بررسی تاثیر کفپوش و زیر پایی در خستگی عضلانی و میزان ناراحتی در فعالیت‌های ایستاده طولانی مدت

رضاخانی جزنی[۱]، مهناز صارمی[۲]، زینب رسولی کهکی[۳]، محمد علی سنجری[۴]، امیر کاوسی[۵]

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۷/۰۸ تاریخ ویرایش: ۹۲/۰۹/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۹/۱۷

چکیده

زمینه و هدف: لازمه فعالیت بسیاری از مشاغل ایستادن های طولانی مدت و بدون حرکت است که یکی از عوامل مهم شناخته شده در ایجاد اختلالات اسکلتی عضلانی است و باعث ایجاد درد و ناراحتی در اندام تحتانی و کمر می شود. هدف از این پژوهش، مقایسه تاثیر سطح سرامیک، کفپوش و زیرپایی در خستگی عضلانی و میزان ناراحتی اندام تحتانی در فعالیت ایستاده طولانی است.

روش بررسی: این مطالعه توصیفی تحلیلی بر روی ۱۵ نفر دانشجو با میانگین سنی (۲/۳) ۲۱/۵ و میانگین قد (۲/۸) ۱۶۳ انجام گرفت. هریک از شرکت‌کنندگان در ۳ جلسه به مدت یکساعت و در هر جلسه بر روی یکی از سه سطح مختلف سرامیک، کفپوش لاستیکی و زیرپایی قرار می گرفتند.از دستگاه الکترومیوگراف سطحی جهت بررسی میزان خستگی و از مقیاس چشمی و نقشه بدن جهت بررسی میزان ناراحتی اندام تحتانی و کمر استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس تکراری انجام گرفت.

یافته‌ها: بر اساس نتایج الکترومیوگرافی میان خستگی عضلات گاستروکنمیوس خارجی و سولئوس و انواع سطوح رابطه معناداری مشاهده نشد. نتایج نشان داد که تفاوت معناداری در بین سطوح و میزان ناراحتی نواحی مختلف بدن وجود داشت ($p< ۰/۰۵$) به طوریکه سطح سرامیکی بیشترین و زیرپایی کمترین میزان ناراحتی را در نواحی مورد بررسی ایجاد کرد .

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه موید آن است که استفاده از زیرپایی و ایستادن بر روی کفپوش لاستیکی، راهکارهای موثری در کاهش میزان ناراحتی اندام تحتانی هستند و پیشنهاد می‌شود مطالعات بیشتری در زمینه خصوصیات کفپوش ارگونومی و زیرپایی صورت بگیرد.

کلیدواژه‌ها: الکترومیوگرافی، ناراحتی، کفپوش ارگونومی، خستگی، ایستادن طولانی مدت

مقدمه

بیماری‌های ناشی از کار رنج و زیان‌های هنگفتی را در دنیای کار به دنبال دارند. با وجودی که میزان مرگ ناشی از بیماری‌های شغلی ۶ برابر بیشتر ازحوادث شغلی است ولی هنوز این بیماری‌ها ناشناخته و پنهان هستند؛ علاوه بر این ماهیت بیماری‌های ناشی از کار به سرعت در حال تغییر است: فناوری جدید و تحولات اجتماعی، همراه با تغییر شرایط اقتصاد جهانی بر وخامت مخاطرات بهداشتی موجود افزوده و انواع جدیدی از این مخاطرات را پدیدار نموده است. بیماری‌های شغلی شناخته شده‌ای مانند پنوموکونیوزها، به طور گسترده‌ای باقیمانده و بیماری‌های نوپدید وابسته به شغل، مانند اختلالات روانی و اسکلتی-عضلانی با فقر شرایط ارگونومیک و ریسک‌های روانی- اجتماعی در حال گسترش می‌باشند. سازمان بین المللی کار با نامگذاری سال ۲۰۱۳ با عنوان "پیشگیری از بیماری‌های ناشی از کار" تلاش جمعی دولت‌ها، سازمان‌های ملی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی و تشکل‌های کارفرمایی و کارگری را اساس مبارزه با این اپیدمی پنهان معرفی می‌کند. آسیب‌های اسکلتی – عضلانی مرتبط با کار از جمله بزرگترین مشکلات بهداشت شغلی در کشورهای صنعتی و در حال توسعه است در میان ۲۷ کشور عضو

۱- دانشیار گروه ارگونومی، دانشکده سلامت ایمنی و محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

۲- استادیار گروه ارگونومی، دانشکده سلامت ایمنی و محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

۳- (نویسنده مسئول) دانشجوی کارشناسی ارشد ارگونومی ، دانشکده سلامت ایمنی و محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.: ergoshams@gmail.com

۴- استادیار گروه بیومکانیک، مرکز تحقیقات توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.

۵-استادیار گروه علوم پایه، دانشکده سلامت ایمنی و محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

اتحادیه اروپا اختلالات اسکلتی- عضلانی (MSDs) Musculoskeletal disorders)، رایج ترین بیماری مرتبط با کار بوده است؛ در بریتانیای کبیر نیز در فاصله سالهای ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۲، ۴۰٪ از کل بیمارهای مرتبط با کار را، اختلالات اسکلتی – عضلانی شامل شده است [۱].

این آسیبها در اثر تخریب تجمعی بافتهای دستگاه اسکلتی–عضلانی طی ماه ها و سال ها مواجهه با عوامل تنش زای بیومکانیکی و روانی– اجتماعی در محیط کار رخ می دهند. فعالیتهای ایستاده به دلیل ماهیت کار و نوع فعالیت از جمله مشاغلی هستند که در آنها اختلالات اسکلتی عضلانی شیوع بالایی دارد. ریسک فاکتورهایی همچون پوسچر نامناسب و وضعیت بدنی استاتیک در مدت زمان طولانی از جمله عوامل اصلی اینگونه مشکلات است. کارکنان بسیاری از مشاغل ازجمله کارکنان سوپرمارکتها [۲]، پرسنل بیمارستانها [۳]، معلمین مدارس [۴]، بازرسین و کارگران خط مونتاژ، فعالیت خود را ایستاده انجام می‌دهند [۵].

