

آنتروپومتری پا به روش عکس برداری دیجیتالی و اهمیت کاربرد آن در طراحی پوتین

سید باقر مرتضوی^۱ Ph.D، معصومه جزءکنعانی^۲ M.Sc، علی خوانین^۳ Ph.D، رمضان میرزایی^۴ Ph.D،
یحیی رسولزاده^۵ Ph.D، محرم منصوری زاده^۶ Ph.D، مهناز محسنی^۷ M.Sc

آدرس مکاتبه: تهران، بزرگراه شهید چمران، تقاطع بزرگراه جلال آل احمد، پل گیشا، دانشگاه تربیت مدرس،
دانشکده علوم پزشکی، ساختمان شماره ۵، طبقه همکف، گروه بهداشت حرفه ای

تاریخ پذیرش: ۸۷/۳/۲۶

تاریخ دریافت: ۸۷/۱/۱۸

خلاصه

مقدمه: اولین مطالعات آنتروپومتری دنیا در بین نیروهای نظامی انجام گرفته است. امروزه مطالعات آنتروپومتریکی مختلفی در مورد پای انسان برای طراحی چکمه و اهداف پزشکی صورت می گیرد، اما در ایران بطور اختصاصی و گسترده به این امر پرداخته نشده است.

هدف: تعیین اطلاعات آنتروپومتریکی پای نمونه ای از جامعه مردان ایرانی و تبیین اهمیت کاربرد اینگونه مطالعات در طراحی پوتین

مواد و روشها: در این بررسی با روش عکس برداری دیجیتالی بوسیله دوربین عکاسی دیجیتالی تصاویر پای ۱۶۰ مرد ایرانی ۱۸ تا ۲۵ سال تهیه و توسط نرم افزار فوتو آنتروپومتری، اندازه ۸ بعدی استخراج گردید و در SPSS تحلیل آماری گردید.

نتایج: مقادیر میانگین، انحراف معیار، کوچکترین و بزرگترین اندازهها، صدکهای پنجم، پنجاهم و نود و پنجم ۸ پارامتر پا محاسبه شد. بعنوان مثال، میانگین \pm انحراف معیار طول، عرض و فاصله بین دو قوزک پا برتریب ۱۳/۱۰ \pm ۶۳/۶۶ \pm ۵/۲۶۴ \pm ۱۰۶/۸۴ میلی متر بدست آمد. ارتباط بین ابعاد مختلف پا، بررسی گردید و مشخص شد که بین ۸۵ درصد از ابعاد پا ارتباط معنی داری وجود دارد ($p < 0.05$).

بحث: در این مطالعه، اندازه ابعاد مهم پای نمونه ای از جامعه مردان ایرانی برای استفاده آتی در طراحی و سایزبندی پوتین بدست آمد. انجام مطالعات مشابه با لحاظ عواملی نظیر نژاد، سبک زندگی و نوع شغل برای طراحی ارگونومیک و اهداف پزشکی در بین نیروهای نظامی پیشنهاد می شود.

واژه های کلیدی: پا، عکس برداری، پوتین، آنتروپومتری، نظامیان

۵- دانشجوی دکترای بهداشت حرفه ای، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس

۶- دانشجوی دکترای نرم افزار کامپیوتر، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس

۷- کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای، انجمن ارگونومی ایران

۱- دانشیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، نویسنده مسئول

۲- نویسنده مسئول: کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس

۳- استادیار و مدیر گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس

۴- استادیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان

۱- مقدمه

آنتروپومتری عبارت است از اندازه گیری ابعاد مختلف بدن و استفاده از اطلاعات به دست آمده در تعیین شکل و اندازه محل زندگی، کار، ابزار و وسایلی است که مورد استفاده انسان در مسائل مختلف نظامی، صنعتی، آموزشی، ورزشی و... قرار می گیرد [۳-۱]. از جمله وسایلی که از نیازهای ضروری افراد به ویژه نظامیان می باشد پوتین و چکمه است که بمنظور طراحی مناسب آن باید ابعاد پای جامعه مصرف کننده در دسترس قرار گیرد. طول ها، عرض ها و ارتفاع های پاها باید با پوتین ها و چکمه ها سازگار باشد [۴]. پای انسان دارای ساختمان پیچیده ای متشکل از استخوانها، مفاصل، اعصاب و ماهیچه ها است و از نظر تعداد دارای یک چهارم استخوانهای بدن می باشد. اندازه کوچک این عضو پیچیده در مقایسه با اندازه کل بدن و این حقیقت که نقش فونداسیون حمایتی کل بدن را بر عهده دارد، بار زیادی را به آنها وارد می کند. هر قدمی که برداشته می شود وزن اضافه ای را به هر پا وارد می کند، به نحوی که در طول روز چندین تن وزن به پاها وارد می شود. با پوشیدن پوتین و چکمه های نامناسب، بدون شک شرایط فوق بدتر می شود [۵]. بسیاری از تغییرات پای انسان در طی گذران عمر، به دلیل استفاده از پوتین و کفش نامناسب و غیر استاندارد می باشد. علت بسیاری از کمردردها نیز مربوط به پوشیدن چکمه های نامناسب است [۶]. به منظور حمایت از ساختار پا، پیدا کردن پوتینی که به طور ارگونومیک طراحی شده باشد بسیار مهم است [۷]. نظامی گری یکی از مشاغل است که در آن فعالیت های زیادی از قبیل پریدن از موانع، بالا رفتن از صخره ها، گذر از آب، دویدن، خزیدن و غیره انجام می گیرد. طبیعی است که در چنین فعالیت هایی پوشیدن پوتین یا چکمه مناسب نقش زیادی در افزایش کارایی افراد دارد. تجربیات نظامی نشان می دهد که بخش عظیمی از قدرت نظامی ایران بر مبنای نیروهای نظامی است. عدم تطابق پوتین با اندازه ابعاد پای کاربر ایرانی باعث می شود که در عمل این تجهیزات از کارائی مطلوب برخوردار نباشند و علی رغم صرف هزینه های گزاف در سازمانهای مختلف نظامی موجب بروز عوارض در پا، اثرات روانی، عدم چالاکی، کاهش راحتی، افزایش مصرف انرژی و کاهش راندمان فرد در انجام وظایف رزمی و ائتلاف سرمایه

