Archive of SID

JSB مجله بیومکانیک ورزشی، آذر ۱۳۹۳، دوره ۱، شماره ۱، صفحه‌های ۴۵ تا ۵۵ مقاله اصیل

مقایسه خروجی‌های دو نرم‌افزار Polygon و Visual 3D برای تحلیل متغیرهای کینماتیکی و کینتیکی راه‌رفتن

کیوان شریف مرادی[1*]، نادر فرهپور[2و3]، محمد تقی کریمی[4]، مصطفی کمالی[4]

۱. گروه تربیت بدنی دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران.
۲. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.
۳. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، همدان، ایران.
۴. گروه ارتوپدی فنی، دانشکده توان‌بخشی، دانشگاه علوم پزشکی، اصفهان، ایران.

* نویسنده مسئول: گروه تربیت بدنی دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران.
تلفن: ۰۹۱۳۸۱۶۰۱۰۳
Email: ksharifmoradi@gmail.com

چکیده

دریافت: ۱۳۹۳/۷/۱۴ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۲۶

هدف: عوامل مختلفی بر نتایج کینماتیکی و کینتیکی حرکات بدن اثر گذار است. اثر نوع نرم افزار بر خروجی داده‌های کینماتیکی و کینتیکی تجزیه و تحلیل سه بعدی راه رفتن بررسی نشده است. هدف از تحقیق حاضر مقایسه خروجی های دو نرم افزار Polygon و Visual 3D برای تحلیل متغیرهای کینماتیکی و کینتیکی راه رفتن بود.

روش‌ها: تعداد ۱۲ نفر آزمودنی سالم با دامنه سنی ۵۹/۸±۷/۸ سال، قد ۱/۷±۰/۱ متر، وزن ۷۰±۱۰/۴ کیلوگرم و شاخص توده بدنی ۲۵/۶±۳/۴ در این تحقیق شرکت کردند. با استفاده از یک سیستم تحلیل حرکتی Vicon (۱۰۰Hz) با چهار دوربین سری T و دو دستگاه صفحه نیروی Kistler (۱۰۰Hz)، متغیرهای کینماتیکی و کینتیکی راه رفتن اندازه گیری شدند. داده ها توسط نرم افزارهای Visual 3D و Polygon تحلیل شدند. از آزمون dependent t-test و آزمون همبستگی پیرسون در محیط نرم افزار SPSS-19 و $p<0/05$ جهت تحلیل آماری استفاده شد.

یافته‌ها: تفاوت معنی‌داری بین خروجی دو نرم افزار در دامنه حرکتی صفحه هوریزنتال مچ پا، صفحات فرونتال و هوریزنتال در مفصل زانو، صفحات ساجیتال و هوریزنتال مفصل ران مشاهده شد ($p<0/05$). تفاوت معنی داری بین خروجی دو نرم افزار در گشتاور صفحه ساجیتال، فرونتال و هوریزنتال مچ پا، گشتاور صفحه فرونتال و هوریزنتال زانو و گشتاور صفحه ساجیتال و هوریزنتال مفصل ران مشاهده شد ($p<0/05$). ضریب همبستگی درون گروهی در هر دو نرم افزار برای دامنه حرکتی بین ۸۳ درصد تا ۹۹ درصد و برای گشتاور افزار ۷۸ درصد تا ۹۹ درصد بود.

نتیجه‌گیری: ضریب همبستگی درون گروهی دامنه حرکتی، هر دو نرم افزار Polygon و Visual 3D بالا بود. نتایج دامنه حرکتی صفحه ساجیتال هر دو نرم افزار Polygon و Visual 3D مشابه بود. نتایج دامنه حرکتی صفحه فرونتال و هوریزنتال و گشتاور مچ پا بین دو نرم افزار Polygon و Visual 3D متفاوت بود.

کلید واژگان: کینماتیک، کینتیک، راه رفتن، Polygon، Visual 3D.

مقدمه

انجام فعالیت‌های روزمره و ورزشی نیازمند کنترل پاسچر می‌باشد که از آن به عنوان توانائی نگهداری تعادل و جهت‌گیری بدن در محیط یاد می‌شود (۱). اختلال در تعادل می‌تواند منجر به افزایش ریسک بروز آسیب دیدگی هنگام فعالیت‌های ورزشی گردد. آگاهی افراد جامعه از وضعیت جسمانی خود امر ضروری است، چرا که ناهنجاری‌های جسمانی پیامدهایی از قبیل خستگی عضلانی (۲)، آسیب‌های مختلف (۳)، برهم خوردن تعادل بیومکانیکی (٤)، تغییر در تحرک‌پذیری مفاصل (۲)، تغییر فعالیت‌های عصبی- عضلانی (۷-۵) و در نهایت مشکلات روانی و اجتماعی را به دلیل عدم تناسب اندام (۸) برای افراد به وجود می آورد.

ورودی‌های حسی کنترل پاسچر و سیستم‌های حرکتی از نیازهای اساسی تحقیقات پیشین به بررسی اثر وسایل مورد استفاده (٦)،

www.SID.ir

Archive of SID

تغییرپذیری بین آزمودنی‌ها (۷, ۸)، تغییرپذیری بین آزمون‌گر (۹, ۱۰)، تغییرپذیری داخل آزمایشگاهی (۱۱)، تغییرپذیری بین پروتکل (۵) بر نتایج پرداخته است و نتایج متفاوتی را با توجه به نوع سیستم به کار برده شده، نوع پروتکل مارکرگذاری، ارائه کرده است. استاندارد کردن وسایل مورد استفاده، پروتکل تست‌گیری، کالیبراسیون، و کاهش تغییرپذیری بین آزمودنی و آزمون‌گر، و استفاده از نرم‌افزارهای معتبرتر و پایاتر می‌تواند نتایج حاصل از آزمایشگاه‌های مختلف را به هم نزدیک کند. در چنین شرایطی اعتبار و پایایی نتایج، افزایش یافته و قابل استناد می شوند.