حدود ۳۰ تا ۴۰ ٪ کارگران کشورهای اسکاندیناوی و۵۰ تا ۷۰٪ کارگران شمال آمریکا ، ۷۵درصد از زمان کار را فعالیت ایستاده انجام می دهند [۶]. انجمن پزشکی پای آمریکا[1] اعلام کرده است که ۸۳ درصد از کارگران صنایع آمریکا درد و ناراحتی ساق پا را در فعالیت ایستاده طولانی مدت تجربه کرده‌اند [۷].

مطالعات مختلف نشان داده اند که ایستادن های طولانی مدت و استاتیک را می توان، ریسک فاکتوری مشخص در ایجاد مشکلاتی همچون اختلالات اسکلتی–عضلانی از جمله درد و ناراحتی در اندام تحتانی و کمر [۸ –۱۰]، نارسایی مزمن وریدی که منجر به درد، تورم و زخم اندام تحتانی می شود [۷و۱۱]، تولد زودرس و سقط های خود به خودی، بیان کرد [۱۲].

با توجه به اثرات منفی ناشی از ایستادن های ثابت و طولانی مدت، راهکارهایی پیشنهاد شده است که از آن جمله می توان به کفپوش های ضدخستگی[2] [۱۳و۱۴]، جورابهای واریس [۱۵]، صندلی ایستاده – نشسته[3] [۱۶] و زیر پایی‌ها[4] [۱۶] اشاره کرد.

از آنجایی‌که فعالیتهای ایستاده طولانی مدت در صنایع بخصوص صنایع ایران رایج است و علی رغم اینکه استفاده از کفپوش و زیرپایی به عنوان راهکارهای اصلی در کاهش ناراحتی و خستگی اندام تحتانی و کمر در ایستادن های طولانی مدت مطرح می باشند لیکن مطالعه علمی که اثربخشی آنها را مطرح کند کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین این پژوهش سعی دارد با مقایسه تاثیر زیر پایی و کفپوش لاستیکی در میزان ناراحتی و خستگی عضلانی اندام تحتانی، راهکار اثربخش تر را جهت بهبود ایستگاه کاری ایستاده طولانی مدت ارائه دهد که این بهبود در جهت صرفه جویی در هزینه ها، افزایش بهره وری و از همه مهم تر افزایش سلامت و رضایت نیروی کار می باشد.

روش بررسی

در این پژوهش توصیفی – تحلیلی، ۱۵ نفر از دانشجویان دختر با دامنه سنی ۲۹–۲۰ سال و میانگین قدی ۰/۲۸ ± ۱/۶۳ متر و وزن ۴/۴ ± ۵۸ کیلوگرم و شاخص جرم بدنی ۲۱/۶ ،که هیچ گونه ناراحتی و نقص در اندام تحتانی و یا بیماری های خاص (دیابت، اختلالات تیروئید) را نداشتند، شرکت کردند. روش نمونه گیری به صورت در دسترس بود و دانشجویانی که دارای ملاکهای لازم برای ورود به مطالعه بودند، پس از پرکردن رضایت نامه کتبی وارد آزمایش شدند.

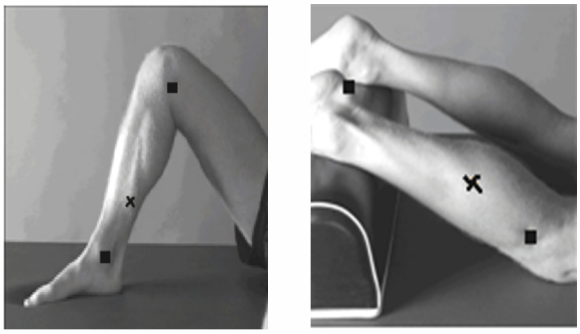
این تحقیق برای هر فرد در سه جلسه و با فاصله ای یک هفته ای در ساعت معینی در نوبت صبح انجام گرفت. شرایط استاندارد آزمایش شامل ایستادن بر روی سه نوع سطح مختلف شامل سرامیک، کفپوش لاستیکی (ضخامت ۲۱/۱۵ میلیمتر و درصد فشردگی ۱/۹۵٪) و زیر پایی (ارتفاع ۱۰سانتی متر و شیب ۱۵

[1]. American Podiatric Medical Association

[2]. Anti-fatigue mat
[3]. Sit-stand stool
[4]. Footrest

الف ب ج

تصویر۱- نمایی از افراد در حین انجام آزمایش الف) سطح سرامیک ب) کفپوش لاستیکی ج) زیرپایی



الف ب

تصویر۲- مکان قرارگیری الکترودها: الف-عضله گاستروکنمیوس خارجی ب-عضله سولئوس(۱۸)

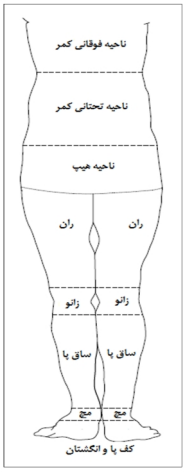
درجه) بود. ترتیب استفاده از این سه سطح بصورت تصادفی انتخاب شده و آزمودنی در هریک از جلسات آزمایش مطابق تصویر ۱ بر روی یکی از سطوح قرار می‌گرفت.

ابزار جمع آوری اطلاعات: به منظور بررسی خستگی عضلانی، از دستگاه الکترومیوگراف سطحی مدل MWX8 متعلق به شرکت Biometrics انگلستان استفاده شد که مشخصات این دستگاه عبارت است از ۴ کانال دیجیتال، ۸ کانال آنالوگ، حساسیت gain ۱۰۰۰ ، پهنای باند[5] ۲۰ تا ۴۵۰ هرتز، با امپدانس ورودی بیش از ۱۰ میلیون اهم، مجهز به سیستم وایرلس و الکترودهایی ازجنس نقره-کلرید نقره به قطر ۱۰ میلی متر و فاصله مرکز تا مرکز ۲۰ میلی متر متعلق به شرکت سازنده دستگاه می باشد. روایی و پایایی این ابزار در مطالعات مختلف از جمله مطالعه ای لاریویر[6] و همکارانش (۲۰۰۸) به اثبات رسیده است [۱۷]. از بین عضلات ساق پا عضله سولئوس و گاستروکنمیوس خارجی به عنوان دو عضله فعال در ایستادن همچنین به دلیل اثر همپوشانی کمتر با دیگر عضلات انتخاب شده و الکترودها با توجه به دستورالعمل SENIAM[7] در مکان مناسب مطابق با تصویر۲ قرار گرفتند. در مورد عضله سولئوس الکترود در دو سوم فوقانی خط بین کندلیت های داخلی استخوان ران و قوزک داخلی پا و در مورد عضله گاستروکنمیوس خارجی الکترود بین یک سوم فوقانی خط بین سر استخوان نازک نی و پاشنه پا قرار گرفتند [۱۸].

