wrist and elbow angles in hand-intensive tasks, especially in activities demanding strong grip strength.

5. ACKNOWLEDGMENTS

This study was financially supported by Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences (grant no. U-01251) and approved by the Ethics Review Committee (reference number IR.AJUMS.REC.1401.447). The authors would like to thank all participants for their cooperation.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-30]

فصلنامه بهداشت و ایمنی کار جلد ۱۴/ شماره ۴/ زمستان ۱۴۰۳ صفحات ۷۵۶-۷۷۱

بررسی اثر متقابل زوایای آرنج و مچ در دو وضعیت ایستاده و نشسته بر قدرت چنگش و تلاش درک شده

داوود افشاری[۱]، نیلوفر چینی ساز[۱]، مریم سید طبیب[۲]، ایمان دیانت[۳]، مریم نوراللهی درآباد[۴،۱*]

[۱]گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران
[۲]گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران
[۳]گروه بهداشت حرفه ای و ارگونومی ، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
[۴]گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی البرز،کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۷/۲۵، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۹/۲۸

چکیده

مقدمه: یکی از مهم ترین فاکتورهای موثر بر میزان قدرت چنگش و تلاش درک شده، ریسک فاکتورهای بیومکانیکی شامل زاویه مچ و آرنج و وضعیت ایستاده و نشسته می باشند. اثرات متقابل این فاکتورها می تواند اثرات متفاوتی را بر میزان قدرت چنگش و تلاش درک شده داشته باشد. لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی و تعیین اثر متقابل زوایای مختلف مچ دست و آرنج در دو وضعیت نشسته و ایستاده بر قدرت چنگش و تلاش ذهنی درک شده، انجام شد.

روش کار: در مطالعه حاضر ۳۰ دانشجو (۳۰-۱۹ سال) شرکت کردند. قدرت چنگش بوسیله دینامومتر برای ۱۲ حالت مختلف با توجه به زاویه مچ دست و آرنج در دو وضعیت ایستاده و نشسته اندازه گیری شد. تلاش ذهنی درک شده نیز با استفاده از CR-۱۰ بورگ برای هر یک از شرایط ارزیابی شد. تجزیه و تحلیل داده ها با نرم افزار SPSS ۲۳ انجام شد. برای مقایسه تلاش ذهنی درک شده در پوسچر ایستاده و نشسته از آزمون ویلکاکسون استفاده شد. آنالیز تکراری سه طرفه برای بررسی سه عامل وضعیت ایستاده/نشسته، زاویه آرنج و زاویه مچ دست انجام شد. همچنین از آنالیز اندازه های تکراری سه طرفه با سه عامل وضعیت، بازو و مچ دست و آزمون کرویت ماچولی استفاده شد. برای بررسی اندازه اثر نیز (partial η^2) محاسبه شد.

یافته ها: برای دو وضعیت نشسته و ایستاده، بیشترین قدرت چنگش در زاویه ۰ مچ و زاویه ۹۰ آرنج (ایستاده ۱۰/۸ ± ۲۸/۶، نشسته: ۹/۸ ± ۲۵/۸) و کمترین قدرت چنگش در اکستنشن کامل مچ و زاویه ۰ آرنج (ایستاده:۶/۵ ± ۱۹/۳ ، نشسته: ۶/۹ ± ۱۷/۹) اندازه گیری شد. در هر سه زاویه ی طراحی شده برای آرنج (۰، ۶۰ و ۹۰)، بیشترین میزان تلاش درک شده در زاویه ی اکستنشن کامل مچ دست بود. تغییرات میزان قدرت چنگش در زوایای مورد بررسی برای دو وضعیت نشسته و ایستاده روند یکسانی داشت و قدرت چنگش دست، در وضعیت ایستاده بیشتر از نشسته بود (P-value <۰/۰۰۱).

اثر هر یک از فاکتورهای مورد بررسی (وضعیت نشسته و ایستاده، زاویه مچ دست و زاویه آرنج) به تنهایی بر قدرت چنگش دست و تلاش درک شده معنی‌دار بود (P-value <۰/۰۰۱). برای اثرات متقابل دوتایی، اثر متقابل زاویه آرنج و مچ دست بر روی قدرت چنگش (partial η^2 =۰/۰۹ ، P-value =۰/۰۱۵) و همچنین تا حدودی بر تلاش درک شده معنی دار بود (partial η^2=۰/۰۸ ، P-value =۰/۰۶). از میان فاکتورهای مورد بررسی زاویه مچ دست نقش برجسته تری در تلاش ذهنی درک شده داشت (partial η^2=۰/۳۱ ، P-value <۰/۰۰۱).

نتیجه گیری: یافته های این مطالعه می توانند در تعیین اثر فاکتورهای بیومکانیکی موثر بر طراحی ابزارهای دستی و ایستگاه های کاری کمک کنند.

کلمات کلیدی: *قدرت چنگش، تلاش درک شده، پوسچر، زاویه مچ، زاویه آرنج*

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: *Maryam.nourollahi@gmail.com*

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-30]

مقدمه

یکی از چالش‌های اساسی در طراحی ارگونومیک ابزارهای دستی توجه به کاهش چنگش‌های قدرتی و حرکات تکراری می‌باشد. چنگش‌های قدرتی یکی از عوامل خطر شغلی است که منجر به اختلالات تجمعی ناشی از تروما می‌شود. اختلالات تجمعی ناشی از تروما، آسیب‌هایی به سیستم اسکلتی-عضلانی هستند که به تدریج در نتیجه‌ی آسیب‌های تکراری و به دلیل طراحی نامناسب ابزار و تجهیزات، اعمال نیروی زیاد و حرکات تکراری ایجاد می‌شوند (۱, ۲). بر مبنای نتایج مطالعات انجام شده در حقیقت ۲۰ درصد از عوامل موثر بر محدود شدن توانایی‌های افراد مربوط به اختلالات اسکلتی-عضلانی ناشی از کار می‌باشد و در این میان آسیب‌ها و اختلالات مربوط به اندام فوقانی نیز ۲۰ درصد از بیماری‌ها و آسیب‌های ناشی از کار را به خود اختصاص داده است. اختلالات اسکلتی-عضلانی در اندام‌های فوقانی ماهیتی چند وجهی دارند و در نتیجه تاثیر عوامل بسیاری ایجاد می‌شوند (۳, ۴). یکی از فاکتورهای مهم و موثر بر بروز آسیب‌های اندام‌های فوقانی، چنگش قدرتی می‌باشد، به ویژه زمانی که فراتر از توانایی و قدرت چنگش فرد باشد، در این صورت احتمال آسیب بیشتر خواهد شد (۴, ۵).

قدرت چنگش دست حداکثر نیرویی است که یک فرد می‌تواند با عضلات دست و ساعد خود در هنگام فشردن یک جسم ایجاد کند. قدرت چنگش تحت تأثیر فاکتورهای متعددی نظیر فاکتورهای فیزیولوژیکی، آنتروپومتریکی، روان‌شناختی و بیومکانیکی می‌باشد (۶). بر مبنای نتایج مطالعات انجام شده، مشخص شده است که اندازه‌گیری قدرت چنگش و همچنین ارزیابی ذهنی از تلاش درک شده و تعیین فاکتورهای موثر بر آنها نقش بسیار مهمی در طراحی مناسب ابزارهای دستی و ایستگاه‌های کاری و درنتیجه پیشگیری از آسیب در اندام‌های فوقانی دارد (۷-۸)، علاوه بر این توجه به اثر متقابل فاکتورهای موثر می‌تواند اطلاعات دقیق‌تری را برای پیشگیری از آسیب به اندام‌های فوقانی فراهم کند، در حقیقت اثر متقابل فاکتورهای موثر ممکن است منجر به افزایش خطر آسیب به سیستم اسکلتی عضلانی شود. اثرات متقابل حاصل از ترکیب فاکتورهای موثر ممکن است منجر به سطح خطر بیشتری برای ایجاد اختلالات اسکلتی عضلانی شود، در صورتی که تاثیر تک تک فاکتورها به تنهایی با سطح خطر پایینی همراه باشد (۹).