سیستم تجزیه و تحلیل حرکت Vicon (۱۲)، از جمله سیستم‌های رایج در دنیا می‌باشد که به طور گسترده ای جهت تجزیه و تحلیل حرکت از آن استفاده می‌شود. در این سیستم جهت اندازه گیری دامنه حرکتی و نیروهای وارده بر مفاصل هنگام راه رفتن از مدل شناخته شده «Plug In Gait» استفاده می‌شود. در مدل اندام تحتانی «Plug In Gait» تعداد ۱۶ مارکر منعکس کننده نور بر خار خاصره قدامی‌فوقانی، خار خاصره خلفی‌فوقانی، روی ران، کندیل خارجی زانو، روی ساق، قوزک خارجی، پاشنه و انتهای استخوان متاتارسال در سمت چپ و راست قرار داده می شود و پس از ثبت اطلاعات توسط سیستم، فرایند تحلیل اطلاعات توسط نرم‌افزار صورت می‌گیرد. اطلاعات ثبت شده وارد نرم‌افزار Vicon Nexus شده و سپس به نرم‌افزار Polygon اکسپورت می‌شود و نرم‌افزار Polygon پس از تحلیل داده‌ها، زوایای مفاصل، گشتاور، توان، نیروهای وارده بر مفاصل را به صورت خروجی اکسل فراهم می‌کند (۱۳).

تحقیقات صورت گرفته توسط محققان مختلف، نتایج مختلفی را در زمینه تحلیل سه‌بعدی راه رفتن ارائه کرده‌اند. به عنوان مثال Sofuwa و همکاران (۱۴) مقدار حداکثر گشتاور اکستنسوری مچ پا، زانو و ران در بیماران پارکینسون را به ترتیب (۱/۳۲±۰/۰۵ Nm/kg)، (۰/۳۲±۰/۰۵ Nm/kg) و (۰/۷۱±۰/۱۲ Nm/kg) و در همتایان سالم به ترتیب (۱/۵±۰/۰۵ Nm/kg)، (۰/۳۲±۰/۰۴ Nm/kg) و (۰/۸۳±۰/۱۲ Nm/kg) گزارش کردند. در تحقیق دیگری Kerrigan و همکاران (۱۵) مقدار گشتاور اکستنسوری مچ پا، زانو و ران سالمندان در معرض خطر افتادن را به ترتیب (۰/۰۶±۰/۰۳ Nm/kg)، (۰/۱۶±۰/۰۷ Nm/kg) و (۰/۲۲±۰/۰۶ Nm/kg) و همتایان سالم (۰/۰۹±۰/۰۴ Nm/kg)، (۰/۱۶±۰/۰۸ Nm/kg) و (۰/۵۴±۰/۱۷ Nm/kg) گزارش کردند. در تحقیق دیگری بر سالمندان ۵۳- ۸۷ ساله سالم با استفاده از سیستم تحلیل حرکتی Vicon، گشتاور اکستنسوری مچ پا (۰/۱۷ Nm/kg)، زانو (۰/۴۳ Nm/kg) و ران (۰/۸۷ Nm/kg) به دست آمد (۱۶).

گشتاورهای محاسبه شده مچ پا (۰/۰۹ Nm/kg تا ۱/۵)، زانو (۰/۱۶ Nm/kg تا ۰/۳۴) و ران (۰/۵۴ Nm/kg تا ۰/۸۳) در گروه سالمندان سالم متغیر بود، که دامنه تغییر بالایی را نشان می‌دهد. عوامل متعددی در ایجاد این نتایج متفاوت موثر هستند. نوع ابزار اندازه‌گیری، نوع مدل مارکرگذاری و نوع نرم افزار تحلیل‌گر، از جمله این عوامل هستند.

سوال این است که اگر اطلاعات ثبت شده حاصل از سیستم تجزیه و تحلیل حرکتی از طریق نرم افزار معتبر دیگر پردازش شود، آیا همان نتایج حاصل می‌شود؟ یا به عبارت دیگر آیا استخراج نتایج با استفاده از یک نرم افزار، با نتایج دیگر نرم‌افزار مشابه خواهد بود؟ آیا تکرارپذیری نتایج بین تریال‌های مختلف در دو نرم افزار تحلیلی مشابه است؟ و یا اختلاف معنی دار بین نتایج حاصل از دو نرم افزار مختلف وجود دارد؟

تحقیقات پیشین اثر نوع وسایل اندازه‌گیری (۶) و پروتکل مارکرگذاری (۵) را بررسی کرده‌اند، اما تا آنجا که نویسندگان مقاله حاضر بررسی کرده اند، تحقیقی که اثر تحلیل نوع نرم افزار بر تغییرپذیری نتایج به دست آمده را مورد بررسی قرار دهد، وجود ندارد. بنابراین هدف از تحقیق حاضر بررسی تکرارپذیری پارامترهای کینماتیکی و کینتیکی بین نتایج حاصل از دو نرم افزار Polygon و Visual 3D که از یک راه رفتن مشابه حاصل شده است، می‌باشد.

روش‌شناسی

تعداد ۱۲ نفر آزمودنی سالم با دامنه سنی ۵۹/۸±۷/۸ سال، قد ۱/۷±۰/۱متر، وزن ۷۰±۱۰/۴ کیلوگرم و شاخص توده بدنی ۲۵/۶±۳/۴ در این تحقیق شرکت کردند. آزمودنی‌ها هیچ‌گونه اختلال عصبی‌عضلانی اثرگذار بر توانایی ایستادن و راه رفتن نداشتند. پروتکل این مطالعه در کمیته اخلاق در تحقیقات پزشکی دانشگاه علوم پزشکی همدان مورد تصویب قرار گرفت. پس از تشریح اهداف و روش تحقیق برای آزمودنی‌ها، از آن‌ها رضایت‌نامه کتبی برای شرکت در این پژوهش اخذ شد. دامنه حرکتی مچ پا، زانو و ران و گشتاور اعمال شده بر مفاصل مچ پا زانو و ران، پارامترهای انتخاب

www.SID.ir

Archive of SID

شده در این تحقیق بودند.

برای اندازه‌گیری متغیرهای کینماتیکی راه رفتن از سیستم تحلیل حرکتی Vicon شامل چهار دوربین سری T، استفاده شد (۱۲). دوربین‌ها در دو سمت یک مسیر پیاده‌روی ۱۵ متری و به فاصله ۵ متر از مرکز تخته نیرو قرار داده شدند. دو تخته نیروی kistler در وسط مسیر قرار داشت. فرکانس جمع‌آوری داده‌ها ۱۰۰ Hz بود. همچنین داده‌ها با فیلتر پائین گذر با برش فرکانس ۱۰ Hz فیلتر شدند. یک فضای کالیبراسیون با ابعاد (طول ۳۰۰ سانتیمتر × عرض ۱۵۰ سانتیمتر × ارتفاع ۲۰۰ سانتیمتر) در نظر گرفته شد که تخته نیروها در مرکز قاعده این فضای مکعبی قرار داشت. فاصله نقطه شروع راه رفتن آزمودنی‌ها تا تخته نیرو ۷ متر بود، به طوری که آزمودنی بین ۸ تا۱۰ قدم قبل از رسیدن به فضای کالیبره شده گام برمی‌داشت. همچنین به خاطر طول فضای کالیبره (۳ متر) آزمودنی می‌توانست دو استراید کامل چپ و راست در داخل فضای کالیبره داشته باشد.