[5]. Band Width

[6]. Christian Lariviere

[7]. Surface Electro MyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles



تصویر۳–طرح مورد استفاده برای ارزیابی ناراحتی اندام تحتانی و کمر (نقشه بدن و شاخص **VAS**)

به منظور بررسی میزان ناراحتی از مقیاس چشمی شبیه سازی[8](VAS) و نقشه بدن که روایی و پایایی آن توسط متخصصین سنجیده و در مطالعات مختلف مورد تایید قرار گرفته، استفاده شد [۱۹ و۲۰]. مقیاس VAS از یک خط ۱۰۰ میلی متری که دارای دو انتهای "بدون هیچگونه ناراحتی" در سمت چپ و "بیشترین ناراحتی" در سمت راست که فاصله دو حد بین آنها، دامنه ای پیوسته است تشکیل شده است. برای مشخص کردن سطح ناراحتی، فرد نقطه ای را بر روی مقیاس مشخص می کند. آنگاه شدت ناراحتی با اندازه گیری فاصله حد سمت چپ تا نقطه ای مورد نظر تعیین می شود [۱۹]. نواحی مورد بررسی در این آزمایش شامل ناحیه فوقانی و تحتانی کمر، منطقه هیپ، ران، زانو، ساق، مچ، کف و انگشتان هر دو پا مطابق تصویر۳ بود.

روند انجام آزمایش: آزمایش در محیطی با دمای تقریبا ۲۵ درجه سانتیگراد و روشنایی سطح کار ۳۰۰ لوکس انجام گرفت. بعد از هماهنگی و برنامه ریزی، هر آزمودنی به محیط آزمایشگاه وارد می شد و قبل از انجام تست به مدت ۱۰ دقیقه استراحت کرده و در این مدت عملیات پاکسازی پوست (تیغ زدن و تمیز کردن ناحیه با الکل) به منظور کاهش مقاومت پوست و قرارگیری الکترود در مکان مورد نظر انجام می گرفت. برای کاهش نویز، سایر دستگاههای برقی از دستگاه اندازهگیری دور نگه داشته شد و همچنین، سیمها با چسب به بدن بسته و کاملاً محکم شدند آزمودنی بعد از پوشیدن تن پوشی راحت و جوراب نخی (یکسان برای همه آزمودنی ها) بدون کفش در ایستگاه کاری طراحی شده بدون حرکت و به مدت ۶۰ دقیقه ایستاده و در حالی که دستگاه الکترومیوگرافی سیگنالها را در مدت یک ساعت جهت سنجش شیب فرکانس میانه به طور همزمان از ۴ عضله ثبت می کرد، پرسشنامه **VAS** نیز هر ۳۰ دقیقه تکمیل می شد. در این مدت آزمودنی به انجام کار سبک(بازی پازل) پرداخته و در حین آزمایش اجازه نداشت تا وزن بدن را بر روی میز بیاندازد و یا پای خود را به طور کامل از زمین بلند کند، تنها می توانست جابجایی های کوچکی داشته باشد، البته لازم به ذکر است که در حین استفاده از زیرپایی افراد مجاز بودند تا هر زمان که احساس خستگی و ناراحتی کردند از زیرپایی استفاده کنند. آزمونی ها در حین آزمایش تغذیه نمی شدند و از روز قبل وضعیت صبحانه آنها کنترل می شد. جهت بدست آوردن شیب فرکانس میانه از نرم افزار شرکت سازنده دستگاه (Biometrics Datalog) استفاده شد. داده ها با استفاده از روش آنالیز واریانس برای اندازه های تکراری ANOVA-R توسط نرم افزار SPSS20 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

یافته ها

بررسی خستگی عضلانی : یکی از روشهای بررسی خستگی عضلانی، پردازش امواج خام الکترومیوگرافی در حوزۀ فرکانس و تجزیه و تحلیل فرکانس میانه این امواج است. مشخص شده، طی خستگی عضلانی، فرکانس میانه با گذشت زمان رو به کاهش می رود و گاه حین انقباضات ایزومتریک این کاهش تا حدود ۵۰ درصد مقادیر اولیه رخ می دهد. طی انقباض عضلات، شیب جابجایی فرکانس های میانه به مقادیر پایین تر، شاخص خستگی عضلانی است و به صورت تغییرات فرکانس میانه در طول زمان بیان می شود [۲۱]. بر این

[8]. Visual Analog Scale (VAS)

جدول ۱- تاثیر نوع سطح و عضله بر روی خستگی عضلانی

روابط	df	f	رابطه معناداری
سطح	۳	۰/۵۹	۰/۶۱
سطح* عضله	۱۵	۱/۱۱	۰/۳۴

جدول ۲- میانگین شیب فرکانس میانه در عضلات و سطوح متفاوت

سطوح عضلات	گاستروکنمیوس راست	گاستروکنمیوس چپ	سولئوس راست	سولئوس چپ
سطح سرامیکی	-۰/۰۸±۰/۱۵	-۰/۰۶±۰/۱۹	-۰/۰۲±۰/۲۱	-۰/۰۷±۰/۲۴
کفپوش لاستیکی	-۰ /۰۵±۰/۱۳	-۰/۰۶±۰/۰۸	-۰/۰۵±۰/۱۶	-۰/۰۵±۰/۱۵
زیرپایی ۱۰ سانتی متری	-۰/۱۰±۰/۰۹	-۰/۱۲±۰/۲۰	-۰/۱۱±۰/۲۵	-۰/۱۵±۰/۲

جدول ۳: میانگین شیب فرکانس میانه در عضلات و مستقل از سطح

نام عضله	میانگین شیب فرکانس میانه
گاستروکنمیوس خارجی پای چپ	- ۰/۰۹
گاستروکنمیوس خارجی پای راست	- ۰/۰۷
سولئوس پای چپ	- ۰/۰۸
سولئوس پای راست	- ۰/۰۶

اساس به بررسی تغییرات شیب فرکانس میانه دو عضله گاستروکنمیوس خارجی و سولئوس هر دو پا در طول یک ساعت ایستادن استاتیک پرداخته شد. پس از جمع آوری داده ها اطلاعات مربوط به تغییرات الکترومیوگرافی هر یک از عضلات در وضعیتهای مختلف ایستادن به طور جداگانه بررسی شد. با توجه به نرمال بودن داده ها از آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) جهت ارتباط بین سطوح و عضله استفاده گردید که نتایج بدست آمده (جدول ۱) نشان داد که رابطه معناداری بین انواع سطوح و عضله و تاثیر آن بر خستگی وجود ندارد.