گردند. در حالیکه اکثر سازمان های نظامی دنیا در راستای طراحی ارگونومیک و تامین تجهیزات حفاظت فردی کارآمد، سرمایه گذاری هنگفتی را انجام داده اند تا میزان تلفات خویش را در جنگ کاهش دهند. این سازمانها سعی دارند با آنتروپومتری سربازان خود لباس و تجهیزات نظامی مورد نیاز خود را متناسب با ابعاد بدنی آنها تهیه نمایند تا علاوه بر راحتی استفاده کننده، از تهیه و تولید وسایلی که متناسب با بدن افراد نیست و نهایتاً غیر قابل استفاده خواهند بود جلوگیری نمایند. تاکنون در سطح دنیا مطالعات آنتروپومتریکی مختلفی با استفاده از روش های گوناگون، در مورد پای انسان برای منظورهای طراحی قالب چکمه و کفش، تعیین ارتباط بین اندازه ابعاد پا، سایز بندی و قالب گیری پا انجام گرفته است [۸-۱۰]. همچنین با بررسی آنتروپومتریکی بر روی ابعاد پا در هر دو حالت چکمه یا کفش پوشیده و پابرهنه، میزان تفاوت حرکت و عملکرد عضلات پا در هر دو حالت مشخص گردید و نشان داده شد که قابلیت حرکت پنجه پا بستگی به نوع چکمه دارد که با انجام اصلاحات در طراحی چکمه می توان این قابلیت را افزایش داد [۱۱]. از جنگ جهانی دوم به بعد اندازه گیری ابعاد بدنی در نیروهای نظامی آمریکا، روسیه، انگلیس، ژاپن، آلمان، ایتالیا، عربستان، ترکیه، تایوان و... برای منظورهای طراحی لوازم و تجهیزات نظامی، انجام پذیرفته است [۱۲]. مطالعات آنتروپومتریکی افراد نظامی ترکیه با هدف طراحی محیط کار و تجهیزات، با استفاده از دستگاه آنتروپومتر و تکنیکهای آنتروپومتریکی استاندارد، در طی سالهای ۱۹۶۳، ۱۹۶۸ و ۱۹۸۶ صورت گرفت. نتایج این طرح، تفاوت های قابل ملاحظه ای را در متغیرهای آنتروپومتری افراد مذکور با سایر جمعیتها نشان می داد [۱]. ابعاد سر و صورت سربازان مرد ارتش ایالت متحده آمریکا در سال ۲۰۰۵ توسط هدبورد و کولیس به منظور طراحی تجهیزات و البسه نظامی مورد نیاز اندازه گیری شد که نتایج نشان داد در اندازه برخی اجزای بدن تفاوت های آشکاری بین نژاد سفید و سیاه وجود دارد [۱۳]. اولین طرح اندازه گیری ابعاد بدن در ایران مربوط به سال ۱۳۴۶ می باشد که در نیروی زمینی ارتش توسط مستشاران خارجی به منظور طراحی مناسب پوتین و لباس نظامی انجام شد که بجز برخی نتایج نهایی سایر اطلاعات طرح موجود نیست. ارزیابی

نظامیان، اقدام به انجام تحقیق در یک محیط دانشگاهی گردید. با توجه به سهولت دسترسی به دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی برای انجام عملیات آنتروپومتری، این دانشگاه انتخاب شد.

۲-۲- ابعاد مورد مطالعه پا

از آنجاییکه طبق بررسی‌های انجام شده در مقالات معتبر، مشخص گردید که ۸ بعد پا بیشتر از سایر ابعاد پا مورد اندازه‌گیری قرار گرفته‌اند و نیز بیشترین شکایات کاربران کفش مربوط به ناراحتی پا در این نواحی می‌باشد، لذا در این بررسی سعی شد تا به اندازه‌گیری این ابعاد پرداخته شود که عبارتند از: طول پا، عرض پا، ارتفاع پا، عرض پاشنه، طول پاشنه، ارتفاع مفصل متاتارسال، فاصله بین دو قوزک و ارتفاع میج پا. تعاریف مربوط به هر یک از این ابعاد در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱) تعریف مربوط به هر یک از ابعاد پا

ابعاد پا	تعریف
طول پا	فاصله از نوک بلندترین انگشت تا انتهای پاشنه
پهنای پا	حداکثر عرض پا در پهن‌ترین قسمت
فاصله بین دو قوزک پا	پهنای بین برجستگی‌های استخوان‌های قوزک داخلی و خارجی پا
پهنای پاشنه پا	حداکثر عرض پاشنه پا از پشت و زیر برآمدگی‌های استخوان‌های قوزک
طول پاشنه پا	فاصله مرکز برجستگی انگشت شست تا پاشنه
ارتفاع مفصل متاتارسال در انگشت شست	فاصله عمودی مفصل MPJ در انگشت شست تا کف زمین
ارتفاع پا	فاصله عمودی نقطه محل اتصال روی پا به ساق پا تا کف زمین
ارتفاع میج پا	فاصله عمودی از کف زمین تا سطح حداقل محیط قسمت پایین ساق پا

۲-۳- تجهیزات مورد استفاده

وسایل و تجهیزات مورد استفاده در این مطالعه آنتروپومتریکی شامل دوربین عکاسی دیجیتال مدل Canon-A530، پایه قرارگیری دوربین در سطح افقی (جای دوربین)، جاپای، پایه نگهدارنده دوربین، مقیاس اندازه‌گیری (خط کش)، برنامه نرم افزاری تعیین

شاخصهای آنتروپومتریکی استاتیک دست در بین مردان ۲۰ تا ۵۰ ساله نیروهای مسلح جهت تدوین استانداردهای طراحی در سال ۱۳۷۶ به روش دستی صورت پذیرفت [۱۴]. همچنین در سال‌های اخیر تعدادی مطالعه آنتروپومتریکی در سطح نیروهای مسلح کشور انجام گرفته ولی اطلاعاتی در مورد نتایج حاصله یا کاربرد آن در طراحی‌ها منتشر نشده است. بعد از این مطالعات، در ایران سابقه انجام آنتروپومتری پا بطور اختصاصی وجود نداشته و این یکی از بزرگترین مشکلات مربوط به طراحان و تولیدکنندگان پوتین و چکمه در داخل کشور است و به اجبار در طراحی‌ها بدون توجه به انواع قومیت‌های ایرانی از ابعاد و سایندهای پای مربوط به مردم سایر کشورها استفاده می‌شود. با توجه به مسائل موجود در رابطه با کاربرد پوتین توسط نیروهای مسلح، الزام انجام تحقیقات مرتبط احساس می‌شود. هدف از انجام این تحقیق تعیین شاخص‌های آمار توصیفی و صدک‌های ابعاد پای نمونه‌ای از جامعه مردان ایرانی ۱۸ تا ۲۵ ساله و تعیین ارتباط بین اندازه ابعاد پا می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع علمی-پژوهشی می‌باشد. روش مورد استفاده در آن عکس برداری دیجیتال می‌باشد.