یکی از مهم‌ترین فاکتورهای موثر بر میزان قدرت چنگش دست و همچنین تلاش درک شده در حین چنگش قدرتی، فاکتورهای بیومکانیکی می‌باشند (۱۰, ۱۱). نتایج مطالعات پیشین نشان داده است که قدرت چنگش دست در وضعیت ایستاده بیشتر از نشسته می‌باشد (۱۲, ۱۳). علاوه بر این تکیه گاه بازو و زاویه مچ دست نیز از دیگر فاکتورهای بیومکانیکی موثر بر میزان قدرت چنگش و همچنین تلاش درک شده می‌باشند(۱۴, ۱۵). همچنین قدرت چنگش دست علاوه بر زاویه مچ دست، تحت تاثیر زوایای مختلف آرنج نیز می‌باشد. بنابراین یک فرد ممکن است نتواند نیروی چنگش مورد نیاز را در وضعیت‌های مختلف اعمال کند، در این صورت برای نگه داشتن ابزار و انجام وظایف دچار خستگی عضلانی خواهد شد، که در نتیجه ممکن است منجر به اختلالات اسکلتی عضلانی تجمعی در اندام فوقانی و همچنین تلاش درک شده توسط آنها شود (۹, ۱۶). با توجه به اینکه مشاغل مختلف با ماهیت‌های متفاوت، برای انجام وظایف خود به شدت به قدرت چنگش متکی هستند، بنابراین شناسایی عوامل موثر و تعین اثرات متقابل آنها بر میزان قدرت چنگش و تلاش درک شده می‌تواند به طراحی و بهینه‌سازی ابزارهای دستی و در نتیجه کاهش خطر خستگی یا آسیب عضلانی در اندام‌های فوقانی کمک کند. لذا مطالعه حاضر با هدف ۱) بررسی و مقایسه قدرت چنگش دست و تلاش درک شده در زوایای مختلف آرنج و مچ دست در دو وضعیت ایستاده و نشسته و همچنین ۲) تعین اثر متقابل این فاکتورها بر میزان قدرت چنگش و تلاش درک شده انجام شد.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-30]

جدول ۱: زوایای آرنج و مچ دست در هنگام سنجش نیروی چنگش

زاویه آرنج (درجه)	۰		۶۰	۹۰
زاویه مچ دست*	۰°	آزمون ۱	آزمون ۵	آزمون ۹
	۳۰ E	آزمون ۲	آزمون ۶	آزمون ۱۰
	۳۰ F	آزمون ۳	آزمون ۷	آزمون ۱۱
	FE	آزمون ۴	آزمون ۸	آزمون ۱۲

* اکستنشن کامل:FE – اکستنشن :E - فلکشن:F

روش کار

۱. شرکت‌کنندگان در مطالعه

مطالعه توصیفی-تحلیلی حاضر در سال ۱۴۰۱ و در محیط آزمایشگاه در دو گروه زن و مرد انجام شد. با در نظر گرفتن میزان چنگش در دو گروه و با توجه به توان ۹۹ درصد و احتمال خطای نوع اول ۱درصد، حجم نمونه در هر گروه ۱۳ نفر محاسبه و با توجه به احتمال ریزش، ۱۵ نفر در هر گروه در نظر گرفته شد (۱۷). در مجموع ۳۰ دانشجو در مطالعه‌ی حاضر شرکت کردند. افراد به صورت تصادفی ساده و با توجه به معیارهای ورود به مطالعه انتخاب شدند. معیارهای ورود به مطالعه ۱) داشتن سن بین ۱۹ تا ۳۰ سال و ۲) عدم داشتن سابقه قبلی آسیب اندام فوقانی، سابقه جراحی در دست، گردن یا اندام فوقانی و سابقه شکستگی در ناحیه دست/بازو بود. حداقل سن به منظور اطمینان از رسیدن به بلوغ اسکلتی عضلانی و حداکثر سن برای جلوگیری از تأثیر احتمالی تغییرات تدریجی وزن بدن و نسبت توده عضلانی و چربی، بر اندازه‌گیری‌های قدرت چنگش لحاظ شد (۱۸). همچنین برای جلوگیری از هرگونه خطا در نتایج، افراد با ناخن‌های بلند از آزمایش حذف شدند (۱۹). معیار خروج از مطالعه ۱) عدم تمایل به انجام کامل تست‌ها توسط شرکت‌کنندگان و ۲) انجام ناقص تست‌های طراحی شده در مطالعه بود. همچنین به منظور پیشگیری از تاثیر خستگی عضلانی بر نتایج اندازه‌گیری، افرادی که قبل از آزمایش، تحت کار دستی سنگین قرار داشتند از مطالعه حذف شدند. شرکت در مطالعه به صورت داوطلبانه بود و قبل از شرکت، رضایت آگاهانه از کلیه شرکت‌کنندگان اخذ شد. این مطالعه، توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز با کد اخلاق IR.AJUMS.REC.1401.447 مورد تأیید قرار گرفته است.

۲. جمع‌آوری اطلاعات دموگرافیک

اطلاعات دموگرافیک شامل: جنس، سن، قد، دست غالب (به عنوان دست مورد استفاده برای نوشتن تعریف شد)، سابقه بیماری‌ها، مصرف دخانیات، وضعیت تاهل، تعداد فرزند، شغل، محل سکونت و تحصیلات از طریق پرسشنامه ثبت شد.

۳. ارزیابی قدرت چنگش دست

نیروی چنگش برای کلیه افراد شرکت‌کننده در مطالعه به وسیله دینامومتر کالیبره SAEHAN مدل (SH1003) DHD-3 ساخت کشورکره جنوبی، اندازه‌گیری شد (۲۰). جهت آشنایی افراد با دستگاه و روش انجام کار پیش از شروع مطالعه، به شرکت‌کنندگان آموزش‌های لازم داده شد. اندازه‌گیری قدرت چنگش برای دست غالب، در دو وضعیت نشسته و ایستاده استاندارد انجام شد(جدول ۱). اندازه‌گیری‌ها در وضعیت ایستاده استاندارد، در حالتی انجام شد که بدن قائم بود، پاها صاف و وزن بدن توسط هر دو پا تحمل می‌شد. شانه‌ها آزاد و آرنج‌ها به دو طرف بدن نزدیک بودند. در وضعیت نشسته استاندارد نیز، فرد در پوسچر نشسته استاندارد قرار گرفت. به این صورت که پاها روی زمین صاف، کمر دارای تکیه

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-30]

جدول۲: اطلاعات دموگرافیک افراد شرکت کننده در مطالعه (N=۳۰)

متغیر	میانگین ± انحراف معیار	حداکثر- حداقل	تعداد (٪)
جنس			
زن	-	-	۱۵ (۵۰)
مرد	-	-	۱۵ (۵۰)
سن (سال)	۲۲/۴±۲/۳	۱۹-۳۰	۳۰ (۱۰۰)
قد (سانتیمتر)	۱۷۰/۴±۹/۳	۱۸۶-۱۵۵	۳۰ (۱۰۰)
وزن (کیلوگرم)	۶۴/۶±۱۴/۲	۹۹-۴۴	۳۰ (۱۰۰)
دست			
راست دست	-	-	۲۹ (۹۶/۶)
چپ دست	-	-	۱ (۳/۳)

گاه بود. شانه‌ها آزاد و بازوها به طور معمول در کنار بدن آویزان بودند. بر اساس زوایای مختلف آرنج ومچ، ۱۲ آزمون در دو وضعیت نشسته و همچنین ایستاده طراحی شد (جدول۱).