علی رغم اینکه اثرمتقابلی از رابطه سطوح و نوع عضله بدست نیامد اما با توجه به شاخص شیب فرکانس میانه می توان نتیجه گرفت که در زمان ایستادن بر روی هر سه سطح، چهار عضله مورد بررسی دچار خستگی شده اند اما در این میان با توجه به جدول ۲ مشاهده می شود که در استفاده از سطح سرامیکی عضله گاستروکنمیوس راست، حین استفاده از کفپوش لاستیکی عضله گاستروکنمیوس چپ و در استفاده از زیرپایی ۱۰ سانتی متری عضله سولئوس پای چپ سریعتر وارد مرحله خستگی شده اند. همچنین با استفاده از آزمون کای اسکور مشاهده شد که مستقل از نوع سطح ایستادن، عضله گاستروکنمیوس پای چپ بین عضلات ساق هر دو پا زودتر وارد مرحله خستگی شده است.

بررسی میزان ناراحتی: نتایج این مطالعه نشان داد که نوع سطح بر روی میزان ناراحتی تاثیر معنی داری (p =۰/۰۰) دارد (جدول ۴). همانگونه که در جدول ۵ مشاهده می شود، بطورکلی زیر پایی کمترین و سطح سرامیک بیشترین احساس ناراحتی را در نواحی مختلف بدن ایجاد می کند.

نمودار ۱، مقایسه میانگین ناراحتی در سطوح مختلف به تفکیک نواحی مختلف بدن را نشان داده است؛ در میان نواحی مورد بررسی، صرفنظر از نوع سطح بیشترین میزان ناراحتی در کف پا، زانو و مچ پاها مشاهده شده است. بیشترین تاثیر زیرپایی در مقایسه با دو سطح دیگر و همچنین کفپوش نسبت به سطح سخت مربوط به کاهش میزان ناراحتی در کف و انگشتان پاها بوده است ($p<۰/۰۰۶$). در این مطالعه میان سطوح و کاهش ناراحتی در ناحیه کمر رابطه

جدول ۴- مقایسه سطوح مختلف از نظر میزان ناراحتی اندام تحتانی و کمر

تاثیر سطوح در میزان ناراحتی		اختلاف میانگین (I-J)	p-value
سطح I	سطح J		
سطح سخت	کفپوش لاستیکی	۰/۵۰	۰/۰۰
سطح سخت	زیرپایی	۱/۳۳	۰/۰۰
کفپوش لاستیکی	زیرپایی	۰/۸۲	۰/۰۰

جدول ۵- میزان ناراحتی در نواحی بدن به تفکیک سطوح مختلف(تعداد= ۱۵)

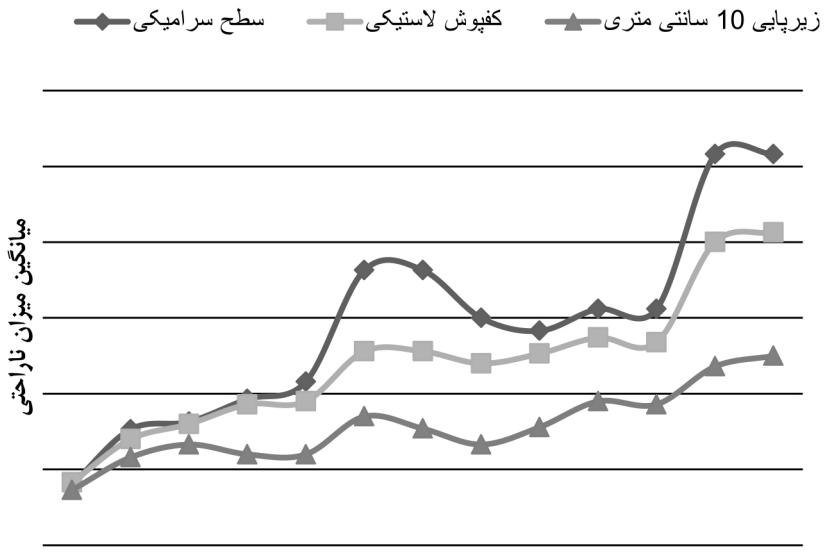
ناحیه بدن	میانگین ±انحراف معیار		
	سطح سرامیکی	کفپوش	زیرپایی
ناحیه فوقانی کمر	۰/۳ ± ۰/۸۰	۰/۴ ± ۰/۸۳	۰/۴ ± ۰/۷۳
ناحیه تحتانی کمر	۰/۷ ± ۱/۵۳	۰/۶ ± ۱/۴۰	۰/۸ ± ۱/۱۶
ناحیه هیپ	۱/۱ ± ۱/۶۳	۱/۱ ± ۱/۶۰	۰/۹ ± ۱/۳۳
ران پای راست	۱/۲ ± ۱/۹۳	۱/۳ ± ۱/۸۶	۰/۷ ± ۱/۲۰
ران پای چپ	۱/۵± ۲/۱۶	۱/۳ ± ۱/۹۰	۰/۷ ± ۱/۲
زانوی راست	۱/۸± ۳/۶۳	۱/۱ ± ۲/۵۶	۰/۷ ± ۱/۷۰
زانوی چپ	۱/۱± ۳/۶۳	۱/۱ ± ۲/۵۶	۰/۹± ۱/۵۴
ساق پای راست	۱/۶± ۳/۰۰	۱/۴ ± ۲/۴۰	۰/۷± ۱/۳۳
ساق پای چپ	۱/۷± ۲/۸۳	۱/۵ ± ۲/۵۳	۰/۷± ۱/۵۶
مچ پای راست	۱/۸± ۳/۱۲	۱/۲ ± ۲/۷۴	۱/۲ ± ۱/۹
مچ پای چپ	۱/۷ ± ۳/۱۲	۱/۲ ± ۲/۶۸	۱/۱ ± ۱/۸۶
کف و انگشتان پای راست	۲/۰ ± ۵/۱۶	۲/۰ ± ۴/۰۰	۱/۲ ± ۲/۳۶
کف و انگشتان پای چپ	۲/۰ ± ۵/۱۶	۲/۲ ± ۴/۱۳	۱/۶ ± ۲/۵۰

معناداری یافت نشد.