۲-۱- افراد شرکت کننده در مطالعه

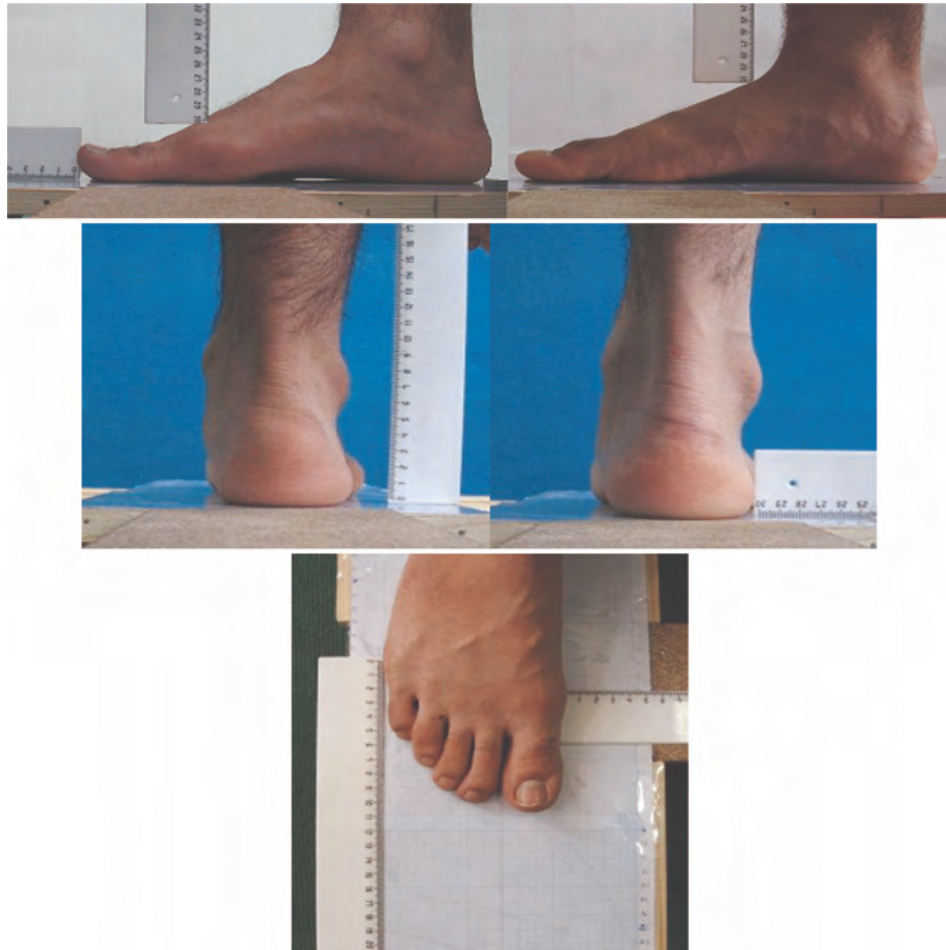
در این پژوهش ۱۶۰ نفر از دانشجویان مرد ۱۸ تا ۲۵ ساله دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی که از پاهای سالم برخوردار بودند شرکت کردند. از آنجایی که اندازه پا در این سنین تا حدودی ثابت می‌ماند و از طرفی افراد جوانی که در نیروهای مسلح مشغول به انجام وظیفه هستند و از پوتین استفاده می‌کنند در این رده سنی قرار می‌گیرند، این محدوده سنی برای آنتروپومتری پا انتخاب شد. افرادی با بدشکلی پا و دارای زخم و تورم از نمونه‌ها حذف شدند. از آنجایی که در محیط‌های دانشگاهی به راحتی می‌توان کارهای تحقیقاتی را توجیه نمود؛ لذا انتخاب نمونه‌ها از بین دانشجویان صورت گرفت. از طرفی با توجه به محدودیت‌های مربوط به ورود و خروج در محیط‌های نظامی، انتقال تجهیزات اندازه‌گیری به این محیط‌ها و نیز مشکلات مربوط به انتشار نتایج مطالعات انجام شده بر روی