در هر مرحله از آزمون، از فرد خواسته شد که با تمام قدرت دسته دینامومتر را فشار دهد، با توجه به تاثیر تشویق کلامی و بازخورد تصویری بر روی میزان حداکثر قدرت چنگش، در مطالعه حاضر نیز حین انجام تست‌ها از تشویق کلامی و همچنین بازخورد تصویری نتایج استفاده شد. هر شرکت‌کننده در هر مرحله چنگش، دینامومتر را ۳ ثانیه محکم نگه داشته، سپس دو دقیقه استراحت می‌کرد، این تست ۳ بار برای هر فرد تکرار شد، در صورتی که اختلاف بین نتایج اندازه‌گیری‌ها بیشتر از ۱۰ درصد بود، اندازه‌گیری‌ها دوباره تکرار شد در غیر این صورت میانگین حداکثر قدرت چنگش ایزومتریک هر فرد محاسبه شد. برای جلوگیری از خستگی بیش از حد عضلانی، یک دقیقه استراحت بر اساس نیاز داوطلبان در بین تست‌های مختلف طراحی شده، لحاظ گردید (۱۹, ۲۱). همچنین ترتیب انجام حالات مختلف آزمایش به صورت تصادفی انتخاب شد.

۴. اندازه‌گیری تلاش ذهنی درک شده

در مطالعه حاضر از مقیاس بورگ CR-10 برای رتبه بندی ذهنی فعالیت بدنی استفاده شده است. CR-10 یک مقیاس طبقه بندی می‌باشد که از ۰ تا ۱۰ متغیر است (۲۲). در انتهای هر تست به منظور ارزیابی تلاش درک شده و میزان سختی انجام فعالیت در زوایای مورد بررسی، از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا طبق مقیاس بورگ(۱۰-۰)، عدد مربوطه را مشخص نمایند.

۵. تجزیه و تحلیل‌های آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ انجام شد. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. مقایسه قدرت چنگش دست در هر یک از زوایا در دو گروه زن و مرد با استفاده از آزمون تی دو نمونه مستقل انجام شد. باتوجه به این که نرمال بودن تلاش درک شده در هیچ یک از گروه‌ها برقرار نبود بنابراین از آزمون ناپارامتریک من ویتنی استفاده شد. برای مقایسه تلاش ذهنی درک شده در پوسچر ایستاده و نشسته از آزمون ویلکاکسون استفاده شد. آنالیز تکراری سه طرفه برای بررسی سه عامل وضعیت ایستاده/نشسته، زاویه آرنج و زاویه مچ دست انجام شد. همچنین از آنالیز اندازه‌های تکراری سه طرفه با سه عامل وضعیت، بازو و مچ دست و آزمون کرویت ماچولی استفاده شد. برای بررسی اندازه اثر نیز (Partial Eta-Squared $\eta^2_{partial}$) محاسبه شد.

یافته ها

۱. اطلاعات دموگرافیک

۳۰ نفر (۱۵ زن و ۱۵ مرد) در گروه سنی ۱۹ تا ۳۰

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-30]

جدول ۳: میانگین و انحراف معیار قدرت چنگش و تلاش درک شده در حالت های مورد بررسی

وضعیت		نشسته				ایستاده			
		چنگش			CR-10 (M±SD)	چنگش			CR-10 (M±SD)
آرنج	مچ	زن (M±SD)	مرد (M±SD)	Sig. (2-tailed)		زن(M±SD)	مرد(M±SD)	Sig. (2-tailed)	
۰	۰	۱۹/۵ ± ۵/۳	±۲/۳۲ ۹/۲	۰/۰۰۰*	±۴/۴ ۲/۵	۲۰/۲ ± ۶/۲	۳۶/۷ ± ۸/۷	۰/۰۰۰*	±۴ ۱/۹
	۳۰F	±۵/۱۶ ۴/۹	±۷/۲۷ ۷/۲	۰/۰۰۰*	±۹/۴ ۲/۱	۱۷/۶ ± ۵/۱	۲۷/۷ ± ۶/۲	۰/۰۰۰*	±۹/۴ ۲/۲
	۳۰E	±۹/۱۳ ۲/۹	±۵/۲۸ ۹/۲	۰/۰۰۰*	±۱/۵ ۱/۹	±۹/۱۶ ۵/۲	±۱/۳۱ ۸/۷	۰/۰۰۰*	±۴/۴ ۱/۶
	FE	±۸/۱۲ ۳/۶	±۲/۲۳ ۵/۲	۰/۰۰۰*	±۱/۶ ۲/۵	±۶/۱۴ ۴/۱	۲۳/۹ ± ۴/۹	۰/۰۰۰*	±۷/۵ ۲/۳
۶۰	۰	±۲/۱۷ ۵/۶	±۹/۳۱ ۸/۹	۰/۰۰۰*	۴/۵ ± ۲/۱	۱۸/۶ ± ۵/۹	±۸/۳۲ ۱۰/۶	۰/۰۰۰*	±۲/۴ ۲/۱
	۳۰F	±۸/۱۶ ۶/۷	±۱/۲۷ ۶/۸	۰/۰۰۰*	±۲/۵ ۲/۱	±۹/۱۶ ۵/۴	±۹/۲۸ ۸/۹	۰/۰۰۰*	±۳/۴ ۱/۷
	۳۰E	±۸/۱۴ ۴/۱	±۸/۲۷ ۸/۱	۰/۰۰۰*	۵/۲ ± ۲/۶	±۶/۱۵ ۴/۵	۳۰/۸ ± ۹/۱	۰/۰۰۰*	±۳/۴ ۲/۲
	FE	±۳/۱۳ ۳/۹	±۱/۲۳ ۴/۶	۰/۰۰۰*	۵/۶ ± ۲/۵	±۲/۱۴ ۴	±۵/۲۴ ۵/۴	۰/۰۰۰*	±۶/۵ ۲/۱
۹۰	۰	±۸/۱۹ ۵/۵	±۲/۳۴ ۹/۸	۰/۰۰۰*	±۷/۳ ۱/۷	±۶/۲۰ ۵/۹	۳۶/۵ ± ۸/۴	۰/۰۰۰*	±۴/۳ ۱/۴
	۳۰F	±۵/۱۷ ۴/۱	±۹/۲۹ ۷/۴	۰/۰۰۰*	±۹/۴ ۲/۳	±۹/۱۸ ۵/۷	±۶/۳۱ ۵/۵	۰/۰۰۰*	۴/۸ ± ۲/۱
	۳۰E	±۱/۱۶ ۴/۱	±۸/۲۹ ۸/۹	۰/۰۰۰*	±۵/۴ ۲/۱	±۵/۱۷ ۵/۳	±۷/۳۲ ۷/۶	۰/۰۰۰*	±۱/۴ ۱/۵
	FE	±۱/۱۳ ۳/۹	±۴/۲۴ ۴/۴	۰/۰۰۰*	±۱/۵ ۱/۹	±۷/۱۵ ۴/۸	±۳/۲۵ ۴/۵	۰/۰۰۰*	۵/۶ ± ۲/۲

سال (میانگین و انحراف معیار ۲/۳۱ ± ۲۲/۴) بر اساس معیارهای ورود به مطالعه در این مطالعه شرکت کردند. اطلاعات دموگرافیک افراد شرکت‌کننده در مطالعه در جدول ۲ آورده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده ۱۰٪ شرکت‌کنندگان متاهل بودند. دست غالب ۹۶/۶ درصد از افراد دست راست بود.

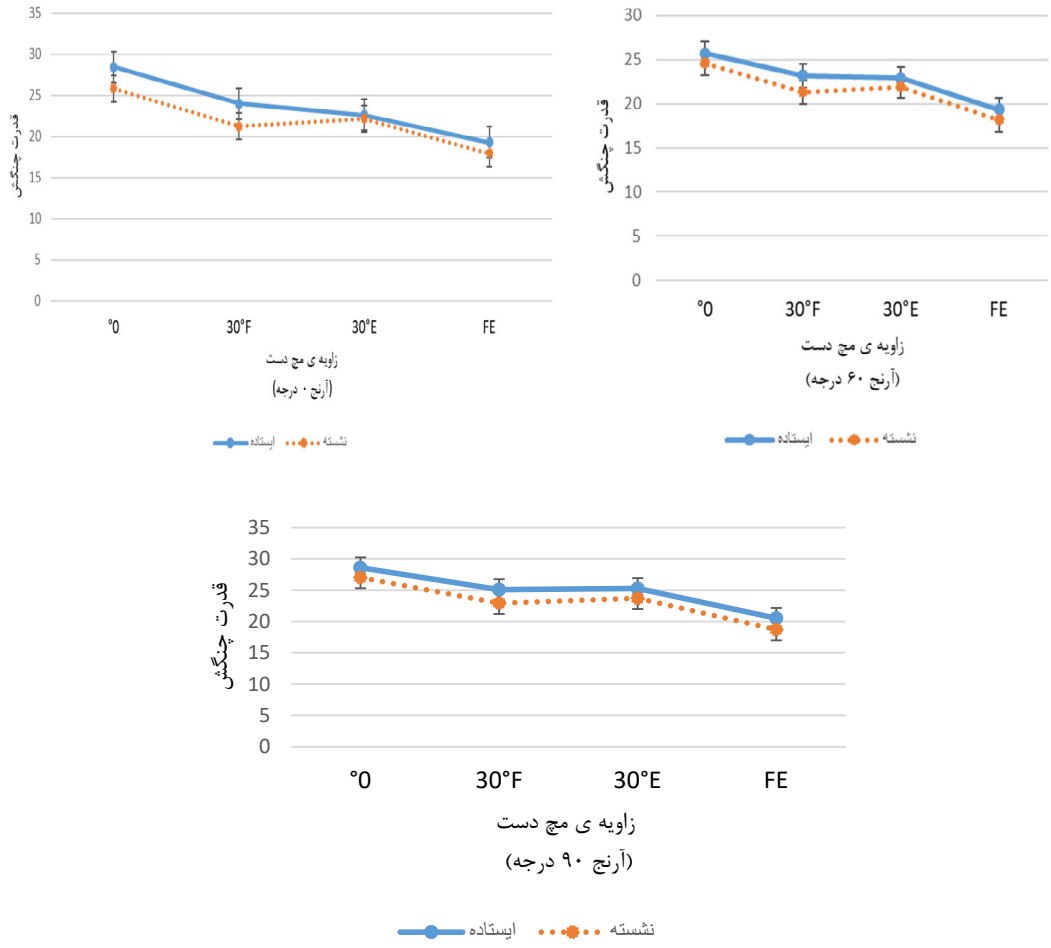
۲. قدرت چنگش دست

نتایج نشان داد که در هر دو وضعیت نشسته و ایستاده، بیشترین میانگین قدرت چنگش به ترتیب در زاویه ۰ درجه مچ و زاویه ۹۰ درجه آرنج مشاهده شده است، در حالیکه کمترین میانگین قدرت چنگش در اکستنشن کامل مچ و زاویه‌ی ۰ درجه‌ی آرنج مشاهده شده است. بر مبنای نتایج به دست آمده مشخص شد که میانگین قدرت چنگش مردان در همه حالت‌های مورد بررسی به صورت معنی‌داری از میانگین قدرت چنگش زنان بیشتر بوده است (P-value < ۰/۰۵)، (جدول۳). نتایج ارزیابی تلاش درک شده نیز نشان داد که بیشترین میزان تلاش درک شده در هر سه زاویه‌ی ۰، ۶۰ و ۹۰ درجه‌ی آرنج در زاویه‌ی اکستنشن کامل مچ دست بوده است. همچنین کمترین میزان تلاش درک شده در تمام زوایای مورد بررسی آرنج در زاویه‌ی ۰ درجه مچ دست بوده است. در کل در تمام حالت‌های مورد بررسی کمترین میزان تلاش درک شده در زاویه ۹۰ آرنج و ۰ درجه‌ی مچ دست بوده است. (جدول ۳)

نتایج به دست امده نشان داد که تغییرات میانگین قدرت چنگش در تمام زوایای مورد بررسی در دو وضعیت نشسته و ایستاده دارای روند تغییر یکسانی بوده و مقادیر به دست آمده برای قدرت چنگش دست، در وضعیت ایستاده نسبت به نشسته بیشتر بوده است (P-value <۰/۰۰۱) (نمودار۱). نتایج بررسی تلاش درک شده نیز نشان داد که تغییرات تلاش درک شده در تمام زوایا در دو وضعیت نشسته و ایستاده دارای روند تغییر یکسانی بوده است و مقادیر به دست آمده برای تلاش درک شده برعکس میانگین قدرت چنگش در پوسچر نشسته نسبت به ایستاده بیشتر بوده است (P-value <۰/۰۰۱) (نمودار۲). طبق نتایج به دست آمده مشخص شد که تاثیر قرارگیری فرد در وضعیت ایستاده و نشسته بر ارزیابی ذهنی فرد از تلاش درک شده، به زاویه آرنج و مچ دست وابسته است و با تغییر این زوایا از حالت خنثی، ارزیابی ذهنی فرد از تلاش درک شده تغییر خواهد کرد (نمودار۲)

مقایسه‌ی تفاوت میانگین قدرت چنگش در دو وضعیت

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-30]



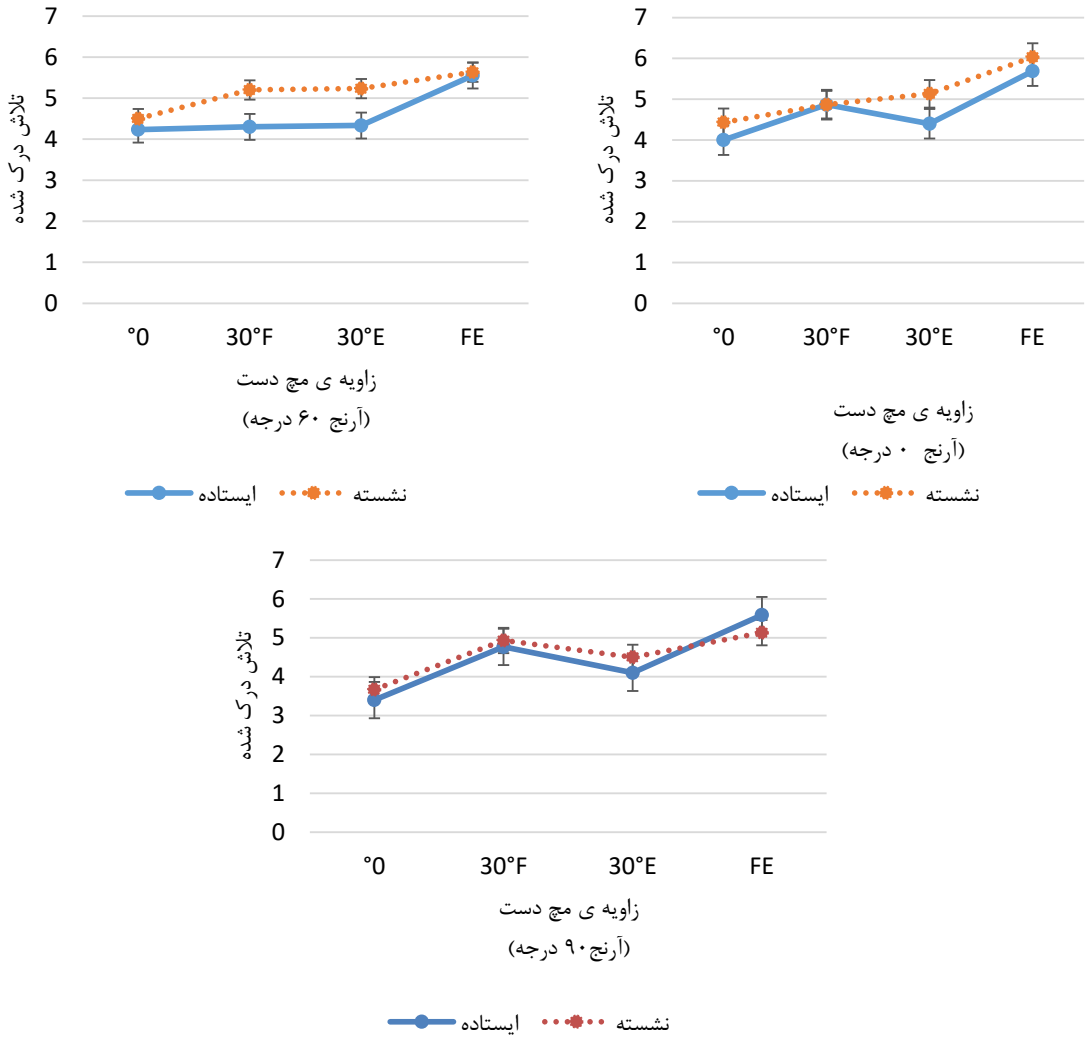
شکل ۱: میانگین قدرت چنگش بر اساس زوایای مچ دست و آرنج در دو وضعیت ایستاده و نشسته