بحث و نتیجه گیری

۱- در این مطالعه به تفاوت میان متغیر شیب فرکانس میانه عضله گاستروکنمیوس خارجی و سولئوس ساق پا در وضعیت های مورد نظر در این تحقیق که شامل ایستادن بر روی ۳ سطح سرامیکی، کفپوش لاستیکی، زیرپایی ۱۰ سانتی متری به مدت یکساعت بود در محیطی آزمایشگاهی با استفاده از دستگاه الکترومیوگراف سطحی پرداخته شد. شیب فرکانس میانه در طول یکساعت ایستادن آزمودنی از امواج الکترومیوگراف بدست آمد.

همان طور که نتایج تحلیل ها نشان داد تفاوت های مشاهده شده بین شیب فرکانس میانه عضلات و سطوح مختلف معنادار نمی باشد (p =۰/۳۴). این می تواند به این معنا باشد که سطوح مختلف در کاهش میزان خستگی دو عضله مذکور تقریباً مشابه می باشند. در این تحقیق، شیب منفی بزگتر فرکانس میانه، شاخصی از زودتر خسته شدن عضله مورد نظر در نظر گرفته شده است. در مقایسه بین سطح سرامیکی (سطح سخت) و کفپوش لاستیکی (سطح نرم) علیرغم اینکه این رابطه معنادار نبود (p=۰/۳۴)، هر ۴عضله مورد بررسی، در سه شرایط ایستادن دارای شیب منفی بودند که شیب فرکانس میانه در تمام عضلات به استثنای سولئوس پای راست در سطح لاستیکی کمتر و یا مساوی سطح سرامیکی بود. این مورد میتواند نشانگر این باشد که



نمودار ۱- مقایسه میانگین ناراحتی در سطوح متفاوت و نواحی مختلف اندام تحتانی و کمر

عضلات در استفاده از کفپوش لاستیکی نسبت به سطح سخت دیرتر دچار خستگی می‌شوند که از علل آن میتوان به حرکات ریز پا و افزایش گردش خون و در نتیجه کاهش خستگی اشاره کرد.

نتایج این مطالعه همسو با مطالعه کیم و همکارانش (۱۹۹۴) می‌باشد که با بررسی فرکانس میانه به عنوان شاخص خستگی نشان دادند که سطح نرم تر تنها خستگی موضعی عضلانی عضله راست کننده قدامی راکاهش می دهد و در عضله گاستروکنمیوس و تی بیال قدامی رابطه معناداری دیده نشد [۲۲]. در مطالعه ای که هانسن و همکارانش در سال ۱۹۹۷ با عنوان "اهمیت نرمی کفش و کفپوش در طول کار ایستاده" انجام دادند به بررسی میزان خستگی عضله راست کننده قدامی پرداختند که رابطه معناداری از مطالعات الکترومیوگرافی و ناراحتی با توجه به نوع کفی بدست نیامد [۲۳]. در مطالعه کوک و همکارانش (۱۹۹۳) که به بررسی فعالیت دو عضله تی بیال قدامی و عضله راست کننده قدامی در ایستادن طولانی مدت پرداخته بودند؛ رابطه معناداری را بین سطح سخت و کفپوش جهت افزایش فعالیت این دو عضله بدست نیاوردند اگر چه افراد در حین ایستادن بر روی کفپوش جراحی احساس راحتی بیشتری داشتند [۳].

پاسکال و همکارانش (۱۹۹۸) دو عضله سولئوس و تی بیال قدامی را در ۲ ساعت ایستادن بر روی سطح سخت و سطح نرم مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که فرکانس میانه هر دو عضله در سطح سخت بیشتر از سطح نرم بود و شیب فرکانس میانه عضله سولئوس زمان استفاده ازسطح سخت (۰/۱۲-) بیشتر از سطح نرم (۰/۰۹-) بود (p=۰/۹۴) و در مورد عضله تی بیال قدامی تغییرات مشهودی دیده نشد [۲۴]. در مطالعه حاضر با توجه به اینکه عضله سولئوس هر دو پا در نظر گرفته شدند تنها در مورد عضله سولئوس پای چپ، این نتیجه مشهود شد که شیب فرکانس میانه از ۰/۰۶- برای سطح سرامیک تا ۰/۰۴ – برای کفپوش لاستیکی کاهش یافته بود.

در مقایسه زیرپایی با سطح سخت نیز، از متغیر شیب

فرکانس میانه رابطه معنادار و منظمی بدست نیامد (p=۰/۶). متأسفانه در مرور به عمل آمده با موتورهای جستجوگرهای Pubmed، Ovid، Elsevier مطالعه‌ای در زمینه بررسی فرکانس میانه در استفاده از زیرپایی بدست نیامد.

سارتیکا و همکارانش از افزایش متغیر حداکثر انقباض عضلانی به عنوان عامل خستگی استفاده کردند و نشان دادند که بیشترین انقباض عضلانی در عضلات سولئوس، گاستروکنمیوس میانی، گاستروکنمیوس خارجی و تی بیال قدامی ساق پا مرتبط با سطح بتنی است چنانچه درصد MVC در همه عضلات روی سطح سخت رو به افزایش رفته است اما در استفاده از زیرپایی رو به کاهش یا ثابت ماندن بود و این بدین معناست که زیرپایی باعث کاهش خستگی عضلانی می شود. فرضیه آن می تواند این باشد که تغییر وزن از یک پا به پای دیگر فشار بر روی اندام تحتانی را کاهش داده و جریان خون را افزایش داده و وضعیت را بهبود می‌بخشد [۱۶]. در مطالعه ما در خصوص زیر پایی از طریق بررسی فرکانس میانه چنین نتیجه ای مشهود نشد از علل این اختلاف می توان به تفاوت میان متغیرهای مورد استفاده جهت بررسی خستگی عضلانی نام برد.