بعدها امکان انجام تحقیقات بیشتر بر روی آرشیو عکس‌های گرفته شده وجود دارد. در این روش خطای فرد اندازه گیرنده حذف می‌شود. اطلاعات جمع‌آوری شده به طور خودکار در بانک اطلاعاتی کامپیوتر در قالب جداول Excel جمع‌آوری می‌شوند به طوری که آماده هر گونه تحلیل آماری هستند. این حالت منجر به دریافت و انتقال سریع اطلاعات می‌شود و هر گونه خطای انسانی ناشی از انتقال دستی داده‌ها به نرم افزارهای آماری حذف می‌شود. ولی در روش دستی زاویه دید فرد اندازه گیرنده بر روی عضو محدود است و انتقال داده‌ها از هنگام یادداشت اندازه‌ها بر روی کاغذ تا انتقال تک تک داده‌ها به صورت دستی به برنامه‌های آماری نظیر SPSS به دور از خطا نخواهد بود. در روش عکس برداری غیردیجیتال فرد محقق باید بر روی عکس‌های چاپ شده کار اندازه گیری را با زحمت و صرف زمان زیاد انجام دهد و اندازه‌های خوانده شده را بر روی کاغذ یادداشت کند و سپس با دست به برنامه‌های آماری کامپیوتر وارد نماید. طبیعی است که علاوه بر خطای فرد اندازه گیرنده ابعاد، خطای ناشی از انتقال داده‌ها هم ایجاد می‌شود. در روش دستی ممکن است بعثت وارد شدن فشار ابزارهای اندازه گیری بر روی عضو بدن اندازه واقعی بعد دقیقا اندازه گیری نشود ولی در روش عکس برداری دیجیتال بعثت راحت بودن عضو این محدودیت وجود ندارد. امروزه به همین علت برای گرفتن ارتفاع قد افراد، دیگر از متر استفاده نمی‌شود بلکه از دستگاه‌های مجهز به چشم الکترونیکی استفاده می‌شود. فرد محقق به تنهایی می‌تواند بر روی تمام عکس‌های تهیه شده کار کند و پدیهی است که داده‌های بدست آمده قابلیت اطمینان بیشتری دارند. در روش‌های دستی که معمولا توسط دو یا سه نفر انجام می‌شود سلائیق در انتخاب نقاط آناتومیکیال بدن متفاوت است و مقدار خطا بالا می‌رود. این روش را تنها با صرف یک هزینه اولیه در تامین و طراحی تجهیزات آن می‌توان بعنوان یک روش کم هزینه در آنتروپومتری استفاده کرد. در روش عکس برداری غیر دیجیتال هزینه زیادی صرف چاپ عکس‌ها به خصوص در مورد مطالعاتی با تعداد زیاد نمونه، می‌شود. از طرفی بعد از اتمام فرایند تحقیق، مشکل نگهداری تعداد زیاد نگاتیو و عکس‌های چاپ شده وجود دارد و انهدام آنها هم از نظر زیست محیطی اشکال دارد.

کننده اندازه ابعاد (فوتوآنتروپومتری)، دستگاه کارت خوان و صندلی قابل تنظیم بودند.

۲-۴- روش عکس برداری دیجیتال از ابعاد پا

آنتروپومتری پای افراد در حالت بدون جوراب و کفش به روش عکس برداری دیجیتال انجام گرفت. در این روش از فرد خواسته شد تا بر روی یک صندلی قابل تنظیم بنشیند و پای خود را بر روی محل ثابتی از جاپایی بگذارد. با توجه به ابعاد موردنظر، عکس برداری‌ها از سه وجه داخل، پشت و روی پا بوسیله دوربین عکاسی دیجیتال انجام گرفت (شکل ۱). برای گرفتن عکس از هر وجه با توجه به بعد یا ابعاد مورد نظر اقدام به استقرار اشکل (خط کش) در کنار پا می‌شد. سپس عکس‌های تهیه شده وارد حافظه کامپیوتر می‌شد و با استفاده از نرم افزار فوتو آنتروپومتری که برای این منظور طراحی شده است، اندازه ابعاد مورد نیاز از روی عکس‌ها استخراج می‌گردید (شکل ۲). آنالیز عکس‌ها بر اساس شمارش پیکسل انجام و اندازه ابعاد برحسب میلی متر در جداول مربوطه در نرم افزار نمایش داده می‌شد. لازم به ذکر است به دلیل محاسنی که این روش در مقایسه با روش‌های دستی و عکس برداری غیر دیجیتال دارد از آن در این مطالعه استفاده شد. با عکس برداری دیجیتال می‌توان به آنتروپومتری تعداد زیادی از افراد با سرعت و دقت کافی پرداخت. با روش عکس برداری دیجیتال می‌توان، معایب عکس‌ها را در محل عکس برداری از طریق مشاهده مانیتور دوربین فوراً تشخیص داد و اقدام به تهیه مجدد آنها نمود. در حالیکه در روش دستی دیگر نمی‌توان حالت گرفتن اندازه‌ها را دوباره کنترل کرد. همچنین در عکس برداری غیر دیجیتال صرفاً بعد از چاپ عکس، معایب کار مشخص می‌شود. بدلیل زمان کوتاه و عدم تماس ابزارهای اندازه گیری با بدن، افراد تمایل بیشتری را برای همکاری با محقق دارند لذا می‌توان براحتی عکس‌ها را تهیه نمود. در روش دستی بعثت خستگی، بی‌طاقتی و عجله افراد نمی‌توان با آرامش کار کرد و ممکن است فرد پای خود را از حالت مطلوب خارج کند و ادامه کار با او مشکل باشد. در روش عکس برداری بعد از تهیه کلیه عکس‌ها امکان بررسی دقیقتر و راحت تر ابعاد مورد نظر از روی عکس‌ها با استفاده از نرم افزار بدون نیاز به مراجعه مجدد افراد وجود دارد و



شکل (۱) موقعیت وجوه مختلف پا در هنگام عکس برداری

Foot Length	Foot Width	Foot Height	Heel Width	Heel Length	MPJ Height	Stomode Diameter	Horizontal Distance between 2 fingers	Arche Height	Arche X	Arche Y	HA Distance	% n
239	130	14	70	189	40	67	35/88	100	60	15	124	89
268	113	40	77	136	43	91	15	135	71	65	125	0
263	89	45	62	175	80	72	18	127	59	25	124	18
282	113	42	73	196	43	80	38	13	64	84	131	17
283	116	46	71	179	47	75	30	133	62	70	153	13

شکل (۲) نرم افزار فوتوآنتروپومتری

کل نمونه‌های اصلی، با استفاده از برنامه SPSS اقدام به تعیین مقدار میانگین^۱، انحراف معیار^۲، ماکزیمم و مینیمم، دامنه تغییرات اندازه‌ها، صدک^۳ پنجم، صدک پنجاهم، صدک نودوپنجم و ضریب همبستگی برای ابعاد پا گردید.

۳- نتایج

نتایج آنتروپومتری پای ۱۶۰ دانشجوی مرد ۱۸ تا ۲۵ ساله دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی جمع آوری شد. جدول ۲ توزیع فراوانی سنی نمونه‌های ۱۸-۲۵ سال مورد مطالعه را نشان می‌دهد. با وجود برخی محدودیت‌ها سعی شد که از هر گروه سنی تقریباً تعداد یکسانی نمونه انتخاب شود.