تعداد ۱۶ مارکر منعکس کننده نور مادون قرمز با قطر ۱۴ میلی‌متر بر خار خاصره قدامی‌فوقانی، خار خاصره خلفی‌فوقانی، ران (یک سوم فوقانی ران سمت راست، یک سوم تحتانی ران سمت چپ)، کندیل خارجی زانو، ساق (یک سوم فوقانی سمت راست، یک سوم تحتانی سمت چپ)، قوزک خارجی پا، پاشنه و انتهای استخوان کف پایی دوم در دو سمت چپ و راست اندام تحتانی طبق پروتکل Plug-In-Gait نصب گردید.

پس از کالیبره کردن محیط آزمایشگاه ابتدا داده‌های آنتروپومتریکی آزمودنی شامل وزن، قد، طول پا، عرض زانو، فاصله بین خار خاصره فوقانی قدامی چپ و راست، عرض مچ پا سمت راست و چپ بدن به عنوان داده‌های مورد نیاز در برنامه نرم افزار Nexus وارد می‌شد. سپس آزمودنی در مسیر تعیین شده راه می‌رفت و تصویر مارکرها هنگام راه رفتن همراه با داده‌های صفحه نیرو ثبت می‌گردید. سپس اطلاعات به طور مجزا، یکبار به نرم افزار (Polygon UK) و بار دیگر به نرم افزار Visual 3D (c-motion USA) انتقال داده شد، نتایج دامنه حرکتی و گشتاور اعمال شده بر مفاصل مچ پا، زانو و ران با هر یک از این دو نرم‌افزار محاسبه گردید.

پس از کالیبراسیون دوربین‌ها و نصب مارکرها و الکترودها، آزمودنی در مسیر تعیین شده بدون کفش راه می‌رفت. راه رفتن آزمودنی‌ها ۵ بار تکرار گردید و در هر یک از متغیرهای مورد نظر، میانگین ۵ بار تکرار پای راست، برای محاسبات آماری در نظر گرفته شد.

نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو ویلکز انجام شد. اختلاف بین اطلاعات دو نرم افزار با استفاده از آزمون تی تست وابسته و تکرار پذیری نتایج با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون صورت گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها در محیط نرم‌افزار (SPSS-19 USA. Chicago) و $p<0/05$ صورت گرفت.

نتایج

جدول ۱ دامنه حرکتی مفاصل اندام تحتانی سمت راست را نشان می‌دهد. همان طوری که در جدول۱ مشاهده می‌شود دامنه حرکتی مچ

جدول ۱
مقایسه دامنه حرکتی زوایا حاصل از نرم‌افزار Polygon و Visual 3D (درجه)

مفصل	سطح حرکتی	Polygon	Visual 3D	Sig.
مچ پا	ساجیتال	۲۷/۲±۸/۸	۲۶/۲±۵/۶	۰/۶۹
	فرونتال	۴/۹±۱/۴	۶/۱±۲/۲	۰/۰۸
	هوریزنتال	۲۳/۸±۳/۳	۱۰/۶±۲/۴	۰/۰۰
زانو	ساجیتال	۵۳/۷±۸/۱	۵۷/۸±۶/۵	۰/۰۷
	فرونتال	۲۲/۱±۱۰/۲	۹/۸±۲/۸	۰/۰۰
	هوریزنتال	۲۰/۳±۸/۹	۳/۹±۱/۵	۰/۰۰
ران	ساجیتال	۴۳/۸±۴/۷	۴۴/۸±۴/۹	۰/۰۴
	فرونتال	۱۰/۹±۲/۷	۱۰/۸±۲/۹	۰/۸۴
	هوریزنتال	۲۴/۵±۵/۵	۹/۱±۲/۵	۰/۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

پا حاصل از دو نرم افزار Polygon و Visual 3D در صفحه ساجیتال و فرونتال بسیار نزدیک به هم بود و هیچ گونه تفاوت معنی‌داری بین خروجی دو نرم‌افزار مشاهده نشد. در صفحه هوریزنتال مقدار دامنه حرکتی مچ پا در نرم‌افزار Polygan حدود ۱۳/۲ درجه بیشتر از نرم‌افزار Visual 3D بود (p=۰/۰۰). در مفصل زانو، دامنه حرکتی در صفحات فرونتال و هوریزنتال حاصل از نرم‌افزار Polygon به طور معنی‌داری به ترتیب ۱۲/۳ درجه و ۱٦/٤ درجه از نرم افزار Visual 3D بیشتر بود.

دامنه حرکتی مفصل ران در صفحه هوریزنتال حاصل از نرم‌افزار Polygon، ۱۵/٤ درجه از خروجی حاصل از نرم افزار Visual 3D بیشتر بود.

جدول ۲ گشتاور مفاصل اندام تحتانی سمت راست بین دو خروجی حاصل از نرم‌افزار Polygon و Visual 3D را نشان می‌دهد. همان طوری که مشاهده می‌شود گشتاور دورسی فلکسوری و چرخش داخلی حاصل از نرم‌افزار Polygon و Visual 3D هیچ گونه تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند؛ اما تفاوت معنی داری در گشتاور پلنتار فلکسوری، اینورتوری، اورتوری و چرخش خارجی بین خروجی دو نرم‌افزار مشاهده شد (p<۰/۰۵). گشتاور پلنتار فلکسوری (۰/۷٤ Nm/kg)، گشتاور اینورتوری (۰/۰۱ Nm/kg)، گشتاور اورتوری (۰/۱٤ Nm/kg) و گشتاور چرخش خارجی (۰/۱٦ Nm/kg) خروجی نرم‌افزار Visual 3D به طور معنی‌داری از خروجی نرم افزار Polygon بیشتر بود.

در مفصل زانو، هیچ گونه تفاوت معنی‌داری در گشتاور اکستنسوری، فلکسوری، اداکتوری و چرخش داخلی دو نرم‌افزار مشاهده نشد. اما تفاوت معنی‌داری در گشتاور ابداکتوری و چرخش خارجی بین خروجی دو نرم‌افزار مشاهده شد (p=۰/۰۱). گشتاور ابداکتوری حاصل از نرم‌افزار Visual 3D (۰/۲۵ Nm/kg) به طور معنی‌داری بیشتر از خروجی نرم‌افزار Polygon بود، و گشتاور چرخش خارجی حاصل از نرم‌افزار Polygon (۰/۰۱ Nm/kg) به طور معنی‌داری بیشتر از خروجی نرم‌افزار Visual 3D بود.