در مقایسه کفپوش لاستیکی و زیرپایی نیز تمامی عضلات در استفاده از زیرپایی نسبت به کفپوش، زودتر وارد مرحله خستگی شده اند و مطالعه مشابهی در مقایسه این دو سطح انجام نشده است.

از نتایج دیگر این تحقیق در مطالعه حاضر در مقایسه میانگین شیب فرکانس میانه، صرف نظر از نوع سطح، به ترتیب عضله گاستروکنمیوس پای چپ، سولئوس پای چپ، گاستروکنمیوس پای راست و در نهایت عضله سولئوس پای راست زودتر دچار خستگی شده اند. در توجیه این خستگی می توان بیان کرد با توجه به اینکه هر دو عضله گاستروکنمیوس و سولئوس، عضلاتی فعال در ایستادن هستند دچار خستگی شده و احتمالاً علت خستگی بیشتر پای چپ این باشد که پای غالب در افراد پای چپ است بدین معنا که بیشتر افراد وزن خود را روی پای چپ خود می اندازند. این نتایج تقریبا با مطالعه کیم و همکارانش (۱۹۹۴) همسو است که به این نتیجه رسیدند که صرفنظر از نوع کفپوش در فعالیتهای ایستاده میزان خستگی عضله گاستروکنمیوس نسبت به عضله تی بیال قدامی و پاراسپینال بیشتر بود [۲۲].

در مطالعه حاضر اغلب کمترین مقدار شیب فرکانس میانه مربوط به زمانی است که فرد بر روی کفپوش لاستیکی ایستاده است. اما از آنجا که تاکنون مطالعهٔ مشابهی در زمینهٔ بررسی خستگی عضلانی در بررسی این سه سطح انجام نگرفته است ، امکان مقایسهٔ نتایج این پژوهش بیش از این با پژوهشهای قبلی وجود ندارد.

۲-در بررسی میزان ناراحتی در مقایسه این سه سطح نتایج حاصله حاکی از آن است که کفپوش و زیرپایی نسبت به سطح سرامیکی به طور معناداری ناراحتی را در اندام تحتانی بدن کاهش می دهد.

در بین سطوح مورد بررسی، سطح سخت بیشترین میزان ناراحتی را در نواحی مختلف اندام تحتانی ایجاد کرده است؛ یافته این تحقیق با سایر بررسی های گذشته نظیر مطالعه ردفرن و چافین (۱۹۸۸)، کوک و همکارانش (۱۹۹۳)، رایز و کنز (۱۹۹۴) ، چم و ردفرن (۲۰۰۱) و ویگرمن و کیسرلینگ (۲۰۱۰) همراه است که همگی گویای این مطلب بودند که سطح سخت در مقایسه با سطوح دیگر بیشترین میزان خستگی و ناراحتی را ایجاد می‌کند [۱۳، ۳، ۲۵-۲۷]. به نظر می‌رسد علل اصلی افزایش ناراحتی و خستگی کل بدن در این مورد مربوط به کاهش گردش خون و تجمع مواد زائد در نواحی انتهایی اندام تحتانی و خستگی موضعی عضلانی باشد [۲۷]. در این مطالعه بیشترین میزان ناراحتی در سطح سرامیکی به ترتیب مربوط به کف پا، زانو و مچ پاست که در مطالعات مشابه نیز همچون مطالعه ای چستر و همکاران (۲۰۰۱)، سارتیکا (۲۰۱۱) نیز نشان داده شد که بیشترین میزان ناراحتی مربوط به اندام تحتانی مخصوصا کف پاها است [۲۸و۱۶].

از دیگر نتایجی که در این پژوهش دیده شد کاهش میزان ناراحتی در استفاده از کفپوش نسبت به سطح سرامیکی است. به شکلی که در نواحی مورد بررسی

میزان ناراحتی در استفاده از کفپوش نسبت به سطح سرامیکی کاهش داشت اما این تفاوت تنها در مورد زانوها، کف و انگشتان هر دو پا معنادار بود ($p<۰/۰۴$). بسیاری از مطالعات گذشته از جمله پژوهش چم و ردفرن (۲۰۰۱) که از شاخص بورگ و VAS برای سنجش میزان ناراحتی و خستگی عمومی استفاده کرده اند، نشان داده شد که کفپوش در بخشهای مختلف بدن از جمله اندام تحتانی، میزان ناراحتی و خستگی عمومی را کاهش می دهد [۱۴]. در مطالعه حاضر بین کفپوش و سطح سرامیکی در ناحیه ساق پا رابطه معناداری بدست نیامد در صورتیکه در مطالعه ویگرمن و کیسرلینگ به مقایسه میزان ناراحتی بین چند نوع کفپوش و سطح بتنی پرداخته شد که در استفاده از کفپوشها نسبت به سطح بتنی در ساق پا میزان راحتی بیشتری گزارش شده است ($p=۰/۰۰۱$)[۲۷].

کوک و همکارانش (۱۹۹۳) به بررسی ناراحتی و خستگی موضعی در عضلات ساق پا و کمر با استفاده از دستگاه الکترومیوگراف در حین استفاده از کفپوش ضد خستگی برای جراحان پرداختند. نتایج حاصل از آنالیز واریانس بدست آمده از این آزمایش نشان داد که افراد در حین ایستادن بر روی کفپوش جراحی احساس راحتی بیشتری داشتند [۳]. در مطالعه کیم و همکارانش (۱۹۹۴) کفپوش در کاهش خستگی، عضله راست کننده قدامی کمر موثر بوده اما در مورد عضلات ساق پا رابطه معناداری بدست نیامد [۲۲]. مادلین (۱۹۹۸) از الکترومیوگرافی سطحی برای پاسخ های فیزیولوژیکی در مقایسه سطح سخت و سطح نرم استفاده کرد؛ در این مطالعه نشان داده شد که زمانی که فرد بر روی سطح نرم ایستاده، عضله تی بیال قدامی ساق پا ، فعالیت بیشتری دارد و این می تواند افزایش جریان خون و کاهش خستگی را به همراه داشته باشد [۲۹]. حاصل تحقیقات متعدد نشان می دهد که جنس کف زمین بر روی میزان ناراحتی تاثیر می گذارد به طوریکه میزان الاستیسیته، نرمی و ضخامت کفپوش هم می تواند تاثیرگذار باشد. شاید از علل اختلاف نتایج در مطالعات، یکسان نبودن خصوصیات کفپوشها و شرایط آزمایش باشد اما به نظر می رسد علل اصلی کاهش خستگی عضلانی و ناراحتی عمومی در استفاده از کفپوش مربوط به ایجاد حرکات ریز پا و تسریع جریان خون است که می تواند سبب افزایش میزان راحتی شود [۳۰].