جدول ۳ مقادیر میانگین، انحراف معیار، دامنه تغییرات، کمترین و بیشترین اندازه به دست آمده برای ابعاد اندازه گیری شده پا را نشان می‌دهد. این جدول به خوبی نشان می‌دهد که در مورد ابعاد پای جامعه مورد بررسی، میانگین \pm انحراف معیار، بیشترین و کمترین اندازه‌ها در چه محدوده‌ای قرار دارد. جدول ۴ بیانگر صدک‌های پنجم، پنجاهم و نودوپنجم ابعاد اندازه گیری شده پا می‌باشد. در مورد طول پا این صدک‌ها به ترتیب شامل ۲۴۳/۰۵، ۲۶۵ و ۲۸۶/۹۵ میلی متر می‌باشد. در جدول ۵ ضرایب همبستگی بدست آمده بین ابعاد مختلف پا به صورت دو به دو آورده شده است و مقادیر p برای تبیین معنی دار بودن یا نبودن ارتباط بین ابعاد مختلف پا نشان داده شده است. به عنوان مثال طول پا در ۰/۰۱ ارتباط معنی داری با پهنای پا، پهنای پاشنه، طول پاشنه، فاصله بین دو قوزک، فاصله افقی بین انگشت بزرگ و کوچک و ارتفاع مچ پا دارد ($p < ۰/۰۱$).

در جدول ۶ با استفاده از ضریب همبستگی، ارتباط بین اندازه ابعاد پا با سن افراد نشان داده شده است. طبق این جدول صرفاً ارتفاع مفصل متاتارسال ارتباط معنی داری را با میزان سن افراد در حد یک درصد دارد ($p < ۰/۰۱$) و در مورد سایر ابعاد چنین نیست. شکل ۳ نمودار میانگین اندازه طول پاها را در گروه‌های سنی نشان می‌دهد. طبق این نمودار بیشترین میانگین اندازه‌های طول پا مربوط به گروه

قابل ذکر است که روش آنتروپومتری مورد استفاده در این بررسی مشابه روش‌های به کار رفته در تحقیقات هوانگ (Hwang) برای آنتروپومتری ابعاد بدن افراد چینی، داس (Das) برای آنتروپومتری افراد معلولی که بر روی صندلی چرخدار می‌نشستند و مونیکا (Monica) برای آنتروپومتری کارگران، می‌باشد [۱۶، ۱۵ و ۴].

۲-۵- روش‌های آماری

برای تعیین حجم نمونه ابتدا به صورت یک مطالعه مقدماتی (پایلوت)، آنتروپومتری ۸ بعد از ابعاد پای ۲۰ نفر از دانشجویان مرد به روش عکس برداری دیجیتال انجام گرفت. پس از انجام آنتروپومتری، نتایج بدست آمده در نرم افزار آماری SPSS تجزیه و تحلیل گردید. سپس مقادیر میانگین و انحراف معیار داده‌های به دست آمده محاسبه شد و با در نظر گرفتن میزان خطای ۲ میلی متر بر اساس تحقیقات قبلی نظیر پژوهش‌های هوانگ (Hwang) و مونیکا (Monica) و بیشترین مقدار انحراف معیار به دست آمده از مطالعه پایلوت، با استفاده از رابطه حجم نمونه (تعداد نمونه‌ها) ۱۴۰ نفر محاسبه شد. با توجه به اینکه ۸ گروه سنی در این تحقیق مورد مطالعه قرار می‌گرفتند، برای سهولت کار نمونه گیری و افزایش دقت، ۱۶۰ نفر به عنوان نمونه انتخاب شدند. انتخاب نمونه‌ها بصورت روش نمونه گیری تصادفی خوشه‌ای انجام شد. در مرحله بعد با استفاده از روش عکس برداری دیجیتال به آنتروپومتری پای بقیه نمونه‌های اصلی انتخاب شده (۱۶۰ نفر) پرداخته شد. پس از تعیین اندازه ابعاد پا در

جدول ۲) توزیع فراوانی سنی نمونه‌های ۱۸-۲۵ سال مورد مطالعه

گروه سنی (بر حسب سال)	تعداد	درصد
۱۸	۱۸	۱۱/۲
۱۹	۲۱	۱۳/۱
۲۰	۱۹	۱۱/۸
۲۱	۱۸	۱۱/۲
۲۲	۲۱	۱۳/۱
۲۳	۲۱	۱۳/۱
۲۴	۱۹	۱۱/۸
۲۵	۲۳	۱۴/۳

1 Mean
2 Standard deviation
3 Percentile

جدول ۳) نتایج آماری کل اندازه گیری‌های ابعاد پا
(بر حسب میلی متر، N=۱۶۰)

ردیف	ابعاد مورد اندازه گیری	شاخصهای آماری	میانگین	انحراف معیار	کوچکترین اندازه	بزرگترین اندازه	دامنه تغییرات
۱	طول پا (FL)	۲۶۴/۶۶	۱۳/۱۰	۲۳۱	۳۰۵	۷۴	
۲	عرض پا (FW)	۱۰۶/۸۴	۵/۶۳	۸۶	۱۲۰	۳۴	
۳	ارتفاع پا (FH)	۸۲/۲۵	۵/۵۸	۷۰	۹۶	۲۶	
۴	عرض پاشنه (HW)	۷۱/۹۷	۴/۲۷	۶۳	۸۳	۲۰	
۵	طول پاشنه (HL)	۱۸۹/۹۵	۱۰/۹۲	۱۶۵	۲۱۷	۵۲	
۶	ارتفاع مفصل متاتارسال (MH)	۴۲/۸۳	۳/۲۳	۳۵	۵۲	۱۷	
۷	فاصله بین دو قوزک (BB)	۷۴/۴۷	۴/۱۱	۶۶	۸۶	۲۰	
۸	ارتفاع مچ (AH)	۱۲۷/۴۴	۸/۸۰	۱۰۴	۱۵۶	۵۲	

توضیح: عبارات مخفف لاتین داخل جدول به قرار زیر هستند:

FL= Foot length, FW= Foot width, FH= Foot height, HW= Heel width, HL= Heel length, MH= Height of MPJ, BB= Biometatarsal breadth, AH= Ankle height

جدول ۴) صدک‌های ابعاد اندازه گیری شده پا (بر حسب میلی متر، N=۱۶۰)

ردیف	ابعاد مورد اندازه گیری	شاخصهای آماری	صدک پنجم	صدک پنجاهم	صدک نود و پنجم
۱	طول پا (FL)	۲۴۳/۰۵	۲۶۵	۲۸۶/۹۵	
۲	عرض پا (FW)	۹۷/۰۵	۱۰۷	۱۱۵/۹۵	
۳	ارتفاع پا (FH)	۷۳	۸۲	۹۱	
۴	عرض پاشنه (HW)	۶۵	۷۲	۸۰	
۵	طول پاشنه (HL)	۱۷۰	۱۹۰	۲۰۶	
۶	ارتفاع مفصل متاتارسال (MH)	۳۸	۴۲	۴۸/۹۵	
۷	فاصله بین دو قوزک (BB)	۶۸	۷۴	۸۱	
۸	ارتفاع مچ (AH)	۱۱۴/۰۵	۱۲۷	۱۴۱/۹۵	

سنی ۲۳ سال است و کمترین میانگین اندازه‌های طول پا در گروه سنی ۱۹ قرار دارد.

۴- بحث و نتیجه گیری

همانطور که قبلاً اشاره شد فقدان اطلاعات آنتروپومتریکی پا یکی از معضلات طراحان و تولید کنندگان چکمه، پوتین و کفش در کشور می‌باشد. بر این اساس سعی شد تا در این بررسی با آنتروپومتری پای دانشجویان مرد ۱۸ تا ۲۵ ساله گامی در جهت تبیین اهمیت این موضوع برداشته شود. در نتیجه این تحقیق مقادیر میانگین

± انحراف معیار، بیشترین و کمترین اندازه‌های ابعاد پای جامعه مورد مطالعه، مشخص شد (جدول ۳). به عنوان مثال میانگین طول پای ایرانیان $13/10 \pm 264/66$ میلی متر و کوچکترین و بزرگترین طول پا به ترتیب ۲۳۱ و ۳۰۵ میلی متر می‌باشد. طبق جدول ۴ با توجه به صدکهای پنجم و نود و پنجم می‌توان محدوده هر پارامتر را که شامل ۹۰٪ جامعه می‌باشد تعیین نمود. صدک‌ها از سودمندترین معیارها جهت طراحی وسایل و تجهیزات می‌باشند. این معیار بیان کننده مفهومی واقعی از پراکندگی ابعادی است که بایستی در محدوده طراحی قرار گیرند و در این زمینه بهتر از مقادیر حداقل

جدول ۵) ارتباط بین ابعاد اندازه گیری شده با بر اساس ماتریکس ضرایب همبستگی پیرسون

به دست آمده بین متغیرهای مورد اندازه گیری (N= ۱۶۰)

ابعاد یا همبستگی پیرسون / سطح معنی داری	FL	FW	FH	HW	HL	BB	AH
همبستگی پیرسون	۱/۰۰۰	۰/۴۶۴**	۰/۱۹۷*	۰/۴۱۳**	۰/۹۳۶**	۰/۳۹۱**	۰/۳۳۱**
مقادیر P Value	-	۰/۰۰۰	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
همبستگی پیرسون	۰/۴۶۴**	۱/۰۰۰	۰/۴۳۶**	۰/۴۶۱**	۰/۴۱۳**	۰/۴۶۳**	۰/۳۰۹**
مقادیر P Value	۰/۰۰۰	-	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
همبستگی پیرسون	۰/۱۹۷*	۰/۴۳۶**	۱/۰۰۰	۰/۱۸۴*	۰/۱۰۹	۰/۲۶۳**	۰/۳۵۵**
مقادیر P Value	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰	-	۰/۰۲۰	۰/۱۷۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
همبستگی پیرسون	۰/۴۱۳**	۰/۴۶۱**	۰/۱۸۴*	۱/۰۰۰	۰/۴۲۳**	۰/۳۴۹**	-۰/۰۰۲
مقادیر P Value	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۰	-	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۹۷۷
همبستگی پیرسون	۰/۹۳۶**	۰/۴۱۳**	۰/۱۰۹	۰/۴۲۳**	۱/۰۰۰	-۰/۰۶۴	۰/۲۵۱**
مقادیر P Value	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۷۰	۰/۰۰۰	-	۰/۴۲۲	۰/۰۰۱
همبستگی پیرسون	-۰/۰۸۳	۰/۴۲۹**	۰/۵۷۵**	۰/۳۴۹**	-۰/۰۶۴	۱/۰۰۰	۰/۱۵۳
مقادیر P Value	۰/۴۹۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۴۲۲	-	۰/۰۵۴
همبستگی پیرسون	۰/۳۹۱**	۰/۴۶۳**	۰/۲۶۳**	۰/۵۶۷**	۰/۳۶۴**	۰/۳۷۷**	۰/۳۸۰**
مقادیر P Value	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
همبستگی پیرسون	۰/۳۳۱**	۰/۳۰۹**	۰/۳۵۵**	-۰/۰۰۲	۰/۲۵۱**	۰/۱۵۳	۱/۰۰۰
مقادیر P Value	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۹۷۷	۰/۰۰۱	۰/۰۵۴	-

** همبستگی در ۰/۰۱ معنی دار است.

* همبستگی در ۰/۰۵ معنی دار است.

سن و اندازه ابعاد پا وجود ندارد. نتایج جدول ۶ تایید کننده نمودار شکل ۳ می باشد. بر اساس نمودار شکل ۳ با توجه به اینکه اندازه طول پا در گروه سنی ۱۸ سال بیشتر از گروه ۱۹ سال است و در گروه های سنی ۲۴ و ۲۵ سال کمتر از ۲۳ سال است، نمی توان گفت که اندازه طول پا در این گروه های سنی با میزان سن افراد رابطه ای داشته باشد. البته می توان چنین اظهار نظر کرد که مردان متولد سال ۱۳۶۳ در بین متولدین سایر سالها (۱۳۶۸-۱۳۶۱) پاهای بزرگتری را دارند و بالعکس مردان متولد سال ۱۳۶۷ در بین متولدین سایر سالها (۱۳۶۸-۱۳۶۱) پاهای کوچکتری را دارند. این حالت را شاید بتوان تحت عنوان تغییر در میزان رشد بدنی مطرح نمود. از این رو یافتن دلایل اینگونه تغییرات بدنی در متولدین سال های مختلف، از نظر وضعیت تغذیه، انجام ورزش های بدنی و غیره، ضروری به نظر

و حداکثر که در یک جامعه وجود دارد عمل می کنند. از آنجایی که صدک های پنجم و نودوپنجم، تنها ۱۰ درصد افراد جامعه را در بر می گیرند، لحاظ آنها در طراحی ها می تواند در سفارشات منظور شود، تا تولید آنها از نظر اقتصادی به صرفه باشد. نتایج به دست آمده در جدول ۵ با توجه به ضرایب همبستگی بین ابعاد اندازه گیری شده پا نشان می دهد که تقریباً ۷۶ درصد مقادیر به دست آمده در حد یک درصد معنی دار هستند ($p < 0/01$)، ۹ درصد مقادیر در حد پنج درصد معنی دارند ($p < 0/05$) و ۱۵ درصد باقیمانده معنی دار نیستند ($p > 0/05$). به عبارتی بیشتر ابعاد پا (حدود ۸۵ درصد) دارای ارتباط معنی داری با یکدیگر می باشند. بر اساس جدول ۶ می توان گفت که ارتباط معنی داری بین اندازه ابعاد پا و میزان سن وجود ندارد ($p > 0/05$). یعنی بعد از تثبیت سنین رشد، ارتباط معنی داری بین میزان

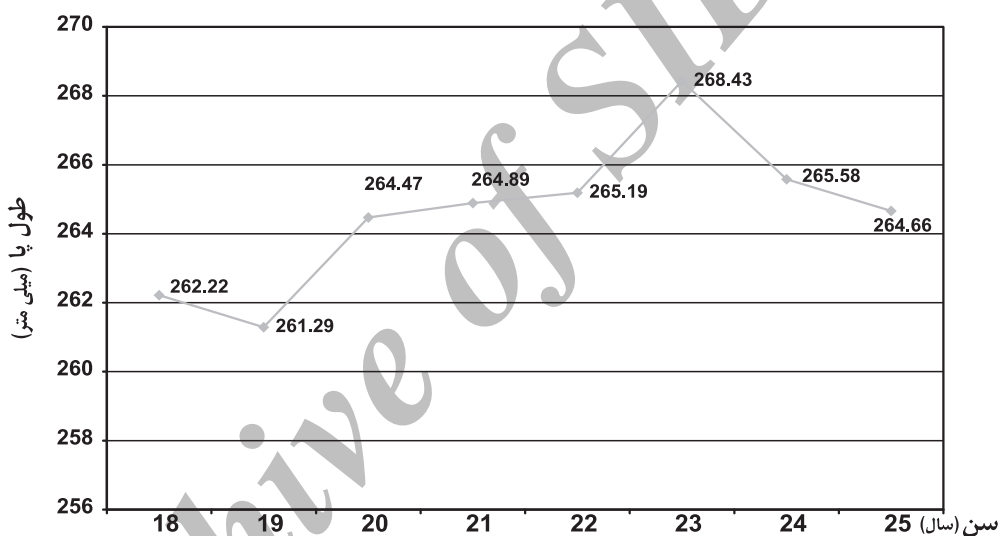
جدول ۷) نتایج آماری به دست آمده از اندازه گیری ابعاد پای مردان چینی (بر حسب میلی متر)

ردیف ابعاد پا	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
۱ طول پا	۲۴۶/۷	۱۲/۳	۲۲۶	۲۷۱
۲ عرض پا	۹۶/۴	۷/۴	۸۴	۱۰۸
۳ طول پاشنه	۱۷۹/۳	۹/۵	۱۶۴	۱۹۷
۴ عرض پاشنه	۶۳/۵	۴	۵۷	۷۲
۵ ارتفاع پا	۵۸/۶	۵/۶	۴۹	۶۷

جدول ۶) ارتباط بین سن افراد و اندازه ابعاد پا (N= ۱۶۰)

ابعاد پا	همبستگی پیر سون	سطح معنی داری (مقدار P)
FL	۰/۱۰۸	۰/۱۷۲
FH	۰/۱۰۸	۰/۱۷۳
FW	۰/۰۹۳	۰/۲۴۱
HW	۰/۱۱۹	۰/۱۳۴
HL	۰/۰۹۴	۰/۲۳۸
MH	۰/۲۶۲**	۰/۰۰۱
BB	۰/۰۵۸	۰/۴۶۵
AH	۰/۱۰۹	۰/۱۶۸

** همبستگی در ۰/۰۱ معنی دار است.



شکل ۳) نمودار میانگین اندازه طول پا و سن افراد نمونه

طبیعی است که محصولات کشور چین بر اساس نتایج آنتروپومتری مردم چین طراحی شده اند.

در مطالعه حاضر مقادیر به دست آمده برای این ابعاد، یکی از اولین اطلاعات آنتروپومتریکی برای پای مردان ایرانی است. این امید وجود دارد که اطلاعات به دست آمده اساسی برای انجام مطالعات بزرگتر به منظور به دست آوردن بانک عظیم تر اطلاعات آنتروپومتریکی پای ایرانیان باشد. با توجه به کاربرد وسیع انواع پوتین و چکمه، نیاز به اندازه گیری ابعاد مختلف پای نظامیان ایرانی در جامعه بزرگتر، در گروه‌های مختلف سنی، در انواع اقوام ایرانی و در انواع مشاغل و رشته‌های نظامی وجود دارد تا از نتایج به دست آمده در طراحی و

می‌رسد. با توجه به اینکه امروزه روند استفاده از پوشاک و به ویژه چکمه‌های چینی در کشور رو به فزونی نهاده است به منظور مقایسه اندازه ابعاد پا در این دو ملیت، نتایج آنتروپومتری تعدادی از ابعاد پای مردان چینی در گروه‌های سنی ۱۹ تا ۲۳ ساله را که در سال ۲۰۰۶ توسط چانا (Channa) و همکارانش انجام شده است، در جدول ۷ آورده شده است [۱۰]. از مقایسه نتایج اندازه گیری پنج بعد پا در مردان ایرانی ۱۸ تا ۲۵ ساله و مردان چینی ۱۹ تا ۲۳ ساله، مشخص شد که ابعاد پای مردان ایرانی بزرگتر از ابعاد پای مردان چینی است. با توجه به این نتایج، پرواضح است که استفاده از لوازم و تجهیزاتی که ویژه مردم چین طراحی شده است، برای ایرانیان مناسب نیست.