گشتاور ابداکتوری و اداکتوری مفصل ران، حاصل از دو نرم افزار هیچ گونه تفاوت معنی‌داری نشان نداد (p>۰/۰۵). تفاوت معنی‌داری در

جدول۲
مقایسه گشتاور مفاصل اندام تحتانی سمت راست بین دو روش Polygon و Visual 3D(Nm/kg)

مفصل	عضله	Polygon	Visual 3D	Sig.
مچ پا	پلنتار فلکسور	۰/۸۳±۰/۲۴	۱/۳۷±۰/۴	۰/۰۰
	دورسی فلکسور	۰/۳۲±۰/۱۲	۰/۳۵±۰/۲	۰/۶۵
	ابداکتور	۰/۰۹±۰/۱۱	۰/۱±۰/۱۳	۰/۰۱
	اداکتور	۰/۱۶±۰/۰۹	۰/۳±۰/۰۸	۰/۰۰
	چرخش داخلی	۰/۰۴±۰/۰۴	۰/۰۲±۰/۰۱	۰/۱۸
	چرخش خارجی	۰/۱۷±۰/۰۴	۰/۳۳±۰/۰۹	۰/۰۰
زانو	اکستنسور	۱/۶±۰/۴۴	۱/۷±۰/۵۰	۰/۷۳
	فلکسور	۰/۳۳±۰/۰۹	۰/۳۹±۰/۰۳	۰/۵۱
	ابداکتور	۰/۰۹±۰/۰۵	۰/۰۸±۰/۰۵	۰/۲۸
	اداکتور	۰/۷۳±۰/۲۹	۰/۹۸±۰/۱۴	۰/۰۱
	چرخش داخلی	۰/۱۹±۰/۰۶	۰/۲۷±۰/۱۸	۰/۱۸
	چرخش خارجی	۰/۰۳±۰/۰۲	۰/۱۹±۰/۱۳	۰/۰۲
ران	فلکسور	۰/۵۱±۰/۱۶	۰/۴۱±۰/۱۱	۰/۰۱
	اکستنسور	۰/۹۴±۰/۳۶	۱/۵±۰/۴۱	۰/۰۰
	ابداکتور	۱/۸±۰/۱۴	۱/۶±۰/۴۹	۰/۳۰
	اداکتور	۰/۱۴±۰/۰۶	۰/۳۵±۰/۳۴	۰/۰۷
	چرخش داخلی	۰/۰۸±۰/۰۴	۰/۴۹±۰/۲۲	۰/۰۰
	چرخش خارجی	۰/۳۷±۰/۱۲	۰/۲۳±۰/۲۰	۰/۰۳

www.SID.ir

Archive of SID

سایر گشتاور های مفصل ران شامل: گشتاور اکستنسوری، فلکسوری، چرخش داخلی و چرخش خارجی مشاهده شد(p<۰/۰۵). گشتاور اکستنسوری و چرخش داخلی حاصل از نرم افزار Visual 3D به ترتیب (۰/۵٦ Nm/kg) و (۰/٤۱ Nm/kg) به طور معنی‌داری از گشتاور حاصل از نرم افزار Polygon بیشتر بود. گشتاور فلکسوری و چرخش خارجی حاصل از نرم‌افزار Polygon به ترتیب (۰/۱۰ Nm/kg) و (۰/۱٤ Nm/kg) به طور معنی‌داری از گشتاور حاصل از نرم‌افزار Visual 3D بیشتر بود.

جدول ۳ ضریب همبستگی درون گروهی دامنه حرکتی مفاصل اندام تحتانی بین دو نرم افزار Polygon و Visual 3D را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود ضریب همبستگی درون گروهی دامنه حرکتی مفاصل اندام تحتانی خروجی نرم‌افزار Polygon بین ۹۰ درصد تا ۹۹ درصد و بالا بود. بیشترین ضریب همبستگی درون گروهی دامنه حرکتی مفاصل اندام تحتانی خروجی نرم‌افزار Polygon مربوط به دامنه حرکتی صفحه ساجیتال مفصل زانو و به میزان ۹۹ درصد و کمترین ضریب همبستگی درون گروهی دامنه حرکتی مربوط به دامنه حرکتی صفحه هوریزنتال مفصل مچ پا و به میزان ۹۰ درصد بود. متوسط ضریب همبستگی درون گروهی دامنه حرکتی خروجی Polygon در صفحه ساجیتال ۹۷/۳ درصد، در صفحه فرونتال ۹۷ درصد و در صفحه هوریزنتال ۹٤ درصد بود. کمترین ضریب همبستگی درون گروهی خروجی نرم‌افزار Polygon در صفحه ساجیتال ۹٦ درصد، در صفحه فرونتال ۹۵ درصد و در صفحه هوریزنتال ۹۰ درصد بود.

همچنین ضریب همبستگی درون گروهی دامنه حرکتی مفاصل اندام تحتانی خروجی نرم افزار Visual 3D بین ۸۲ درصد تا ۹۹ درصد و بالا بود. بیشترین ضریب همبستگی درون گروهی دامنه حرکتی مفاصل اندام تحتانی خروجی نرم افزار Visual 3D مربوط به دامنه حرکتی صفحه ساجیتال مفصل مچ پا و به میزان ۹۹ درصد و کمترین ضریب همبستگی درون گروهی دامنه حرکتی مربوط به دامنه حرکتی صفحه هوریزنتال مچ پا و به میزان ۸۲ درصد بود. متوسط ضریب همبستگی درون گروهی دامنه حرکتی خروجی Visual 3D در صفحه ساجیتال ۹۷/٦ درصد، در صفحه فرونتال ۹٤/۷ درصد و در صفحه هوریزنتال ۸۷/۳ درصد بود. کمترین ضریب همبستگی درون گروهی خروجی نرم‌افزار Visual 3D در صفحه ساجیتال ۸۲ درصد، در صفحه فرونتال ۹۷ درصد و در صفحه هوریزنتال ۸۲ درصد بود. در خروجی حاصل از نرم افزار Polygon، ضریب همبستگی درون گروهی دامنه حرکتی مفصل مچ پا در صفحه فرونتال ۵ درصد، در صفحه هوریزنتال ۸ درصد، در مفصل زانو در صفحه ساجیتال و فرونتال ۱ درصد، در مفصل ران در صفحه فرونتال ۱ درصد و صفحه هوریزنتال ۱٤ درصد از خروجی روش Visual 3D بیشتر بود و در خروجی نرم افزار Polygon، ضریب همبستگی درون گروهی دامنه حرکتی در مفصل مچ پا در صفحه ساجیتال ۲ درصد، و در مفصل زانو در صفحه هوریزنتال ۲ درصد کمتر از خروجی نرم افزار Visual 3D بود.

جدول ٤ ضریب همبستگی درون گروهی گشتاور مفاصل اندام تحتانی بین خروجی دو نرم افزار Polygon وVisual 3D را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود ضریب همبستگی درون گروهی گشتاور مفاصل اندام تحتانی خروجی نرم افزار Polygon

جدول ۳

ضریب همبستگی درون‌گروهی دامنه حرکتی مفاصل اندام تحتانی بین دو نرم‌افزار Polygon و Visual 3D

مفصل	محور	Polygon	Visual 3D
مچ پا	X	۰/۹۷	۰/۹۹
	Y	۰/۹۸	۰/۹۳
	Z	۰/۹۰	۰/۸۲
زانو	X	۰/۹۹	۰/۹۸
	Y	۰/۹۸	۰/۹۷
	Z	۰/۹۶	۰/۹۸
ران	X	۰/۹۶	۰/۹۶
	Y	۰/۹۵	۰/۹۴
	Z	۰/۹۶	۰/۸۲

www.SID.ir

Archive of SID

بین ۸۳ درصد تا ۹۸ درصد و بالا بود. کمترین ضریب همبستگی درون گروهی خروجی نرم‌افزار Polygon مربوط به گشتاور چرخش خارجی زانو و به مقدار۸۳ درصد و بیشترین ضریب همبستگی درون گروهی مربوط به گشتاور پلنتار فلکسوری مچ پا و اکستنسوری زانو و به میزان ۹۸ درصد بود. متوسط ضریب همبستگی درون گروهی گشتاورهای خروجی Polygon در صفحه ساجیتال ۹۶/۷ درصد، در صفحه فرونتال ۹۲/۷ درصد و در صفحه هوریزنتال ۹۰/۷ درصد بود. کمترین ضریب همبستگی درون گروهی خروجی نرم‌افزار Polygon در صفحه ساجیتال ۹۵ درصد و مربوط به گشتاور فلکسور زانو، در صفحه فرونتال ۸۶ درصد و مربوط به گشتاور ابداکتور ران و در صفحه هوریزنتال ۸۳ درصد و مربوط به چرخش خارجی زانو بود. ضریب همبستگی درون گروهی گشتاور مفاصل اندام تحتانی خروجی نرم‌افزار Visual 3D بین ۷۸ درصد تا ۹۹ درصد و بالا بود. کمترین ضریب همبستگی درون گروهی خروجی نرم افزار Visual 3D مربوط به گشتاور فلکسوری ران و به میزان ۷۸ درصد و بیشترین ضریب همبستگی درون گروهی مربوط به گشتاور فلکسوری زانو و به میزان ۱۰۰ درصد بود. متوسط ضریب همبستگی درون گروهی گشتاورهای خروجی Visual 3D در صفحه ساجیتال ۹۳/۸ درصد، در صفحه فرونتال ۹۲/۷ درصد و در صفحه هوریزنتال ۹۵/۰ درصد بود. کمترین ضریب همبستگی درون گروهی خروجی نرم افزار Visual 3D در صفحه ساجیتال ۷۸ درصد و مربوط به گشتاور فلکسور ران، در صفحه فرونتال ۷۸ درصد درصد و مربوط به گشتاور اداکتور زانو و در صفحه هوریزنتال ۸۴ درصد و مربوط به چرخش داخلی مچ پا بود. ضریب همبستگی خروجی نرم افزار Polygon در گشتاور پلنتارفلکسوری (۱ درصد)، گشتاور چرخش داخلی (۹ درصد) در مفصل مچ پا، گشتاور اکستنسوری (۲ درصد)، گشتاور ابداکتوری و اداکتوری (۸ درصد) در مفصل زانو، گشتاور فلکسوری (۱۸ درصد) و گشتاور اکستنسوری (۳ درصد) در مفصل ران بیشتر از خروجی Visual 3D بود. ضریب همبستگی خروجی نرم افزار Visual 3D در گشتاور دورسی فلکسوری (۲ درصد)، گشتاور اینورتوری (۶ درصد) گشتاور اورتوری (۲ درصد) و گشتاور چرخش خارجی (۸ درصد) در مفصل مچ پا، گشتاور فلکسوری (۵ درصد)، گشتاور چرخش داخلی (۲ درصد) و خارجی (۱۵ درصد) در مفصل زانو، گشتاور ابداکتوری (۱۱ درصد) و گشتاور اداکتوری (۱۶ درصد)، گشتاور چرخش داخلی (۶ درصد) و گشتاور چرخش خارجی (۴ درصد) در مفصل ران بیشتر از خروجی Polygon بود.

جدول ۴

ضریب همبستگی گشتاور مفاصل اندام تحتانی بین دو نرم‌افزار Polygon و Visual 3D

عضله	مچ پا		زانو		ران	
	Polygon	Visual 3D	Polygon	Visual 3D	Polygon	Visual 3D
فلکسور	۰/۹۷	۰/۹۹	۰/۹۵	۱۰۰	۰/۹۶	۰/۷۸
اکستنسور	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۳
ابداکتور(اینونتور)	۰/۹۰	۰/۹۶	۰/۹۸	۰/۹۱	۰/۸۶	۰/۹۷
اداکتور(اورتور)	۰/۹۷	۰/۹۹	۰/۹۶	۰/۷۸	۰/۸۹	۰/۹۵
چرخاننده داخلی	۰/۹۳	۰/۸۴	۰/۹۵	۰/۹۷	۰/۹۲	۰/۹۸
چرخاننده خارجی	۰/۸۶	۰/۹۴	۰/۸۳	۰/۹۸	۰/۹۵	۰/۹۹