در این مطالعه میزان ناراحتی در زیرپایی نسبت به دو سطح دیگر کاهش معناداری داشت. در بین نواحی مورد بررسی میزان ناراحتی در ران، زانو، ساق پا، مچ ، کف و انگشتان هر دوپا به طور معناداری ($p<۰/۰۴$) کاهش یافته بودند. به طور میانگین هر فرد ۳۰٪ از زمان ۶۰ دقیقه ای را از زیر پایی استفاده کرده که ۱۶/۶٪ از این زمان مربوط به پای راست و ۱۳/۳٪ مربوط به پای چپ است. این مطالعه همسو با پژوهشی است که توسط رایز و کنز در سال ۱۹۹۴ با عنوان ایستادن انجام گرفت نتایج نشان داد که استفاده از زیرپایی نسبت به عدم استفاده از آن در ۹ تا ۱۲ منطقه بدن نسبت به سطح سخت راحتتر احساس می شد به شکلی که شرکت کنندگان ۸۳٪ از زمان را از زیرپایی استفاده می‌کردند [۲۵]. سارتیکا و همکارانش در سال ۲۰۱۱ در پژوهشی سه حالت ایستان بر روی سطح سخت، صندلی ایستاده- نشسته و زیرپایی را با استفاده از شاخص VAS با هم مقایسه کرده که نتایج آن نشان داد با وجود اینکه میزان ناراحتی در زیرپایی کاهش بیشتری داشت اما این رابطه نسبت به سطوح دیگر معنادار نبود؛ اما ۹۰٪ از شرکت کنندگان ترجیح می دادند تا در رویارویی با چنین شرایطی در محیط کار از زیرپایی استفاده کنند [۱۶]. یک فرضیه افزایش راحتی در استفاده از زیر پایی می تواند تغییر وزن بدن از یک پا به پای دیگر و کاهش فشار بر روی کف پا باشد.[۳۰].

در مجموع نتایج حاصل از مطالعه فوق بیانگر آن است که قطعاً ایستگاههای کاری ایستاده در صنعت نیاز به اصلاحات اساسی دارند بطوریکه ایستادن بر روی سطح سخت می تواند اختلالات اسکلتی عضلانی را گسترش دهد. می توان به منظور بهبود شرایط و کاهش مواجهه کارگران با عوامل خطر اختلالات اسکلتی – عضلانی راهکارهای موثری را ارائه نمود. با استناد به این نتایج می توان گفت که جنس سطح و خصوصیات

فیزیکی سطح می تواند بـر میـزان نـاراحتی و خسـتگی تاثیر بسزایی داشته به نحوی که زیر پـایی و کفپـوش می توانند راهکاری موثر در کاهش نـاراحتی و احتمـالاً خسـتگی انـدام تحتـانی باشـند و پیشـنهاد مـی شـود راهکارهای دیگر نیز مورد بررسی قرار گیرد و همچنین در جهت ساخت و تولید کفپوش ضـد خسـتگی تـلاش شود. در اینجا باید به ایـن نکتـه اشـاره کـرد کـه بایـد بررسی های بیشتری در این زمینه انجام گیرد اگر چه از نظر نتایج معناداری در مورد عضـلات سـاق پـا بدسـت نیامد اما افـراد در حـین اسـتفاده از زیرپـایی بـه طـور معناداری احساس راحتی بیشتری در عضلات سـاق پـا داشتند.

تقدیر و تشکر

این مقالـه حاصـل بخشـی از پایـان نامـه در مقطـع کارشناسـی ارشـد ارگونـومی بـا عنـوان "بررسـی تاثیرکفپوش و ارتفاع زیر پایی در تعیین میزان خسـتگی عضـلانی و نـاراحتی در فعالیتهـای ایسـتاده طـولانی" می‌باشد که در سال ۹۱-۹۲ با حمایت دانشکده سلامت ایمنی و محیط زیسـت دانشـگاه علـوم پزشـکی شـهید بهشتی اجرا شده است. هم چنین از دانشجویان دانشکده سلامت ایمنی و محـیط زیسـت کـه در ایـن پـژوهش شرکت کردند به دلیل مسـاعدت هـای فـراوان ایشـان کمال تشکر و قدردانی می شود.