سایز بندی مناسب و ارگونومیک انواع چکمه، پوتین و دیگر تجهیزات مرتبط با پا برای نیروهای مسلح ایران استفاده شود.

پیشنهادها

باتوجه به اهمیت و کاربرد وسیع انواع پوتین و چکمه برای نیروهای مسلح، پیشنهاد می‌شود که ابعاد مختلف پای نظامیان ایرانی در جامعه بزرگتر، در گروه‌های مختلف سنی، در انواع اقوام ایرانی و در انواع مشاغل و رشته‌های نظامی به منظور به دست آوردن بانک عظیم تر اطلاعات آنتروپومتریکی پای ایرانیان اندازه گیری شود تا از نتایج به دست آمده در طراحی ارگونومیک و سایز بندی مناسب انواع چکمه، پوتین و دیگر تجهیزات مرتبط با پا برای نیروهای مسلح ایران استفاده شود. پیشنهاد می‌شود که این قبیل مطالعات آنتروپومتری در مورد تمام ابعاد بدنی نیروهای مسلح کشور در قالب برنامه‌های منظم به صورت هر چند سال یکبار انجام پذیرد و عوامل تاثیرگذار بر اندازه ابعاد بدنی نظیر نوع نژاد، شرایط آب و هوایی و محل زندگی، سبک زندگی، نوع برنامه غذایی و نوع شغل افراد به طور جامع بررسی شود و تغییر اندازه‌های ابعاد بدنی در بین نسل‌های مختلف برای اهداف پزشکی و طراحی محیط کار، ابزار و وسایل مناسب و ارگونومیک جامعه ایرانی به ویژه نظامیان، مطالعه گردد. با توجه به محاسن یاد شده در مورد روش عکس برداری دیجیتالی، این روش برای آنتروپومتری افراد نظامی پیشنهاد می‌گردد. با عنایت به ظهور روش‌های نوین آنتروپومتری در دنیا، ضروریست که در داخل کشور ایران هم با اختصاص هزینه لازم از سوی سازمان‌های ذیربط، روش‌های عکس برداری دو و سه بعدی و در نتیجه آنتروپومتری دینامیک در راستای کاربردی کردن آنتروپومتری مورد استفاده قرار گیرد. به ویژه اینکه با توجه به اهمیت اساسی و لزوم کاربرد آنتروپومتری در طراحی تجهیزات نظامی، استفاده از این روشها در سازمان‌های نظامی پیشنهاد می‌گردد.

تشکر و قدردانی

از گروه محترم بهداشت حرفه ای دانشگاه تربیت مدرس که در مراحل مختلف این پژوهش مساعدت فرمودند تقدیر و تشکر می‌شود.

منابع

- ۱- موعودی محمد امین. مهندسی آنتروپومتری. چاپ اول، مازندران: انتشارات دانشگاه علوم پزشکی مازندران؛ ۱۳۷۵، صفحات ۴۵-۲۱.
- ۲- عبدلی ارمکی محمد. مکانیک بدن و اصول طراحی ایستگاه کار. چاپ اول؛ تهران: انتشارات امید مجد؛ ۱۳۷۸، صفحات ۳۰۷-۲۷۵.
- ۳- موعودی محمد امین، چوبینه علیرضا. ارگونومی در عمل و جستارهای برگزیده ارگونومی. چاپ اول، تهران: مرکز نشر؛ ۱۳۷۸، صفحات ۲۶۰-۲۱۶.
- 4- Monica P, Pedro M, Luis G, Costa A. Anthropometric study of Portuguese workers. *Int J Industrial Ergonomics* 2005; 35: 401-410.
- 5- <http://www.doctorsexhttp://www.doctorsexercise.com, Foot Health>
- ۶- یزدچی م. استاندارد کفش. ویژه نامه استاندارد و سلامت ۱۳۸۶؛ سال اول، شماره دوم: صفحه ۹.
- 7- Simon H. What makes a good boot? www.extremities-performance.com, Extremities Performance Research Group, Department of Design & Technology, Loughborough University, 2006.
- 8- Cheng FT, Perng D B. A systematic approach for developing a foot size information system for shoe last design. *Int J Industrial Ergonomics* 1999; 25: 171-185.
- 9- Goonetilleke R.S., Fanho E. C., Richard H. Y. Foot Anthropometry in Hong Kong. Department of Industrial Engineering & Engineering Management, Hong Kong University of Science and Technology 2003.
- 10- Channa P, Xiong S, Ravindra S, Zhao J. Foot measurements from three-dimensional scans: A comparison and evaluation of different methods. *Int J Industrial Ergonomics* 2006; 36: 789-807.
- 11- Kadambande S, Khurana A, Debnath M, Bansal M, Hariharan K. Comparative anthropometric analysis of

shod and unshod feet. The Foot 2006 (in press).

۱۲- فیزنت استفان. انسان، آنتروپومتری، ارگونومی و طراحی. چوبینه علیرضا، موعودی محمدمبین، چاپ اول، تهران: نشر مرکز، کتاب ماد؛ ۱۳۷۵، صفحات ۱۵۵-۱۲۱.

13- Yokota M. Head and facial anthropometry of mixed-race US Army male soldiers for military design and sizing. Applied Ergonomics 2005; 36: 379-83.

۱۴- گزیده ای از مباحث آنتروپومتری، دانشگاه علم و صنعت ایران؛ ۱۳۸۱، صفحات ۴۵-۱.

15- Hwang W., Static anthropometry of civilian chines in Taiwan using computer analyzed photography. Human Factors 1990; 32: 359-70.

16- Das B., Kozey J.W. Structural anthropometric measurements for wheelchair mobile adults. Applied Ergonomics 1999; 30: 385-90

Archive of SID