ایستاده و نشسته نشان داد که بیشترین تفاوت در میانگین قدرت چنگش در این دو وضعیت زمانی رخ می‌دهد که مچ دست در اکستنشن کامل باشد (جدول۴). در واقع زوایه مچ دست در وضعیت نشسته، تاثیر منفی بیشتری بر قدرت چنگش داشت. طبق نتایج به دست آمده در برخی از زوایای مورد بررسی تفاوت معناداری در مقادیر قدرت چنگش در دو وضعیت ایستاده و نشسته وجود داشت. نتایج نشان داد که قدرت چنگش در دو وضعیت ایستاده و نشسته در زاویه صفر درجه آرنج و در دو زاویه ۰ و ۳۰ درجه فلکشن مچ تفاوت معنی‌داری داشته است، در زاویه ۶۰ درجه آرنج تفاوت معنی‌داری در زاویه ۳۰ درجه فلکشن مچ بود و در زاویه ۹۰ درجه آرنج در دو زاویه اکستنشن کامل و۳۰ درجه اکستنشن مچ تفاوت‌داری وجود داشت(P-value <۰/۰۰۱). (جدول ۴)

۳. *فاکتورهای بیومکانیکی موثر بر قدرت چنگش و تلاش درک شده*

نتایج نشان داد که اثر هر یک از فاکتورهای مورد بررسی شامل وضعیت ایستاده و نشسته (partial η^2=۰/۳۷) زاویه مچ دست (partial η^2=۰/۶۱)، و زاویه آرنج (partial η^2=۰/۳۶) به تنهایی بر قدرت چنگش دست معنی‌دار می‌باشد (P-value <۰/۰۰۱)، طبق نتایج به دست آمده برای اثرات متقابل دوتایی فاکتورهای مورد بررسی مشخص شد که اثر متقابل زاویه آرنج و مچ دست

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-30]



شکل ۲: میانگین تلاش درک شده بر اساس زوایای مچ دست و آرنج در دو وضعیت ایستاده و نشسته

بر روی قدرت چنگش معنی‌دار است (partial η^2 = ۰/۰۹، P-value= ۰/۰۱۵). در مقابل، نتایج نشان داد که اثر متقابل سه فاکتور مورد بررسی بر قدرت چنگش (partial η^2 =۰/۰۳) معنی‌داری معنی‌دار نیست ۰/۵۷ =P-value) (جدول۵).

نتایج آنالیز فاکتورهای موثر بر تلاش درک شده نیز نشان داد که اثر هر یک از فاکتورهای مورد بررسی شامل وضعیت ایستاده و نشسته (partial η^2 =۰/۲)، زاویه مچ دست (partial η^2 =۰/۳۱) و زاویه آرنج (partial η^2 =۰/۲) به تنهایی بر میزان تلاش درک شده معنی‌دار می‌باشد و از میان فاکتورهای مورد بررسی زاویه‌ی مچ دست نقش برجسته‌تری در تلاش ذهنی درک شده داشته است (P-value <۰/۰۰۱)، همچنین طبق نتایج به دست آمده برای اثرات متقابل دوتایی و اثر متقابل سه‌تایی معنی‌داری مشاهده نشده است، لازم به ذکر است که بر اساس نتایج به دست آمده تا اندازه‌ای اثر متقابل دوتایی زاویه آرنج و مچ دست بر تلاش ذهنی درک شده تاثیرگذاربوده است (partial η^2 =۰/۰۸، P-value = ۰/۰۶) (جدول۵).

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-30]

جدول ۴: مقایسه اختلاف میانگین قدرت چنگش بین دو وضعیت ایستاده و نشسته

زاویه (درجه)		اختلاف میانگین	انحراف معیار	P-Value
آرنج	مچ			
۰	۰	۲/۶۱	۳/۹۶	۰/۰۰*
	۳۰F	۲/۷۹	۴/۳۸	۰/۰۰*
	۳۰E	۰/۴۶	۴/۵۵	۰/۵۸
	FE	۱/۳۱	۴/۰۶	۰/۰۸
۶۰	۰	۱/۱۴	۴/۶۷	۰/۱۱
	۳۰F	۱/۸۴	۳/۹۹	۰/۰۱*
	۳۰E	۰/۹۷	۴/۳۸	۰/۲۳
	FE	۱/۱۹	۳/۵۳	۰/۰۷
۹۰	۰	۱/۵۵	۵/۲۷	۰/۱۱
	۳۰F	۱/۵۶	۴/۷۴	۰/۸۱
	۳۰E	۲/۱۷	۴/۶۵	۰/۰۱*
	FE	۱/۸۰	۳/۸۶	۰/۰۱*

جدول ۵: آنالیز اندازه های تکراری سه طرفه با سه عامل وضعیت، زاویه آرنج و مچ دست بر قدرت چنگش و ارزیابی ذهنی فرد از تلاش درک شده

منبع	چنگش			CR-10		
	F	Sig.	partial η^2	F	Sig.	partial η^2
زاویه ی آرنج	۱۶/۰۶	۰/۰۰۰	۰/۳۶	۷/۰۶	۰/۰۰۳	**۰/۲۰**
وضعیت ایستاده یا نشسته	۱۷/۳۲	۰/۰۰۰	۰/۳۷	۷/۰۴	۰/۰۱۳	**۰/۲۰**
زاویه ی مچ	۴۶/۱	۰/۰۰۰	۰/۶۱	۱۲/۵۲	۰/۰۰۰	**۰/۳۱**
زاویه ی آرنج * وضعیت	۰/۴۱	۰/۶۷۳	۰/۰۱	۱/۰۳	۰/۳۴۵	**۰/۰۴**
زاویه ی آرنج * زاویه ی مچ	۲/۲۷	۰/۰۱۵	۰/۰۹	۲/۳۹	۰/۰۶۵	**۰/۰۸**
وضعیت * زاویه ی آرنج	۱/۳۴	۰/۲۶۸	۰/۰۵	۱/۸۱	۰/۱۶۷	**۰/۰۶**
زاویه ی آرنج* وضعیت* زاویه ی مچ	۰/۷۹	۰/۵۷۶	۰/۰۳	۱/۹۲	۰/۱۰۸	**۰/۰۷**

بحث

مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرات متقابل زوایای آرنج و مچ دست در وضعیت‌های نشسته و ایستاده بر قدرت چنگش و تلاش درک شده انجام شد. نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان داد که میانگین قدرت چنگش مردان در مقایسه با زنان در تمام حالت‌های مورد بررسی بیشتر بوده است. در همین راستا نتایج مطالعات انجام شده نیز نشان داده است که مردان در مقایسه با زنان قدرت چنگش دست بیشتری دارند (۲۳-۲۴). این تفاوت در میزان قدرت چنگش به طور مستقیم با ساختار مورفولوژیکی، آنتروپومتریکی، تناسب و شرایط فیزیولوژیکی افراد وابسته است. در حقیقت مردان به دلیل توده عضلانی بیشتر نسبت به زنان، پتانسیل انقباض عضلانی بیشتری دارند و در نتیجه قدرت چنگش در آنها در دست غالب و غیر غالب بیشتر از زنان می‌باشد (۲۵, ۲۶) در همین راستا نتایج مطالعه‌ی Lee KS و همکاران (۲۰۱۹) نیز نشان داده است که از میان فاکتورهای فردی، جنسیت مهم‌ترین فاکتور پیش بینی‌کننده برای قدرت چنگش دست است و میزان آن به صورت معنی‌داری در مردان بیشتر از زنان می‌باشد (۲۷). در همین راستا نتایج مطالعات انجام شده نشان داده است که قدرت چنگش به قد و شاخص توده‌ی بدنی نیز وابسته است و با توجه به اینکه میانگین این دو شاخص آنتروپومتریک در مردان و زنان متفاوت بوده و میانگین این دو شاخص در مردان بیشتر از زنان است، می‌توان تفاوت در مقادیر قدرت چنگش را تفسیر کرد (۲۸, ۲۹)، در مطالعه‌ی حاضر نیز

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-30]

میانگین این دو شاخص در مردان بیشتر از زنان بود.

فاکتورهای بیومکانیکی موثر بر قدرت چنگش و تلاش درک شده

نتایج مقایسه قدرت چنگش در دو وضعیت ایستاده و نشسته نشان داد که بدون توجه به جنسیت، میانگین قدرت چنگش در وضعیت ایستاده نسبت به نشسته بیشتر بوده است. در همین راستا نتایج مطالعات انجام شده نیز نشان داده است که قدرت چنگش در وضعیت ایستاده نسبت به نشسته بیشتر می‌باشد (۳۰, ۳۱) این اختلاف احتمالا به این دلیل می‌باشد که هنگام ایستادن امکان اعمال نیرو بیشتری از نظر بیومکانیکی برای فرد فراهم می‌شود. در مطالعات گذشته نشان داده شده است که در وضعیت ایستاده سیستم اسکلتی عضلانی بدن به طور بهینه در یک راستا قرار می‌گیرد و در نتیجه هم افزایی بین عضلات تحتانی و فوقانی افزایش می‌یابد که منجر به افزایش قدرت چنگش می‌شود. در مقابل در وضعیت نشسته بازخورد حسی از عضلات و مفاصل اندام‌های تحتانی حداقل می‌باشد، در حقیقت وضعیت نشسته به طور کلی منجر به تغییر در الگوهای فعال‌سازی عضلانی می‌شود و پتانسیل تولید نیرو را محدود می‌کند و در نتیجه کاهش فعال‌سازی و تغییرات بیومکانیکی در وضعیت نشسته، ممکن است منجر به کاهش قدرت چنگش کلی در مقایسه با وضعیت ایستاده شود (۳۰-۳۲). طبق نتایج مطالعه‌ی حاضر همچنین مشخص شد که تلاش ذهنی درک شده در وضعیت ایستاده در مقایسه با نشسته کمتر بوده است. درحقیقت با توجه به اینکه رابطه معنی‌دار معکوسی بین تلاش درک شده و قدرت چنگش وجود دارد، لذا مطابق با نتایج مطالعه‌ی حاضر قدرت چنگش بالاتر اغلب با سطوح تلاش درک شده کمتری همراه است. این همبستگی منفی ممکن است به دلیل بهبود کارایی عضلانی و کاهش خستگی در افرادی که قدرت چنگش بیشتری دارند، نسبت داده شود (۷, ۳۳)، در حقیقت رابطه معکوس بین قدرت چنگش و تلاش درک شده با چند مکانیسم اساسی مرتبط است، تولید نیروی عضلانی کمتر با قدرت چنگش ضعیف‌تر همراه است که منجر به خستگی بیشتر عضلانی و متعاقب آن افزایش تلاش درک شده می‌شود. همچنین ضعف در انجام چنگش ممکن است بر ثبات و کنترل کلی بدن تأثیر منفی بگذارد و تقاضا برای سایر گروه‌های عضلانی را افزایش دهد و در نتیجه تلاش درک شده را افزایش دهد. علاوه بر این، قدرت چنگش ارتباط نزدیکی با سازگاری‌های عصبی و به کارگیری واحد حرکتی کارآمد دارد. چنگش قوی‌تر مستلزم فعال‌سازی و هماهنگ‌سازی عصبی بهتر است، که منجر به بهبود خروجی نیرو و انقباض عضلانی کارآمدتر می‌شود. این سازگاری عصبی ممکن است به کاهش تلاش درک شده کمک کند، زیرا افراد با قدرت چنگش بالاتر می‌توانند نیرو را به طور موثرتری تولید کنند، که منجر به کاهش تلاش درک شده در حین انجام وظایف بدنی می‌شود(۳۳-۳۵) .

نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان داد که بیشترین اختلاف در مقادیر قدرت چنگش در دو وضعیت ایستاده و نشسته زمانی حاصل می‌شود که مچ دست در وضعیت اکستنشن کامل بوده است. طبق نتایج به دست آمده، شدت زاویه مچ دست در وضعیت نشسته، تاثیر منفی بیشتری بر قدرت چنگش دست داشت. نتایج به دست آمده نشان داد که بیشترین میانگین قدرت چنگش در زاویه 0 مچ و زاویه ۹۰ آرنج بوده است و کمترین میانگین قدرت چنگش در اکستنشن کامل مچ و زاویه ۰ آرنج مشاهده شد. در همین راستا نتایج ارزیابی تلاش درک شده نیز نشان داد که در وضعیت نشسته و همچنین ایستاده، بیشترین تلاش ذهنی درک شده در زمان قرارگیری مچ فرد در اکستنشن کامل بوده است و کمترین تلاش ذهنی درک شده در زمان قرارگیری مچ فرد در زاویه ۰ درجه به دست آمده است. همراستا با نتایج مطالعه‌ی حاضر، نتایج مطالعات انجام شده نیز نشان داده است که قدرت چنگش در زاویه ۹۰ درجه آرنج بیشتر از زاویه ۰ درجه می‌باشد و حداکثر میزان قدرت چنگش در زاویه آرنج ۹۰ به دست می‌آید (۳۶-۳۸) نتایج مطالعه‌ی Jain R و همکاران (۲۰۱۹) نیز نشان داد که بیشترین قدرت چنگش در وضعیت ایستاده

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-30]

با شانه ثابت، زاویه ۹۰درجه آرنج و در زاویه ی خنثی مچ دست حاصل می‌شود (۳۹). در حقیقت پوسچر مچ دست بر الگوهای فعال‌سازی عضلات درگیر در چنگش تأثیر مهم و موثری می‌گذارد. هنگامی که مچ دست از پوسچرخنثی خود منحرف می‌شود، الگوهای فعالیت عضله تغییر می‌کند و منجر به تولید نیروی غیر بهینه و کاهش قدرت چنگش می‌شود (۴۰). در همین راستا نتایج مطالعه‌ی Lee, JA و همکاران (۲۰۱۶) نیز نشان داد که قدرت چنگش در حالت فلکشن مچ به صورت معنی‌داری کمتر از حالت خنثی مچ می‌باشد، در حقیقت فلکشن مچ دست با کاهش فعال شدن عضلات بازکننده همراه بوده و در نتیجه بر قدرت چنگش تأثیر منفی می‌گذارد (۳۶). نتایج مطالعات مختلف نشان داده است که زاویه مچ دست بر توزیع نیروها در دست، انگشتان و کف دست تأثیر می‌گذارد. هم ترازی مناسب مچ دست در حین انجام چنگش، توزیع یکنواخت نیروها را در کل دست تضمین می‌کند و در مقابل، زاویه‌ی غیر خنثی مچ دست فشار زیادی را بر روی دست وارد می‌کند که منجر به افزایش خستگی و کاهش قدرت چنگش می‌شود (۴۱, ۴۲).

اثر متقابل فاکتورهای مورد بررسی بر قدرت چنگش و تلاش درک شده

نتایج بررسی اثر فاکتورهای مورد بررسی نشان داد که هر سه عامل مورد بررسی شامل وضعیت ایستاده و یا نشسته، زاویه مچ و زاویه آرنج بر میزان قدرت چنگش و تلاش درک شده موثر می‌باشند و از میان فاکتورهای مورد بررسی زاویه‌ی مچ دست نقش برجسته‌تری داشته است. همچنین نتایج بررسی اثر متقابل دوتایی و سه تایی فاکتورهای مورد بررسی در مطالعه‌ی حاضر نشان داد که اثر متقابل دوتایی زاویه‌ی آرنج و مچ دست بر میزان قدرت چنگش و تلاش درک شده معنی‌دار بوده است. بنابراین زاویه آرنج و مچ دست هر دو بر مقادیر قدرت چنگش و تلاش درک شده تاثیر می‌گذارند و توجه به زوایای آرنج و مچ دست در دستیابی به حداکثر قدرت چنگش و حداقل آسیب ضروری است. در حقیقت تغییر زاویه مچ و آرنج از حالت خنثی منجر به افزایش فعالیت عضلانی در ناحیه مچ و ساعد می‌شود که در نتیجه منجر به افزایش تنش عضلانی می‌گردد. نتایج مطالعه‌ی Serajul Haque و همکاران (۲۰۰۹) نیز نشان داد که اثر متقابل تغییر زاویه مچ دست در دو صفحه‌ی مختلف بر میزان قدرت چنگش فرد معنی‌دار است و بیشترین قدرت چنگش در زاویه‌ی نزدیک به خنثی مچ در هر دو صفحه‌ی مورد بررسی به دست می‌آید (۴۳). نتایج مطالعه‌ی Kong YK و همکاران (۲۰۱۴) نیز نشان داد که اثر متقابل سه طرفه زاویه آرنج، وضعیت فرد و زاویه شانه از نظر آماری بر میزان قدرت چنگش معنی‌دار است وبرای دستیابی به حداکثر قدرت چنگش توجه به اثر متقابل فاکتورهای کلیدی حائز اهمیت می‌باشد (۴۰). در همین راستا نتایج مطالعه‌ی Hellig T و همکاران (۲۰۲۰) نیز اثر متقابل زاویه بازو وضعیت تنه را بر روی میزان تلاش درک شده نشان داده است (۳۴). کلیه اندازه‌گیری‌ها در مطالعه حاضر در صفحه فرونتال انجام شد و کلیه شرکت‌کنندگان در مطالعه دانشجویان جوان بودند. لذا برای افزایش تعمیم پذیری نتایج پیشنهاد می‌گردد در مطالعات آینده گروه‌های سنی مختلف و همچنین سایر صفحات آناتومیک نیز مورد بررسی قرار گیرند.

نتیجه گیری

نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان داد که مردان در تمام حالت‌های مورد بررسی قدرت چنگش بالاتری نسبت به زنان داشتند و قدرت چنگش در وضعیت ایستاده نسبت به نشسته بیشتر بود. طبق نتایج مطالعه‌ی حاضر سه فاکتور مورد بررسی شامل زاویه مچ، زاویه آرنج و وضعیت بدن بر میزان قدرت چنگش و تلاش درک شده موثر بودند. از میان فاکتورهای مورد بررسی زاویه‌ی مچ دست نقش برجسته‌تری بر میزان قدرت چنگش و تلاش درک شده داشت، هچنین اثر متقابل زاویه مچ و آرنج نیز بر میزان قدرت چنگش و تلاش درک شده معنی‌دار بود، بنابراین نتایج به دست آمده از مطالعه‌ی حاضر،

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-30]

اهمیت توجه به اثر متقابل زاویه‌ی مچ دست و آرنج در حین کار دستی به ویژه در فعالیت‌هایی که نیاز به چنگش قدرتی دارند را توجیه می‌کند. لذا یافته‌های این مطالعه می‌توانند در تعیین فاکتورهای بیومکانیکی موثر بر طراحی ابزارهای دستی و ایستگاه‌های کاری کمک کنند.

تشکر و قدردانی

این مطالعه با حمایت مالی معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز با کد طرح U-01251 انجام شده است. نویسندگان این مقاله از همکاری مشارکت‌کنندگان در این طرح که امکان اجرای این پژوهش را فراهم نمودند، قدردانی و تشکر می‌نمایند.

REFERENCES

1. Jain R, Sain MK, Meena ML, Dangayach GS, Bhardwaj AK. Non-powered hand tool improvement research for prevention of work-related problems: a review. Int J Occup Saf Ergon. 2018 Sep;24(3):347-357.
2. Afshari D, Latifi SM, Kord S, Nourollahi-Darabad M. Assessment of low back disorders risk based on allowable weight limits for manual lifting in Iran. Ind. Health. 2018;56(4):327-35.
3. Krishnan KS, Raju G, Shawkataly O. Prevalence of Work-Related Musculoskeletal Disorders: Psychological and Physical Risk Factors. Int J Environ Res Public Health. 2021 Sep 4;18(17):9361.
4. Jukic I, García-Ramos A, Baláš J, Malecek J, Omcirk D, Tufano JJ. Ergogenic effects of lifting straps on movement velocity, grip strength, perceived exertion and grip security during the deadlift exercise. Physiol Behav. 2021 Feb 1;229:113283.
5. Das D, Kumar A, Sharma M. A systematic review of work-related musculoskeletal disorders among handicraft workers. Int J Occup Saf Ergon. 2020 Mar;26(1):55-70.
6. Saremi M, Rostamzadeh S, Nasr Esfahani M. Hand functionality in dentists: the effect of anthropometric dimensions and specialty. Int J Occup Saf Ergon. 2022;28(3):1473-81.
7. Afshari D, Shirali GA. The effect of heat exposure on physical workload and maximum acceptable work duration (MAWD) in a hot and dry climate. Urban Clim. 2019;27:142-8.
8. Morishita S, Tsubaki A, Takabayashi T, Fu JB. Relationship between the rating of perceived exertion scale and the load intensity of resistance training. Strength Cond J. 2018 Apr;40(2):94-109.
9. Kong YK. The effects of co-ordinating postures with shoulder and elbow flexion angles on maximum grip strength and upper-limb muscle activity in standing and sitting postures. Int J Occup Saf Ergon. 2014;20(4):595-606.
10. Zaccagni L, Toselli S, Bramanti B, Gualdi-Russo E, Mongillo J, Rinaldo N. Handgrip Strength in Young Adults: Association with Anthropometric Variables and Laterality. Int J Environ Res Public Health. 2020 Jun 15;17(12):4273
11. Rostamzadeh S, Saremi M, Fereshteh T. Maximum handgrip strength as a function of type of work and hand-forearm dimensions. Work. 2020;65(3):679-87.
12. Saremi, M. and Rostamzadeh, S. Hand dimensions and grip strength: a comparison of manual and non-manual workers. In Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2018) Volume IX: Aging, Gender and Work, Anthropometry, Ergonomics for Children and Educational Environments 2019;20:520-529.
13. Alam M, Ahmad I, Samad A, Khan M, Ali AJM, Ligaments. Grip strength and endurance: Influences of anthropometric characteristics, posture, and gender. Muscles Ligaments Tendons J 2022;12(02).
14. Li L, Li Yx, Gong R, Fu HJHF, Manufacturing Ei, Industries S. Effect of wrist position on grip force sense in healthy adults. Hum Factors Ergon Manuf 2020;30(4):237-47.
15. Çakmak B, Ergül E. Interactions of personal and occupational risk factors on hand grip strength of winter pruners. Int J Ind Ergon. 2018;67:192-200.
16. Morishita S, Tsubaki A, Takabayashi T, Fu JB. Relationship between the rating of perceived exertion scale and the load intensity of resistance training. Strength Cond J. 2018 Apr;40(2):94-109.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-30]

17. Strandkvist V, Larsson A, Pauelsen M, Nyberg L, Vikman I, Lindberg A, et al. Hand grip strength is strongly associated with lower limb strength but only weakly with postural control in community-dwelling older adults. Arch Gerontol Geriatr Plus. 2021;94:104345.
18. Maleki-Ghahfarokhi A, Dianat I, Feizi H, Asghari-Jafarabadi MJAE. Influences of gender, hand dominance, and anthropometric characteristics on different types of pinch strength: A partial least squares (PLS) approach. Appl Ergon. 2019;79:9-16.
19. Jansen CW, Patterson R, Viegas SF. Effects of fingernail length on finger and hand performance. J Hand Ther. 2000;13(3):211-7
20. Reis MM, Arantes PMMJFeP. Assessment of hand grip strength-validity and reliability of the saehan dynamometer. Braz J Phys Ther. 2011;18:176-81.
21. Núñez-Cortés R, del Pozo Cruz B, Gallardo-Gómez D, Calatayud J, Cruz-Montecinos C, López-Gil JF, López-Bueno R. Handgrip strength measurement protocols for all-cause and cause-specific mortality outcomes in more than 3 million participants: A systematic review and meta-regression analysis. Clin Nutr. 2022;41(11):2473-89.
22. GAV BJPj, perception tpo. A category scale with ratio properties for intermodal and interindividual comparisons. Psychophysical judgment the process of perception. 1982:25-34.
23. Wiśniowska-Szurlej A, Ćwirlej-Sozańska A, Kilian J, Wołoszyn N, Sozański B, Wilmowska-Pietruszyńska AJSr. Reference values and factors associated with hand grip strength among older adults living in southeastern Poland. Sci Rep. 2021;11(1):9950.
24. Ahrenfeldt LJ, Scheel-Hincke LL, Kjærgaard S, Möller S, Christensen K, Lindahl-Jacobsen RJEjoph. Gender differences in cognitive function and grip strength: a cross-national comparison of four European regions. Eur J Public Health. 2019;29(4):667-74.
25. Chon D, Shin J, Kim J-HJPO. Consideration of body mass index (BMI) in the association between hand grip strength and hypertension: Korean Longitudinal Study of Ageing (KLoSA). PLoS One. 2020;15(10):e0241360.
26. McGrath R, Hackney KJ, Ratamess NA, Vincent BM, Clark BC, Kraemer WJJAigm, et al. Absolute and body mass index normalized handgrip strength percentiles by gender, ethnicity, and hand dominance in Americans. Adv Geriatr Med Res 2020;2(1).
27. Lee K-S, Hwang JJW. Investigation of grip strength by various body postures and gender in Korean adults. Work. 2019;62(1):117-23.
28. ALAM M, Ahmad I, Samad A, KHAN M, Ali AJM, Ligaments, Journal T. Grip strength and endurance: Influences of anthropometric characteristics, posture, and gender. Muscles Ligaments Tendons J. 2022;12(02).
29. Abd Rahman NI, Md Dawal SZ, Yusoff N, Mohd Kamil NSJS. Anthropometric measurements among four Asian countries in designing sitting and standing workstations. Sadhana. 2018;43:1-9.
30. Segizbaeva M, Pogodin M, Aleksandrova N, editors. Effects of body positions on respiratory muscle activation during maximal inspiratory maneuvers. Respiratory Regulation-The Molecular Approach; 2013: Springer.
31. Jain R, Meena ML, Sain MK, Dangayach GSJIJoOS, Ergonomics. Impact of posture and upper-limb muscle activity on grip strength. Int J Occup Saf Ergon. 2019;25(4):614-20.
32. De S, Sengupta P, Maity P, Pal A, Dhara PJJoES, Physiotherapy. Effect of body posture on hand grip strength in adult Bengalee population. JESP. 2011;7(2):79-88.
33. Brown DM, Graham JD, Innes KI, Harris S, Flemington A, Bray SRJSM. Effects of prior cognitive exertion on physical performance: A systematic review and meta-analysis. Sports Med. 2020;50:497-529.
34. Hellig T, Johnen L, Mertens A, Nitsch V, Brandl CJE. Prediction model of the effect of postural interactions on muscular activity and perceived exertion. Ergonomics. 2020;63(5):593-606.
35. Mehta RK, Cavuoto LAJAe. The effects of obesity, age, and relative workload levels on handgrip endurance. Appl Ergon. 2015;46:91-5.
36. Lee J-A, Sechachalam SJTJohs. The effect of wrist position on grip endurance and grip strength. J Hand Surg Am. 2016;41(10):e367-e73.
37. Ikeda K, Yoshii Y, Kohyama S, Ikumi A, Ikeda R, Yamazaki MJJoOR. Sex differences in wrist torque and endurance—Biomechanical factors associated with developing lateral epicondylitis of the humerus. J Orthop Res Ther. 2023;41(8):1670-7.
38. Restrepo-Correa J-H, Hernández-Arellano J-L, Ochoa-

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-30]

Ortiz CA, Maldonado-Macías A-AJIJoOS, Ergonomics. Influence of an armrest support on handgrip strength in different arm and shoulder flexion angles in overhead postures. Int J Occup Saf Ergon. 2023;29(1):90-8.

39. Jain R, Meena ML, Sain MK, Dangayach GSJIJoOS, Ergonomics. Impact of posture and upper-limb muscle activity on grip strength. Int J Occup Saf Ergon. 2019;25(4):614-20.
40. Kong Y-KJIJoOS, Ergonomics. The effects of co-ordinating postures with shoulder and elbow flexion angles on maximum grip strength and upper-limb muscle activity in standing and sitting postures. Int J Occup Saf Ergon. 2014;20(4):595-606.
41. Ambike S, Paclet F, Zatsiorsky VM, Latash MLJEbr. Factors affecting grip force: anatomy, mechanics, and referent configurations. J Experim brain res. 2014;232:1219-31.
42. Eksioglu MJIJoIE. Endurance time of grip-force as a function of grip-span, posture and anthropometric variables. Int J Ind Ergon 2011;41(5):401-9.
43. Haque S, Khan AAJJoHE. Effects of ulnar deviation of the wrist combined with flexion/extension on the maximum voluntary contraction of grip. J Hum Ergol. 2009;38(1):1-9.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-30]