بحث

امروزه دستگاه‌های تحلیل حرکت به طور گسترده‌ای جهت اهداف بالینی و تحقیقی استفاده می‌شود. علی‌رغم پیشرفت‌های زیاد صورت گرفته در این حوزه، اما استفاده از دستگاه‌های مختلف، مدل‌های مختلف مارکرگذاری، نرم‌افزارها، آزمودنی‌ها و آزمون‌گرهای متفاوت، نتایج متفاوت از تحقیقات مشابه در این زمینه را رقم زده است. بنابراین پراکندگی نتایج حاصل از تحقیقات متفاوت در زمینه تحقیقی مشابه را باعث شده است و نمی‌توان با اطمینان بالایی به نتایج استناد کرد. تحقیقات پیشین به بررسی تکرارپذیری نتایج حاصل از مدل‌های مارکرگذاری، آزمودنی‌ها، آزمونگرهای متفاوت پرداخته است، اما بر اساس اطلاعات نویسندگان مقاله حاضر، تحقیقی که نتایج خروجی نرم‌افزارهای متفاوت حاصل از روش اندازه‌گیری یکسان را بررسی کرده باشد، وجود ندارد. بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی و مقایسه تکرارپذیری پارامترهای کینماتیکی و کینتیکی نتایج خروجی نرم‌افزار Polygon و Visual 3D حاصل از

www.SID.ir

Archive of SID

یک روش اندازه‌گیری صورت پذیرفت.

نتایج نشان داد که دامنه حرکتی مفصل مچ پا و زانو، خروجی نرم‌افزار Polygon و Visual 3D در صفحه ساجیتال مشابه بود و هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. دامنه حرکتی مفاصل زانو در صفحه فرونتال، خروجی نرم‌افزار Polygon ۱۲/۳ درجه و به طور معنی‌داری از خروجی نرم افزار Visual 3D بیشتر بود. همچنین دامنه حرکتی مفاصل مچ پا، زانو و ران در صفحه هوریزنتال خروجی نرم‌افزار Polygon به طور متوسط ۱۵ درجه و به طور معنی داری از خروجی نرم افزار Visual 3D بیشتر بود.

در تحقیق حاضر متوسط دامنه حرکتی مچ پا در صفحه ساجیتال (۲۷ درجه)، زانو (٥٦ درجه) و ران (٤٤ درجه) به دست آمد، که با نتایج به دست آمده در دیگر تحقیقات (١٤, ١٧) مشابهت دارد. Sofuwa و همکاران (١٤) نتایج گرفته شده به وسیله سیستم تحلیل حرکتی Vicon را با استفاده از نرم افزار Polygon مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند، همچنین Ko و همکاران (۱۷) اطلاعات گرفته شده به وسیله سیستم تحلیل حرکتی Vicon را با استفاده از نرم افزار Visual 3D تحلیل کردند و خروجی نتایج دامنه حرکتی صفحه ساجیتال مفاصل مچ پا، زانو و ران در هر دو نرم‌افزار بسیار به هم نزدیک بود و اختلاف معنی‌داری نداشت. نتایج تحقیق حاضر و نتایج تحقیقات گذشته نشان می‌دهد خروجی دامنه حرکتی هر دو نرم‌افزار Polygon و Visual 3D در صفحه ساجیتال، در مفاصل اندام تحتانی قابل استناد می‌باشد. لیکن نتایج این تحقیق نشان داد خروجی دامنه حرکتی مفاصل مچ پا، زانو و ران در صفحه هوریزنتال در خروجی نرم افزار Polygon به طور معنی‌داری از نرم افزار Visual 3D بیشتر بود.

نتایج نشان داد گشتاور پلنتار فلکسوری، ابداکتوری، اداکتوری و چرخش خارجی در مفصل مچ پا، گشتاور اداکتوری و چرخش خارجی در مفصل زانو، گشتاور اکستنسوری و چرخش داخلی در مفصل ران خروجی Visual 3D به طور معنی‌داری از خروجی Polygon بیشتر بود. گشتاور فلکشن مفصل ران و گشتاور چرخش خارجی مفصل ران خروجی Polygon به طور معنی‌داری از خروجی Visual 3D بیشتر بود. نتایج تحقیقات گذشته گشتاور پلنتار فلکشن را بین (Nm/kg ۰/۰۹ و ۱/٦) گزارش کردند (١٤, ١٥, ١٧, ١٨). نتایج گشتاور پلانتار فلکشن مفصل مچ پا، خروجی نرم‌افزار Visual 3D با نتایج حاصل از تحقیقات گذشته همخوانی دارد. تحقیقات گذشته گشتاور فلکسوری مفصل ران را بین (Nm/kg ۰/۲۷-۰/٤) گزارش کردند که نشان می‌دهد نتایج خروجی نرم‌افزار Visual 3D در این محدوده قرار داشت. گشتاور اکستنسوری مفصل ران در تحقیقات گذشته بین (Nm/kg ۰/۵۰-۱/۲) گزارش شد و نشان می‌دهد نتایج گشتاور اکستنسوری ران خروجی نرم‌افزار Polygon در این دامنه قرار دارد و نتایج گشتاور خروجی نرم افزار Visual 3D خارج از این دامنه است.

نتایج همچنین نشان داد هر چند ضریب همبستگی درون گروهی دامنه حرکتی بین تکرارهای مختلف، خروجی هر دو نرم‌افزار Polygon و Visual 3D بین ۸۲ درصد تا ۹۹ درصد و بالا بود اما ضریب همبستگی درون گروهی دامنه حرکتی، خروجی نرم‌افزار Polygon در اکثر صفحات حرکتی، به جز صفحه ساجیتال مچ پا و صفحه هوریزنتال مفصل زانو، بین ۱ درصد تا ١٤ درصد از خروجی نرم‌افزار Visual 3D بیشتر بود. کمترین ضریب همبستگی درون گروهی دامنه حرکتی، خروجی هر دو نرم افزار مربوط به دامنه حرکتی صفحه هوریزنتال مچ پا بود و با نتایج Kadaba و همکاران (۱۹) که نشان دادند دامنه حرکتی صفحه هوریزنتال مفصل مچ پا، کمترین ضریب همبستگی را نسبت به سایر مفاصل اندام تحتانی داشت، تطابق دارد. همچنین بیشترین ضریب همبستگی درون‌گروهی دامنه حرکتی، به حرکات صفحه ساجیتال اندام تحتانی مربوط بود که با نتایج Kadaba و همکاران (۱۹) و Growney و همکاران (۲۰) همخوانی دارد.

اما به طور کلی ضریب همبستگی درون‌گروهی گشتاور اکستنسوری تمامی مفاصل اندام تحتانی، خروجی نرم‌افزار Polygon به طور متوسط (۲ درصد) از خروجی نرم‌افزار Visual 3D بیشتر بود، در حالی که ضریب همبستگی درون‌گروهی گشتاور چرخشی تمامی مفاصل اندام تحتانی، خروجی نرم‌افزار Visual 3D به طور متوسط (۷درصد)، همچنین ضریب همبستگی درون‌گروهی گشتاور ابداکتوری و اداکتوری مفاصل مچ پا و ران، خروجی نرم‌افزار Visual 3D به طور متوسط (۸ درصد) از خروجی نرم‌افزار Polygon بیشتر بود. به طور کلی ضریب همبستگی درون‌گروهی گشتاورهای خروجی نرم‌افزار Polygon در صفحه ساجیتال از صفحات فرونتال و هوریزنتال بیشتر بود و در نرم‌افزار Visual 3D، ضریب همبستگی درون‌گروهی گشتاورها در صفحه هوریزنتال از دیگر صفحات بیشتر بود. نتایج مطالعات Kadaba و همکاران (۱۹)

www.SID.ir

Archive of SID

نیز نشان داد که تکرارپذیری داده‌ها درصفحه ساجیتال از صفحه هوریزنتال و فرونتال بیشتر بود که با نتایج حاصل از خروجی نرم‌افزار Polygon مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری نهایی

ضریب همبستگی درون گروهی دامنه حرکتی، هر دو نـرم‌افـزار Polygon وVisual 3D بالا بود. نتایج دامنه حرکتی صفحه ساجیتال هر دو نرم‌افزار Polygon و Visual 3D مشابه بود. نتایج دامنه حرکتی صفحه فرونتال و هوریزنتال و گشتاور مچ پا بین دو نرم افزار Polygon و Visual 3D متفاوت بود.

تشکر و قدردانی

مؤلفین این مقاله تشکر صمیمانه خود را به خاطر همکاری بیماران پارکینسون و خانواده آن‌ها اظهار می‌نمایند. همچنین از دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان به خاطر حمایت‌ها و تأمین تجهیزات آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی تقدیر به عمل می‌آید.

References

1. Alton F, Baldey L, Caplan S, Morrissey M. A kinematic comparison of overground and treadmill walking. Clin Biomech 1998;13(6):434-40.

2. Kadaba MP, Ramakrishnan H, Wootten M. Measurement of lower extremity kinematics during level walking. J Orthopaed Res 1990;8(3):383-92.

3. Hunt MA, Simic M, Hinman RS, Bennell KL, Wrigley TV. Feasibility of a gait retraining strategy for reducing knee joint loading: increased trunk lean guided by real-time biofeedback. J Biomech 2011;44(5):943-7.

4. Thorstensson C, Henriksson M, von Porat A, Sjödahl C, Roos E. The effect of eight weeks of exercise on knee adduction moment in early knee osteoarthritis–a pilot study. Osteoarthr Cartilage 2007;15(10):1163-70.

5. Ferrari A, Benedetti MG, Pavan E, Frigo C, Bettinelli D, Rabuffetti M, et al. Quantitative comparison of five current protocols in gait analysis. Gait posture 2008;28(2):207-16.

6. Chiari L, Croce UD, Leardini A, Cappozzo A. Human movement analysis using stereophotogrammetry: Part 2: Instrumental errors. Gait posture 2005;21(2):197-211.

7. Della Croce U, Leardini A, Chiari L, Cappozzo A. Human movement analysis using stereophotogrammetry: Part 4: assessment of anatomical landmark misplacement and its effects on joint kinematics. Gait posture 2005;21(2):226-37.

8. Oeffinger DJ, Augsburger S, Cupp T. Pediatric kinetics: age related changes in able-bodied populations. Gait Posture 1997;5(2):155-6.

9. Della Croce U, Cappozzo A, Kerrigan DC. Pelvis and lower limb anatomical landmark calibration precision and its propagation to bone geometry and joint angles. Med Biol Eng Comput 1999;37(2):155-61.

10. Noonan KJ, Halliday S, Browne R, O›Brien S, Kayes K, Feinberg J. Interobserver variability of gait analysis in patients with cerebral palsy. J Pediatr Orthoped 2003;23(3):279-87.

11. Gorton G, Hebert D, Goode B. Assessment of the kinematic variability between twelve Shriners motion analysis laboratories Part 2: short-term follow up. Gait Posture 2002;16(S1):S65-6.

12. ESHRAGHI A. Vicon Motion System. 2014.

13. Davis III RB, Ounpuu S, Tyburski D, Gage JR. A gait analysis data collection and reduction technique. Hum Movement Sci 1991;10(5):575-87.

14. Sofuwa O, Nieuwboer A, Desloovere K, Willems A-M, Chavret F, Jonkers I. Quantitative gait analysis in Parkinson's disease: comparison with a healthy control group. Arch Phys Med Rehab 2005;86(5):1007-13.

15. Kerrigan DC, Lee LW, Nieto TJ, Markman JD, Collins JJ, Riley PO. Kinetic alterations independent of walking speed in elderly fallers. Arch Phys Med Rehab 2000;81(6):730-5.

16. Ferrarin M, Lopiano L, Rizzone M, Lanotte M, Bergamasco B, Recalcati M, et al. Quantitative analysis of gait in Parkinson›s disease: a pilot study on the effects of bilateral sub-thalamic stimulation. Gait posture 2002;16(2):135-48.

17. Ko S-u, Ling SM, Schreiber C, Nesbitt M, Ferrucci L. Gait patterns during different walking conditions in older adults with and without knee osteoarthritis—Results from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. Gait posture 2011;33(2):205-10.

18. Lee M, Kim J, Son J, Kim Y. Kinematic and kinetic analysis during forward and backward walking. Gait posture 2013;38(4):674-8.

19. Kadaba M, Ramakrishnan H, Wootten M, Gainey J, Gor-

www.SID.ir

Archive of SID

ton G, Cochran G. Repeatability of kinematic, kinetic, and electromyographic data in normal adult gait. J Orthopaed Res 1989;7(6):849-60.

20. Growney E, Meglan D, Johnson M, Cahalan T, An K-N. Repeated measures of adult normal walking using a video tracking system. Gait Posture 1997;6(2):147-62.

www.SID.ir

Archive of SID

JSB J Sport Biomech 2014 December; 1 (1): 45-55 Original Article

Comparing the Kinematics and Kinetics Variables in the Outputs of Polygan and Visual 3D Softwares

Keyvan Sharifmoradi[1]*, Nader Farahpour[2,3], Mohammad Taghi Karimi[4], Mostafa Kamali[4]

1. Department of physical education and sport science, human science faculty, university of kashan, Iran.
2. Department of sport Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran.
3. Department of physical education and sport science, Islamic Azad university of Hamedan branch, Hamedan, Iran.
4. Department of Orthotics and Prosthetics, Rehabilitation Faculty, Musculoskeletal Research Centre, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

* Corresponding author:
Faculty Department of physical education and sport science, human science faculty, university of kashan
Tel: 09138160103
Email: ksharifmoradi@gmail.com

Abstract

Received: Oct. 06, 2014 Accepted: Jan. 16, 2015

Objective: Many factors affect kinematic and kinetic body movements. The effects of kind of software on kinematics and kinetics output has not been assessed yet. The aim of this study was to compare the kinematics and kinetics variable between the output of Polygan and Visual 3D softwares.

Methods: twelve subjects (age=59.8±7.8 year, height=1.7±0.1 m, weight=70±10.4 kg and Body Mass Index= 25.6±3.4) participated in this study. A Vicon motion analysis system with four cameras as well as two Kistler force plates were used to measure the kinematics and kinetics variables during the gait. For statistical analysis independent samples test and Pearson correlation coefficient test were used. The type one error was set at $\alpha<0.05$.

Results: The range of motion for ankle horizontal plan, knee horizontal and frontal plans, and hip horizontal and sagittal plans was different between the Polygan and Visual 3D software. There was also a significant difference between the Polygan and Visual 3D software in moment of the ankle in sagittal, frontal and horizontal plan, knee horizontal and frontal plans, and hip horizontal and sagittal plans. The Interclass Correlation Coefficient was 83%-99% for range of motion and 78%-99% for moment.

Conclusion: Interclass Correlation Coefficient was high for the kinetics and kinematics output of the Polygan and Visual 3D software. The range of motion for sagittal plan between the Polygan and Visual 3D software was the same. The frontal and horizontal range of motion and all plans of the moment of ankle were different between the Polygan and Visual 3D software.

Key words: Kinematic, Kinetic, Gait, Polygan, Visual 3D.

مجله بیومکانیک ورزشی، آذر ۱۳۹۳، دوره ۱، شماره ۱، ۴۵ تا ۵۵

www.SID.ir

Archive of SID

آقای دکتر کیوان شریف مرادی، متولد سال ۱۳۵۷ شهر کوهپایه استان اصفهان، فارغ‌التحصیل بیومکانیک ورزشی از گروه حرکت‌شناسی دانشگاه بوعلی سینا در سال ۱۳۹۳، وی در حال حاضر استادیار گروه تربیت‌بدنی دانشگاه کاشان و مدرس درس‌های بیومکانیک و حرکت‌شناسی در این دانشگاه می‌باشد. زمینه تحقیقاتی ایشان، ارزیابی راه رفتن افراد سالمند، فعالیت عضلانی اندام تحتانی، تعادل و کنترل پوسچر می‌باشد. وی دارای ۵ مقاله علمی پژوهشی به زبان فارسی و ۱ مقاله به زبان انگلیسی می‌باشد.

پروفسور نادر فرهپور، در سال ۱۹۹۶ درجه دکتری خود در رشته بیومکانیک را از دانشگاه مونترال دریافت کرد و در سال ۱۹۹۷ نیز در گروه ارتوپدی دانشکده پزشکی همان دانشگاه دوره فوق دکتری را تکمیل نمود. در سال ۲۰۰۵-۲۰۰۶ نیز هیئت علمی نیمه وقت گروه حرکت‌شناسی در دانشگاه اوتاوا در کشور کانادا گردید. در حال حاضر ایشان استاد تمام گروه بیومکانیک ورزشی در دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه بوعلی سینا و عضو هیئت علمی نیمه وقت دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان می‌باشد. زمینه تحقیقاتی ایشان، تجزیه و تحلیل راه رفتن در جمعیت‌های کلینیکی، عملکرد عضلات تنه در بیماران اسکولیوز، بیومکانیک مفصل شانه در ورزشکاران و تعادل و کنترل پوسچر می‌باشد. ایشان دارای بیش از ۶۰ مقاله عملی پژوهشی به زبان فارسی و ۹ مقاله مقاله نمایه شده در مجلات انکلیسی زبان می‌باشد.

آقای دکتر محمد تقی کریمی متولد ۱۳۵۷ شهر آباده استان فارس، دارای مدرک دکتری تخصصی در رشته Bioengineering(۲۰۱۰)، از دانشگاه استراسکلاید شهر گلاسکو انگلستان، وی عضو بنیاد ملی نخبگان ایران، دانشیار گروه آموزشی ارتوپدی فنی، مدیر گروه رشته ارتوپدی فنی، عضو گروه مرکز اختلالات اسکلتی عضلانی و مدرس دروس بیومکانیک اندام تحتانی، بیومکانیک اندام فوقانی، بیومکانیک ستون مهره، ارتوز پیشرفته در مقطع کارشناسی ارشد در دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می‌باشد. زمینه تحقیقاتی ایشان طراحی ارتوز و پروتز برای افراد ناتوان، ارزیابی عملکرد افراد دارای اختلالات عضلانی اسکلتی، راه رفتن، تعادل و تحلیل مصرف انرژی و مدل‌سازی سیستم عصبی عضلانی می‌باشد. دارای تعداد ٤٥ مقاله ISI چاپ شده در مجلات بین‌المللی و ۱۵ مقاله علمی-پژوهشی به زبان فارسی می‌باشد.

آقای مصطفی کمالی متولد سال ۱۳٦۷شهرستان اردکان استان یزد، دارای مدرک کارشناسی ارشد در رشته ارتوپدی فنی از دانشگاه علوم پزشکی اصفهان؛ وی عضو بنیاد ملی نخبگان ایران، عضو هیئت علمی گروه آموزشی ارتوپدی فنی، دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان و مدرس دروس حرکت‌شناسی، ارتوز و پروتز، معاینه و ارزیابی و آشنایی با طراحی و ساخت ارتوز می‌باشد. زمینه تحقیقاتی ایشان طراحی ارتوز و پروتز برای افراد ناتوان، ارزیابی عملکرد افراد دارای اختلالات عضلانی اسکلتی، راه رفتن، تعادل، تحلیل مصرف انرژی و مدل‌سازی سیستم عصبی عضلانی می‌باشد. ایشان دارای ٦ مقاله خارجی به زبان انگلیسی و ٦ مقاله علمی پژوهشی به زبان فارسی می‌باشد.

www.SID.ir