منابع

1. International Labour Office (ILO). ILO introductory report: The Prevention Occupational Diseases, 2013 (Geneva). Available at: www.ilo.org/safeday
2. Ryan G. The prevalence of musculoskeletal symptoms in supermarket workers. Ergonomics 1989; 2: 570-581.
3. Cook J, Branch TP, Baranowski TJ, Hutton WC. The effect of surgical floor mats in prolonged standing: an EMG study of the lumbar paraspinal and anterior tibialis muscles. J Biomed Eng 1993 May; 15(3): 247-250.
4. Messing K, et al. The 120-second minute: Using analysis of work activity to prevent psychological distress among elementary school teachers. Journal of Occupational Health Psychology 1997; 2: 45-62.
5. Redfern M. Influence of flooring on standing. Human Factors 1995; 37(3): 570-581.
6. Jafry T, O'Neill D. The application of ergonomics in rural development: a review. Applied Ergonomics 2000; 31(3): 263-68.
7. Zander E, King M, Ezenwa N. Influence of flooring conditions on lower leg volume following prolonged standing.International Journal of Industrial Ergonomics 2004; 34: 279-288.
8. Macfarlane G, et al. Employment and physical work activities as predictors of future low back pain. 1997 Spine; 22(10): 1143-1149.
9. Tomei F, Baccolo T, Tomao E, Palmi S, Rosati MV. Chronic venous disorders and occupation. American Journal of Industrial Medicine 1999; 36: 653-665.
10. Lafond D, Champagne A, Descarreaux M, Dubois J-D, Prado J, Duarte M. Postural control during prolonged standing in persons with chronic low back pain.Gait & Posture 2009; 29: 421-427.
11. King PA. Comparison of the effects of floor mats and shoe in-soles on standing fatigue. Applied Ergonomics 2002; 25(1): 477-484.
12. Mozurkewich EL, Luke B, Wolf FM.Working conditions and adverse pregnancy outcome: a meta-analysis. Obstetrics & Gynecology 2000; 95: 623-635.
13. Redfern MS, Chaffin DB. The effects of floor types on standing tolerance in industry. Elsevier 1988; 401–405.
14. Cham R, Redfern M. Effect of Flooring on Standing Comfort and Fatigue. Human Factors 2001; 43(3): 381-391.
15. Krijnen RM, Boer EM, Ader HJ, Bruynzeel DP. Diurnal volume changes of the lower legs in healthy males with a profession that requires standing.Skin Research and Technology 1988; 4: 18-23.
16. Sartika S, Dawal Z. Investigating the Physiological Effects of Standing, Using a Sit/stand Stool and standing with a footrest during static tasks.Australian Journal of Basic and Applied Sciences 2011; 5(7): 516-522.
17. Lariviere C, Gagnon D, Gravel D, Arsenault A.B. The assessment of back muscle

capacity using intermittent static contractions. Part I- validity and reliability of electromyographic indices of fatigue. Journal of Electromyography and Kinesiology 2008a, 18: 1006-1019.

18. SENIAM. www.seniam.org.

19. Revill SI, Robinson JO, Rosen M, Hogg MI. The reliability of a linear analogue for evaluating pain. Anaesthesia 1976; 31: 1191–1198.

20. Summers S. Evidence-based practice part 2: reliability and validity of selected acute pain instruments.Journal of PeriAnesthesia Nursing 2001; 16:35–40.

21. Luca CJ. Myoelectrical manifestations of localized muscular fatigue in humans. Cnt Rev Biomed Eng 1984; 11:251-279.

22. Kim JY, Stuart-Buttle C, Marras WS. The effect of mats on back and leg fatigue. Applied ergonomics 1994; 25: 29-34.

23. Hansen L, Winkel J, Jorgensen K. Significance of mat and shoe softness during prolonged work in upright position: based on measurements of low back muscle EMG, foot volume changes, discomfort and ground reactions. Appl. Ergon. 1998; 29(3): 217–224.

24. Madeleine P, Voigt M, Nielsen LA. Subjective, physiological and biomechanical responses to prolonged manual work performed standing on hard and soft surfaces, European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology. 1998; 77:1-9

25. Rys M, Konz S. Standing. Ergonomics 1994; 37: 677–687.

26. Redfern MS, Cham R. The influence of flooring on standing comfort and fatigue. American Industrial Hygiene Association Journal 2001; 61(5): 700–708.

27. Wiggermann N, Keyserling M. Effect of flooring on discomfort and behavioral responses to prolonged standing.Annual Meeting 2010; 783-787.

28. Chester MR, Rys MJ, Konz SA. Leg swelling, comfort and fatigue when sitting, standing and sit/standing. International Journal of Industrial Ergonomics 2002; 29: 289-296.

29. Madeleine P, Voigt M, Arendt-Nielsen L. Subjective, physiological and biomechanical responses to prolonged manual work performed standing on hard and soft surfaces. European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology 1998; 77(1-2): 1-9.

30. Hughes N, Nelson A, Matz M, Lloyd J. AORN Ergonomic Tool 4: Solutions for Prolonged Standing in Perioperative Settings. AORN Journal 2011 June; 93(6): 767-774.

Effect of flooring and footrest ondiscomfort in prolongedstandingactivities

R. Khani Jazani[1], M. Saremi[2], Z. Rasouli Kahaki[3], MA. Sanjari[4], A. Kavousi[5]

Received: 2013/09/30 Revised: 2013/12/03 Accepted: 2013/12/08

Abstract

Background and aims: Prolongedstanding without significantmoving is a requirement of many jobs and is a known factor of causing musculoskeletal disorders that cause pain and discomfort in lower extremitiesand back discomfort.The purposeofthisstudy was to comparethe effects of ceramic surface, flooring andfootreston discomfort and muscle fatigue lower extremities during long-standing activities.

Methods: Thiscross-sectional studywas carried outon15 students with mean (SD) ageof 21.5 ± (2.3) andmean height of 163±(2.8). Participants attended 3 sessions each lasting one hours. They stood on threedifferentsurfaces: ceramic, rubber flooringandfootrest.Surfaceelectromyographywas usedto assess themuscle fatigue. Body map and visual analog scale were employed to evaluate discomfort ratings of the lower extremitiesand the back. Data analyzses were performe dusing ANOVA-R.

Results: Based onthe results ofelectromyography, there was no significant difference between soleus and lateral gastrocnemius muscles fatigue and type of surfaces.

There wasa significant differencebetween thesurfaces ($p< 0.05$) and different areas of the body discomfort level; so that the ceramic had the highest discomfort rating, while the lowest ratings were related to footrest.

Conclusion: The resultsindicatethat usingthefootrest and standing on rubberflooringare effective solutionsfor reducinglegdiscomfort.Further investigations are recommended onthe properties of ergonomicflooring and footrest.

Keywords: Electromyography, Discomfort, ErgonomicFlooring, Fatigue, ProlongedStanding.

1. Associate Professor, PhD of Occupational Health, Safety and Environment, Ergonomy Department, Faculty of Health, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran.
2. Assistant Professor, PhD of Ergonomy, Ergonomy Department, Faculty of Health, Safety and Environment Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran.
3. (**Corresponding author**) Student, M.Sc in Ergonomy, Faculty of Health, Safety and Environment,Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran. ergoshams@gmail.com
4. Assistant Professor, PhD of Biomechanics, Rehabilitation Research Center, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
5. Assistant Professor, PhD in Statistics, Basic Sciences Department, Faculty of Health, Safety and Environment Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran.