

اثر نشانه‌های کلامی- بینایی درونی و بیرونی طی تمرین ذهنی راه رفتن بر کینتیک اندام تحتانی سالمندان غیر فعال در مقایسه با سالمندان فعال

زهرا ابراهیمی حق^[۱]، حیدر صادقی^[۲]، افخم دانشفر^[۳]

^[۱] کارشناس ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز (نویسنده مسئول)؛ تلفن: ۰۹۱۲۶۲۰۴۹۱۰

نشانی پست الکترونیکی: zahra_ebrahimi_hagh@yahoo.com

^[۲] استاد دانشگاه خوارزمی

^[۳] استادیار دانشگاه الزهراء (س)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۴/۱۹ | تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۵/۱۲

چکیده

تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر نشانه‌های کلامی- بینایی درونی و بیرونی، طی تمرینات ذهنی راه رفتن بر توان مکانیکی عضلات اندام‌های تحتانی سالمندان غیر فعال و مقایسه با سالمندان فعال انجام شد. بدین منظور ۴۰ سالمند ۶۰ تا ۸۰ ساله (۲۰ فعال و ۲۰ غیر فعال) به طور هدف دار انتخاب شده و در یک طرح پیش آزمون و پس آزمون گروه‌های همسان شرکت کردند. پس از تمرینات اولیه تصویر سازی، شرکت کننده‌ها بر اساس امتیاز پرسشنامه MIQ-RS به دو گروه همسان تقسیم شده و به ۵ جلسه تصویر سازی راه رفتن روی چوب موازنه با نشانه‌های کلامی- بینایی بیرونی و درونی در مورد حرکات اندام تحتانی یا علائم روی چوب موازنه پرداختند. برای محاسبه توان عضلانی مفاصل اندام‌های تحتانی در پیش آزمون و پس آزمون، از دوربین‌های تحلیل حرکت و صفحه نیرو استفاده شد. مطابق نتایج تحلیل واریانس دو عاملی ترکیبی چند متغیری، اثر اصلی آزمون برای مفصل زانو و لگن معنی دار بود ($p < 0/025$)؛ ولی اثر اصلی نشانه‌ها و همچنین اثر متقابل آن دو بر توان‌های عضلانی معنی دار نبود ($p > 0/025$). بنابراین، ۵ جلسه تصویر سازی باعث افزایش توان عضلات زانو و لگن می شود؛ ولی جهت دهی توجه به نشانه‌های درونی و بیرونی تفاوتی را ایجاد نمی کند.

واژه‌های کلیدی: دستور العمل آموزشی، تصویر سازی، توجه، سالمندی، توان مکانیکی، گام برداری.

مقدمه

سالمندی^۱ دوره‌ای از زندگی انسان است که در طبقه‌بندی‌های رشدی، سن تقویمی ۶۰ سالگی به بعد را در بر می‌گیرد. جمعیت سالمندان به دلیل کاهش مولید، بهبود وضعیت بهداشت و افزایش امید به زندگی در حال افزایش است؛ به طوری که در سال ۲۰۰۲ حدود ۶۰۰ میلیون نفر از جمعیت جهان را افراد بالای ۶۰ سال تشکیل داده و پیش بینی می‌شود که این رقم در سال ۲۰۵۰ به دو میلیارد نفر افزایش می‌یابد (سازمان بهداشت جهانی^۲، ۲۰۰۲). نگرانی مربوط به افزایش هزینه‌های این قشر از جامعه، متخصصان را به تحقیقات گسترده روی سالمندان ترغیب نموده است. راه رفتن به عنوان یک مهارت جابجایی پایه، بیشترین بخش فعالیت‌های حرکتی روزمره انسان را به خود اختصاص می‌دهد (گوردون و همکاران، ۲۰۰۴). این مهارت که در دوره سالمندی با مشکلاتی همراه می‌شود به عنوان شاخصی برای تعیین میزان دستیابی به استقلال در انجام امور روزمره این گروه از جامعه محسوب می‌شود (صادقی، نقی‌نژاد، رجبی، ۱۳۸۷). کمبود کنترل و تعادل در طول راه رفتن زنان و مردان سالمند، یک عامل بالقوه سقوط محسوب می‌شود (صادقی، پرینس، زابجک و الارد، ۲۰۰۱). در سالمندی کارایی فرایندهای درگیر در حفظ تعادل و کنترل وضعیت قامت مثل قدرت عضلانی کاهش می‌یابد که به افزایش احتمال زمین خوردن منتج می‌شود. تجربه افتادن، خود باعث ترس از راه رفتن می‌گردد و در نهایت سبب انزوای اجتماعی و کاهش سطح کیفیت زندگی می‌شود (پین و ایساکس، ۲۰۱۲).

تحقیقات نشان داده است که توان عضلانی حاصل از اطلاعات کینتیکی و کینماتیکی، شاخص خوبی برای توانایی کنترل اندام تحتانی توسط فرد می‌باشد (صادقی و همکاران، ۲۰۰۲) و در پژوهش‌های مربوط به تعادل پویای سالمندان مورد بررسی قرار گرفته است. به عنوان مثال، وینتر و همکاران (۱۹۹۰) گزارش کردند که افراد مسن دارای طول گام کوتاه‌تر و زمان اتکای دوگانه طولانی‌تر، توان جلو رفتن کمتر و فرود کامل‌تر بر روی کف پا در مقایسه با افراد جوان هستند. مک‌رای و همکاران (۱۹۹۲) دریافتند که ضعف عضلانی در عضلات دور کننده ران، خم و باز کننده زانو و دورسی فلکسور میچ پا با خطر افتادن در هنگام حرکت و راه رفتن ارتباط دارد. لورد و همکاران (۱۹۹۶) با مطالعه انواع تمرین بدنی بر الگوهای راه رفتن در زنان سالمند دریافتند که تمرین می‌تواند سرعت راه رفتن و پارامترهای وابسته به آن، از جمله قدرت عضلات را افزایش دهند. کریجن و همکاران (۱۹۹۸) تاثیرات سن و سرعت راه رفتن را بر روی پارامترهای بیومکانیکی ۳۱ سالمند توانا و جوان بالغ بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که سن و سرعت بر پارامترهای حداکثر باز کردن ران، تیلت قدامی لگن و پلنتار فلکشن میچ پا اثر نداشت، ولی توان میچ پا تحت تاثیر سرعت‌های مختلف راه رفتن قرار گرفت. صادقی و همکاران (۲۰۰۱) بیان کردند که

1. Ageing

2. World health organization

در سالمندان توان عضلات ساجیتالی ران است که دوره اتکا و تعادل در حین راه رفتن را نسبت به افراد جوان تر تحت تاثیر قرار می دهد. نتایج تحقیق صادقی و همکاران (۲۰۰۴) نشان داد که علاوه بر اهمیت کنترل تعادل در راه رفتن شرکت کنندگان سالم، فعالیت عضلانی نقش مهمی را در جلو راندن بدن دارد. به نظر می رسد عدم تقارن راه رفتن در سالمندان مربوط به تولید انرژی متفاوت اندام های تحتانی در پیشروی است، در حالی که هر دو اندام همکاری مشابهی را در وظیفه کنترل تعادل ایجاد می کنند. کرکوود و همکاران (۲۰۰۷) نیز مطالعه ای برای تعیین دامنه حرکت، گشتاور نیرو، توان و کار مکانیکی انجام شده توسط مفاصل ران و زانوی سالمندان انجام دادند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که کل نیروی تولید شده توسط مفصل ران در حین راه رفتن بزرگ تر از مفاصل زانو بود. در مطالعه ای دیگر رییس و همکاران (۲۰۰۸) تاثیر تمرینات وایریشن^۱ بر توان و قدرت (ظرفیت تولید نیرو) ایزو کنتیک خم کننده ها و باز کننده های ران، زانو و مچ پای سالمندان را بررسی کرده، بهبود معنی داری را در توان و قدرت پلنتر فلکسورهای مچ پا مشاهده کردند، اما هیچ تفاوت معنی داری در قدرت و توان خم و باز کننده های ران مشاهده نکردند. این در حالی بود که توان خم و باز کننده های زانو بهبود یافت، ولی قدرت آن تغییر معنی داری پیدا نکرد. در تحقیقی که موناکو و همکاران (۲۰۰۹) انجام دادند، پارامترهای قدم و حداکثرهای الگوی کینماتیکی و کینتیکی دو گروه جوان و سالمند سالم مورد مقایسه قرار گرفت. یافته ها نشان داد که توان کانستریک ران و زانوی سالمندان در طول دوره اتکا بیشتر از جوانان بود. ولی کینتیک پلنتر فلکسورهای مچ سالمندان کمتر از جوانان بود. هر چند که تحقیقات بسیاری اثر انواع مداخلات فیزیکی بر توان عضلانی را تایید کرده اند، ولی اثر مداخله های ذهنی بر این متغیر خصوصاً طی گام برداری بسیار محدود است.

در حیطه روان شناسی ورزش، تمرین ذهنی^۲ و به طور خاص تصویر سازی ذهنی از مهارت های روانی محسوب می شوند که به دلیل تاثیر آن بر عملکرد حرکتی انسان، خصوصاً سالمندان، بسیار مورد توجه محققان واقع شده است (سلمانیان و فرخی، ۱۳۸۷). تصویر سازی ذهنی، علاوه بر این که برای یادگیری یک مهارت جدید سودمند است، ممکن است برای بازآموزی یک مهارت و همچنین بهتر شدن اجرای مهارت در توانبخشی نیز مفید باشد. شواهد علمی از تاثیر آشکار تصویر سازی ذهنی بر اجرا و یادگیری مهارت های حرکتی حمایت می کنند (فلتز و لاندرس، ۱۹۸۳؛ فلتز، لاندرس و بکر، ۱۹۸۸؛ مورفی، ۱۹۹۴؛ وینبرگ و گلد، ۲۰۰۳). تصویر سازی ذهنی یا به صورت خود تنظیم توسط ورزشکار یا بیمار و یا توسط مربی یا درمانگر با استفاده از دستورالعمل های آموزشی و یا نشانه های کلامی یا بینایی مختلف هدایت می شود. نقش جهت دهی توجه با استفاده از دستورالعمل ها یا نشانه های کلامی یا بینایی در تمرینات جسمانی به کرات

1. Vibration

2. Mental training

مورد بررسی قرار گرفته است (ولف و ویهلت، ۱۹۹۷؛ مک نوین، ولف و کارلسون، ۲۰۰۰؛ ولف، ۲۰۱۲؛ مگیل و اندرسون، ۲۰۱۳). بر اساس این تحقیقات، میزان سرعت یادگیری و اجرای بهینه مهارت بستگی به کانون توجه^۱ فرد دارد. کانون توجه درونی، متمرکز کردن توجه بر خود حرکات بدن در حین اجرا است و کانون توجه بیرونی، متمرکز کردن توجه بر اثرات حرکت فرد بر محیط است. بسیاری از تحقیقات مربوط به کانون توجه، برتری اثر کانون توجه بیرونی نسبت به درونی را بر اجرا و یادگیری مهارت‌های حرکتی نشان داده‌اند (ولف، ۲۰۱۲). در تحقیقی که باکر و همکاران در سال ۲۰۰۷ انجام دادند، تصویرسازی حرکتی و بینایی راه رفتن با راه رفتن واقعی مقایسه شد. نتایج نشان داد که با افزایش طول و کاهش عرض مسیر، زمان حرکت افزایش یافت، اما تاثیر پهنای مسیر بر زمان حرکت در تصویرسازی حرکتی و حرکت واقعی نسبت به تصویرسازی بینایی بسیار قوی‌تر بود. کالیاری (۲۰۰۸) با مطالعه کانون توجه طی تصویرسازی در نوجوانان مبتدی دریافت، اگر تمرکز تمرینات ذهنی روی اثرات بیرونی حرکت و مرتبط به تکنیک (مثل مسیر حرکت راکت) باشد، سودمندتر از تمرکز بر روی اثرات دورتر (مثل مسیر پیش‌بینی شده توپ) است. نتایج تحقیقات کوهن در سال ۲۰۱۰ نشان داد که بکارگیری کانون توجه درونی و بیرونی نسبت به عدم استفاده از آنها، تاثیرات معنی‌داری بر سرعت راه رفتن و نسبت پایداری راه رفتن^۲ و تغییرات زمان قدم^۳ داشت؛ ولی بین دو نوع کانون توجه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. با توجه به این که مطالعات محدودی بر روی اثر استفاده از نشانه‌های کلامی - بینایی درونی و بیرونی برای تغییر کانون توجه طی تصویرسازی ذهنی بر عملکرد حرکتی خصوصاً پارامترهای بیومکانیکی انجام شده است، تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر استفاده از نشانه‌های کلامی - بینایی درونی و بیرونی طی یک دوره تمرینات تصویرسازی ذهنی راه رفتن برای تغییر کانون توجه بر توان مکانیکی عضلات اندام‌های تحتانی سالمندان حین گام‌برداری و مقایسه با پارامتر مربوطه در سالمندان فعال انجام شد.

روش

شرکت‌کننده‌ها: شرکت‌کننده‌های این تحقیق نیمه تجربی، ۴۰ سالمند (۱۰ مرد و ۱۰ زن سالمند توانای غیرفعال و ۱۰ مرد و ۱۰ زن سالمند توانای فعال) با میانگین سن $68/45 \pm 5/57$ سال بودند که از جامعه سالمندان تهرانی ۸۰-۶۰ ساله که به طور مستقل قادر به راه رفتن و انجام فعالیت‌های روزانه خود بودند، به صورت هدف‌دار انتخاب شدند. با توجه به ماهیت و هدف پژوهش، پس از فراخوان شرکت در پژوهش از طریق کانون جهان‌دیدگان شهر تهران در سطح پارک‌های شهر

1. Attentional focus
2. Gait stability ratio
3. Step time variance

تهران و از بین چهارصد داوطلب سالمی که قصد شرکت در مطالعه حاضر را داشتند، تعداد ۴۰ نفر واجد شرایط بودند که با اعلام رضایت خود و مجوز پزشک مربوطه، از خانه سلامت پارک تسلیحات انتخاب شدند. در گروه فعال، میانگین شاخص توده بدن ($28/2 \pm 3/9$)، وزن ($11/2 \pm$) $74/3$ کیلوگرم و قد ($1/62 \pm 0/09$) متر و در گروه غیرفعال، میانگین شاخص توده بدن ($3/8 \pm$) $26/3$ ، وزن ($10/6 \pm$) $68/2$ کیلوگرم و قد ($1/61 \pm 0/09$) متر بود. هیچ کدام از شرکت کنندگان سابقه قبلی بیماری‌های اسکلتی-عضلانی و عصبی، دردهای محدود کننده فعالیت‌های روزانه، مشکلات شنوایی، بینایی و سیستم دهلیزی، پارکینسون، مشکلات ذهنی و عدم هوشیاری، آلزایمر و یا بیماری‌های مزمن استخوانی (ارتروپدی) مثل آسیب یا جراحی جدید که الگوی راه رفتن آنها را تحت تاثیر قرار بدهد، نداشتند.

ابزار: برای تعیین سابقه سلامتی شرکت کنندگان از پرسشنامه اطلاعات فردی (پزشکی/سلامتی/تغذیه ای) و گزارش پزشک خانه سلامت استفاده شد. به منظور تعیین سالمندان فعال و غیرفعال، پرسشنامه فعالیت بدنی بک^۱ (بک، بورنما و فریجترس، ۱۹۸۲) شامل ۱۶ سؤال ۳، ۴ و ۵ ارزشی، در سه بخش فعالیت‌های شغلی، ورزشی و اوقات فراغت طی ۱۲ ماه گذشته مورد استفاده قرار گرفت. اعتبار نسبی این پرسشنامه بر اساس یادداشت‌های روزانه در افراد ۲۰ تا ۷۰ ساله در حد متوسط و پایایی زمانی هر سه بخش آن در حد خوب ($0/7$ تا $0/9$) گزارش شده است (پولز و همکاران، ۱۹۹۵). طی بررسی اعتبار همزمان این پرسشنامه در مقایسه با روش آب نشان‌دار در سالمندان، این پرسشنامه برای طبقه بندی سالمندان به گروه‌های فعال و غیرفعال مناسب معرفی شده است. در ایران، این پرسشنامه ترجمه شده و اعتبار منطقی (صوری) آن بررسی شده است (آذرپیرا، ۱۳۸۹).

پرسشنامه تجدید نظر شده تصویرسازی حرکت^۲ (MIQ-RS) (گرگ، هال و باتلر، ۲۰۱۰) به منظور سنجش توانایی تصویرسازی شرکت کنندگان و معیاری برای شروع تمرینات اصلی استفاده شد. این پرسشنامه شامل هفت فعالیت است که فرد باید پس از انجام واقعی حرکات، آنها را به دو صورت بینایی و حس حرکتی تصویرسازی کند. باتلر و همکاران (۲۰۱۲) اعتبار سازه، پایایی زمانی و ثبات درونی این پرسشنامه را برای افراد دچار سکت و افراد میانسال تا سالمند توانا تایید کردند. اعتبار منطقی و محتوایی نسخه فارسی پرسشنامه پس از ترجمه با نظر چند متخصص بررسی شد. ابزار اندازه‌گیری متغیر وابسته، یعنی پارامترهای لازم برای محاسبه توان مکانیکی عضلات، شامل سیستم تحلیل حرکت^۳ سه بعدی دارای دو صفحه نیرو^۴ از نوع Kistler با فرکانس ۱۰۰۰

1. Baecke Questionnaire of physical activity
2. Movement Imagery Questionnaire-Revised
3. Motion analysis system
4. Force plate

هرتز، ساخت کشور سوئیس، ۶ دوربین IR مدل VICON 460 با فرکانس ۱۲۰۰ هرتز، با تکنولوژی opto track و سیستم فتوسل مادون قرمز که با صفحه‌های نیرو و همزمان شده بود؛ همچنین چند نشانگر^۱ شبرنگ 1×1 cm بود که دوربین‌ها می‌توانستند حرکت آنها را دنبال کنند.

شیوه اجرا: در پیش‌آزمون، ابتدا با انجام چهار آزمون شوت کردن توپ با پا، لی‌لی کردن، بالا رفتن از پله و شروع راه رفتن از حالت جفت پا، اندام تحتانی برتر شناسایی شد (صادقی و همکاران، ۱۹۹۷). برای مارکر گذاری اندام تحتانی برتر از یک مدل چهار قسمتی شامل پا، ساق پا، ران و تنه استفاده شد. برای تنه، یک مارکر روی لبه جانبی شانه‌ها (زائده آخرومی) و برای شناسایی لگن خاصره، دو مارکر روی خار قدامی - فوقانی خاصره و لبه خارجی ستیغ خاصره گذاشته شد. سه مارکر روی سمت قدامی - میانی ران، خلفی - میانی ران و تروکانتر بزرگ ران و برای شناسایی ران استفاده شد. همچنین سه مارکر روی راس اپی کنذیل خارجی ران، سمت قدامی - میانی و خلفی - میانی ساق قرار داده شد تا ساق پا معلوم شود. برای شناسایی کف پا، سه مارکر روی قوزک خارجی، پاشنه و لبه کناری پنجمین مفصل کف پای - انگشتی قرار داده شد. اندازه‌گیری‌ها از مرکز مارکر پیش‌بینی شده روی اندام در نظر گرفته شد. پیش از شروع اندازه‌گیری فضای مسیر حرکت کالبره شد. دو صفحه نیرو در حال جمع‌آوری اطلاعات، با فاصله یک گام طبیعی (۰/۶ متر) در میانه مسیر راه رفتن که با کفپوشی به طول سه متر و عرض ۲/۱ متر بر روی زمین در اتاقی به ابعاد 4×6 متر مشخص شده بود، قرار گرفت.

از شرکت‌کننده‌ها خواسته شد با سرعت دلخواه در طول مسیر راه بروند. مسیر راه رفتن طوری طراحی شده بود تا به شرکت‌کننده‌ها اجازه دهد به راحتی راه بروند و با صفحه نیرو تماس داشته باشند. مدت زمان جمع‌آوری داده‌ها مبتنی بر عملکرد راه رفتن طبیعی شرکت‌کننده‌ها (دو-چرخه گام‌برداری متوالی) بود. شرکت‌کننده‌ها قبل از شروع جمع‌آوری داده‌ها، شروع به راه رفتن کردند. هنگامی که شرکت‌کننده وارد فضای مدرج شد، کلید ثبت داده‌ها فشار داده شد تا به سیستم اجازه بدهد که اطلاعات را جمع‌آوری کند (تقریباً ۴ ثانیه). سپس توانایی تصویرسازی سالمندان غیرفعال با استفاده از پرسشنامه تجدیدنظر شده تصویرسازی حرکت (MIQ-RS) ارزیابی شد. بر اساس امتیاز پرسشنامه، افراد دارای توانایی تصویرسازی کمتر از متوسط در جلسه بعد از پیش‌آزمون تحت آموزش و تمرینات اولیه تصویرسازی قرار گرفتند و مجدداً پرسشنامه را پر کردند. تمرین تصویرسازی تا رسیدن آنها به حد متوسط ادامه یافت. سپس سالمندان غیرفعال بر اساس توانایی تصویرسازی به دو گروه همسان تصویرسازی با نشانه‌های کلامی - بینایی درونی و بیرونی تقسیم شدند. طی دوره دستکاری تجربی، سالمندان غیرفعال در خانه سلامت به حالت

نشسته قرار گرفته و به هر یک از آنها، تصویر مسیر راه رفتن در آزمایشگاه ارگونومی که یک موازنه به پهنای ۳۰ سانتی متر (تقریباً به اندازه‌ی پهنای گام طبیعی) در وسط آن طراحی شده بود، نمایش داده شد و از آن‌ها درخواست شد که چشم‌ها را بسته و بر اساس دستورالعمل‌های ارائه شده تصویرسازی کنند. از گروه نشانه درونی خواسته شد که از زاویه چشم خود به مسیر نگاه کنند و با تمرکز بر حرکت ران به جلو و برداشتن گام‌های بلند، خود را در حین راه رفتن بر روی موازنه تصور کنند. از گروه نشانه بیرونی خواسته شد که از زاویه چشم خود به مسیر نگاه کرده و با تمرکز بر علائم کنار موازنه و گام نهادن در کنار آنها، خود را در حین راه رفتن بر روی موازنه تصور کنند. علائم در فواصل یکسان به اندازه طول گام طبیعی طراحی شده بود. تمرینات تصویرسازی که توسط آزمونگر هدایت می‌شد، در طول ۵ جلسه در روزهای متفاوت و هر جلسه به مدت ۲۰ دقیقه با پنج بار تکرار دستورالعمل و یک دقیقه استراحت میان تکرارها به طور گروهی، به هر دو گروه داده شد. پس از آزمون که در واقع یک آزمون انتقال بین تکلیفی از تصویرسازی راه رفتن روی موازنه به راه رفتن واقعی روی سطح زمین بود، ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین انجام شد و توان عضلانی دقیقاً مشابه با پیش آزمون مورد سنجش قرار گرفت.

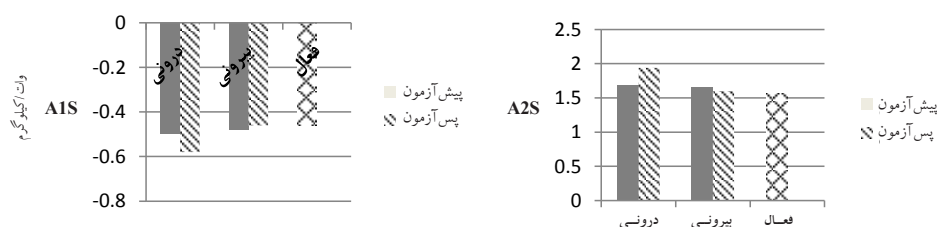
توان لحظه‌ای عضله (P) از حاصل ضرب گشتاور خالص عضله (M) (با استفاده از اطلاعات صفحه نیرو و دوربین‌ها) و سرعت زاویه‌ای مفصل (ω) (با استفاده از اطلاعات دوربین‌ها) در طول مرحله اتکا در چرخه راه رفتن ($P=M.W$) محاسبه شد. گشتاورهای مفصلی و سرعت‌های زاویه‌ای عمل‌کننده هم‌سو، تولید توان را نتیجه می‌دهد، در حالی که کاهش توان وقتی که سرعت زاویه‌ای و گشتاور خلاف جهت هستند، بدست می‌آید. توان‌های عضله نیز نسبت به جرم بدن هر شرکت‌کننده نرمالیزه شدند.

روش آماری: اثر نوع نشانه‌ها در تصویرسازی گروه‌های غیرفعال بر ۹ توان حداکثر با استفاده از تحلیل واریانس دو عاملی (۲ گروه در ۲ آزمون) چندمتغیری با تکرار سنجش عامل آزمون و مقایسه پس آزمون گروه‌های غیرفعال با سالمندان فعال با استفاده از تحلیل واریانس یک طرفه در سطح معنی داری $p \leq 0.05$ بررسی شد.

نتایج

آزمون پیش فرض طبیعی بودن توزیع متغیرهای اندازه‌گیری شده (آزمون کولموگروف-اسمیرنوف) نشان داد که توزیع متغیرهای وابسته در هر یک از سطوح متغیرهای مستقل (گروه و آزمون) طبیعی است ($p > 0.05$). نتایج آزمون باکس ($F_{(0.98, 786/8)} = 0.983$ ، $p = 0.456$)، پیش فرض همگنی کوواریانس‌ها و نتایج آزمون لوین، پیش فرض همگنی واریانس‌ها را تایید کرد ($p > 0.05$).

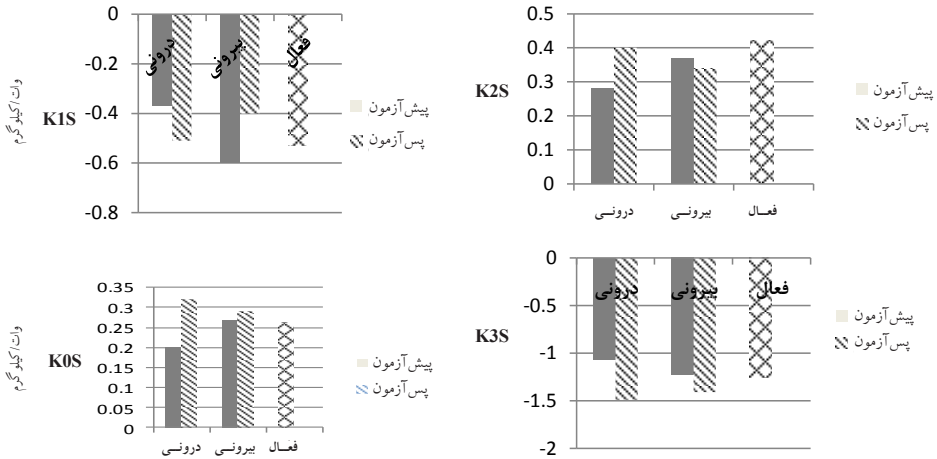
مفصل میچ پا: همان‌طور که در شکل ۱ دیده می‌شود، پس‌آزمون و همچنین اختلاف درون گروهی توان مکانیکی میچ پا طی تصویرسازی با نشانه درونی بیشتر از نشانه بیرونی بود؛ ولی نتایج تحلیل واریانس دو عاملی ترکیبی چندمتغیری نشان داد که اثر اصلی گروه ($F_{(2,13)}=1/25$ ، $p=0/32$ ، $\eta^2=0/16$)، پس‌آزمون ($F_{(2,13)}=1/14$ ، $p=0/35$ ، $\eta^2=0/15$) و همچنین اثر متقابل گروه و پس‌آزمون ($F_{(2,13)}=0/35$ ، $p=0/71$ ، $\eta^2=0/05$) معنی‌دار نیست. نتایج تحلیل واریانس دو عاملی ترکیبی چند متغیری تفاوت معنی‌داری را بین گروه‌های غیرفعال و فعال نشان نداد ($F_{(4,62)}=1/141$ ، $p=0/346$).



شکل ۱. میانگین توان مکانیکی میچ پا در دوره اتکا در صفحه ساجیتال برای گروه فعال و پیش‌آزمون - پس‌آزمون گروه‌های نشانه درونی و بیرونی. AIS (A) مخفف مفصل میچ پا، عدد بیانگر فاز و S مخفف صفحه ساجیتال) معرف اولین توان حداکثر در مفصل میچ پا بوده که مقدار آن به لحاظ جذب نیرو توسط درسی فلکسورها منفی در نظر گرفته می‌شود و A2S معرف دومین توان حداکثر در مفصل میچ پا بوده که مقدار آن به لحاظ تولید نیرو توسط پلنتارفلکسورها مثبت در نظر گرفته می‌شود.

مفصل زانو: همان‌طور که در شکل ۲ دیده می‌شود، پس‌آزمون و هم‌چنین اختلاف درون گروهی توان مکانیکی زانو طی تصویرسازی با نشانه درونی برای هر چهار شاخص K۰S تا K۳S بیشتر از نشانه بیرونی بود؛ ولی نتایج تحلیل واریانس دو عاملی ترکیبی چندمتغیری اثر اصلی گروه ($F_{(2,13)}=0/107$ ، $p=0/977$ ، $\eta^2=0/955$)، پس‌آزمون ($F_{(2,13)}=1/521$ ، $p=0/276$) را معنی‌دار نشان نداد. فقط اثر اصلی آزمودنی معنی‌دار بود ($F_{(2,13)}=0/783$ ، $\eta^2=0/783$)، پس‌آزمون تعقیبی تحلیل واریانس یک‌طرفه برای اثر اصلی آزمودنی نشان داد که توان مکانیکی زانو در پس‌آزمون K۳S به طور معنی‌داری بیشتر از پیش‌آزمون بود ($F_{(1,13)}=5/15$ ، $p=0/04$ ، $\eta^2=0/3$)؛ ولی تفاوت بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون توان مکانیکی برای K۰S تا K۲S معنی‌دار نبود ($p < 0/05$). نتایج تحلیل واریانس دو عاملی ترکیبی چندمتغیری تفاوت معنی‌داری را بین گروه‌های غیرفعال و فعال نشان نداد ($F_{(8,56)}=0/679$ ، $p=0/708$).

مفصل لگن: همان‌طور که در شکل ۳ دیده می‌شود پس‌آزمون و همچنین اختلاف درون گروهی توان مکانیکی لگن طی تصویرسازی با نشانه درونی برای شاخص‌های H۱S و H۲S بیشتر از

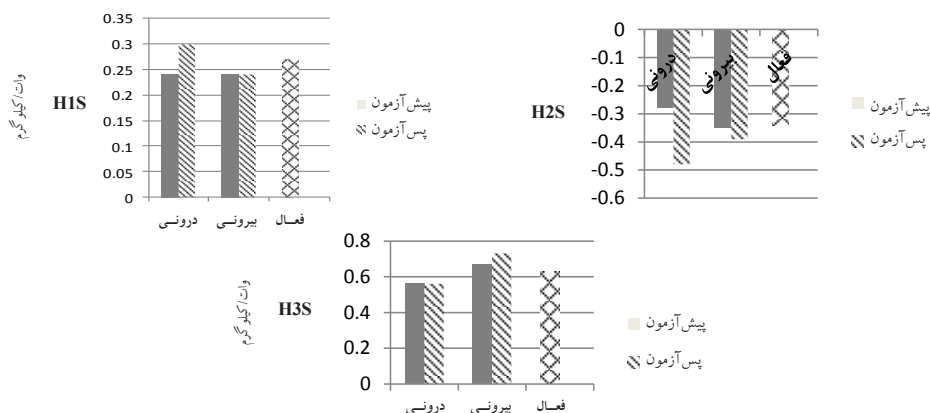


شکل ۲. میانگین توان مکانیکی زانو در دوره اتکا در صفحه ساجیتال برای گروه فعال و پیش آزمون - پس آزمون گروه‌های نشانه درونی و بیرونی. K0S (K مخفف مفصل زانو، عدد بیانگر فاز و S مخفف صفحه ساجیتال) و K2S به ترتیب معرف ابتدایی ترین و دومین توان حداکثر عضلات خم کننده زانو بوده که به دلیل تولید نیرو، مثبت، K1S و K3S به ترتیب معرف اولین و سومین توان حداکثر عضلات باز کننده زانو بوده که به دلیل جذب نیرو، منفی در نظر گرفته می‌شوند.

نشانه بیرونی بود. بر اساس نتایج تحلیل واریانس دو عاملی ترکیبی چندمتغیری، اثر اصلی آزمون $(F_{(2,13)}=5/19, p=0/02, \eta^2=0/57)$ و هم چنین اثر متقابل گروه و آزمون $(F_{(1,13)}=0/04, p=0/83, \eta^2=0/03)$ معنی دار بود؛ ولی اثر اصلی گروه معنی دار نبود $(F_{(2,13)}=4/0, p=0/034, \eta^2=0/24)$. نتایج آزمون تعقیبی تحلیل واریانس یک طرفه برای اثرات اصلی آزمون و اثر متقابل فقط برتری معنی دار پس آزمون H۲S را نسبت به پیش آزمون نشان داد $(F_{(1,14)}=5/8, p=0/03, \eta^2=0/3)$ و سایر تفاوت‌ها معنی دار نبود $(p>0/05)$. تحلیل واریانس دو عاملی ترکیبی چندمتغیری تفاوت معنی داری را بین گروه‌های غیر فعال و فعال نشان نداد $(F_{(6,6)}=1/79, p=0/61, \eta^2=0/11)$.

بحث و نتیجه گیری

هدف از اجرای این تحقیق، بررسی اثر تمرینات تصویر سازی با نشانه‌های کلامی - بینایی درونی و بیرونی بر توان مکانیکی اندام‌های تحتانی سالمندان غیر فعال در حین راه رفتن و مقایسه آن با سالمندان فعال بود. مطابق نتایج، تمرینات تصویر سازی با نشانه‌های کلامی - بینایی بر توان‌های K۳S (حداکثر توان باز کننده‌های زانو) و H۲S (حداکثر توان خم کننده‌های لگن) اثر مثبت معنی دار داشت و مقادیر آن را تا حد سالمندان فعال افزایش داد؛ ولی طی دوره تجربی، در سایر توان‌های مکانیکی مفاصل لگن، زانو و مچ پای سالمندان در صفحه ساجیتال طی دوره اتکا تغییر معنی داری ایجاد نشد. برای طی کردن مسافتی معین از طریق راه رفتن، به همکاری گروه‌های



شکل ۳. میانگین توان مکانیکی لگن در دوره اتکا در صفحه ساجیتال برای گروه فعال و پیش آزمون - پس آزمون گروه‌های نشانه درونی و بیرونی. H1S (H مخفف مفصل لگن، عدد بیانگر فاز و S مخفف صفحه ساجیتال) معرف اولین توان حداکثر عضلات بازکننده ران و H3S معرف سومین توان حداکثر عضلات چرخاننده خارجی ران بود که به علت تولید نیرو، هر دو مثبت در نظر گرفته شدند، H2S معرف دومین توان حداکثر خم‌کننده ران بود که به دلیل شرکت در جذب نیرو، منفی منظور گردید.

مختلف عضلانی نیاز است و میزان خم شدن، باز شدن، دور شدن و نزدیک شدن برای برداشتن یک گام به میزان قدرت عضلانی و توان مفاصل بستگی دارد. نتایج ما از فرضیه توزیع مجدد مرتبط با سن در خصوص کینتیک مفاصل پا^۱ (دی ویتا و هورتوباگی، ۲۰۰۰) که بیان‌کننده افزایش درگیری عضلات اکتسور نزدیک به تنه و کاهش درگیری عضلات دور از تنه در اثر فرایند سالمندی است، حمایت می‌کند. به عبارت دیگر، جهت رشد حرکتی که در دوره نمو مرکزی - محیطی است، طی سالمندی معکوس می‌شود (گالاوهو، اوزمون و گودوی، ۲۰۱۱). در مطالعه حاضر، عضلات اکتسور و فلکسور میچ پا که دور از تنه هستند، در دوره اتکای راه رفتن، کمتر درگیر شدند و این ممکن است به علت استراتژی افزایش درگیری در عضلات بزرگتر و نزدیک به تنه باشد. بنابراین یافته‌های تحقیق ما با نتایج موناکو و همکاران (۲۰۰۹) مبنی بر کاهش پارامترهای کینتیک در میچ پا و کر کوود و همکاران (۲۰۰۷) مبنی بر کاهش توان عضلات دیستال نسبت به پروگزیمال، همسو بود.

تفاوت در یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات لورد و همکاران (۱۹۹۶) و رییس و همکاران (۲۰۰۸)، به طور قطع به نوع مداخله تمرینی ارتباط دارد که در تحقیق حاضر به شکل تمرینات ذهنی صورت گرفته است. اگرچه این محققان تاثیر فعالیت بدنی را بر بهبود توان عضلات اندام تحتانی یا راه رفتن سالمندان مشاهده کردند؛ در تحقیق حاضر تنها فعالیت ذهنی مورد بررسی قرار گرفت، اما نتایج این تحقیق نیز بهبود در توان عضلات درگیر در راه رفتن سالمندان را نشان

1. Hhypothesis of an age-related redistribution of kinetics among leg joints

داد. به نظر می‌رسد مطابق با نظریه عصبی-عضلانی (مگیل و اندرسون، ۲۰۱۳)، تصویرسازی یک تکلیف دشوار گام‌برداری، مسیرهای اعصاب حرکتی را که در حین اجرای حرکت فعال می‌شوند هماهنگ کرده و باعث ایجاد فعالیت الکتریکی در عضلات درگیر می‌شود و این میزان فعالیت الکتریکی توان عضلات اندام تحتانی را افزایش داده است. نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های لیندن و همکاران (۱۹۸۹) مبنی بر اثر مثبت تصویرسازی راه رفتن روی موازنه ساختگی در بهبود راه رفتن متعادل سالمندان همخوانی داشت.

در مورد نشانه‌های کلامی-بینایی، نتایج تحقیق حاضر نشان داد اثر اصلی نشانه و اثر متقابل آن با آزمون، بر توان مکانیکی اندام تحتانی سالمندان غیرفعال معنی‌دار نبود. به عبارت دیگر، بین اثرات تصویرسازی با نشانه‌های درونی و بیرونی بر توان مکانیکی اندام‌های تحتانی سالمندان غیرفعال تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. این یافته با نتایج کوهن (۲۰۱۰) که تاثیر نوع کانون توجه را بر راه رفتن سالمندان مورد بررسی قرار داد، همخوانی داشت. از آنجایی که راه رفتن به عنوان یک مهارت خودکار، منابع توجهی کمی را می‌طلبد، یک ظرفیت توجهی باقیمانده برای انجام حرکات هم‌زمان با آن در دسترس است؛ اما اختلالات مربوط به سن در کنترل وضعیت بدن در سالمندان ممکن است این ظرفیت باقیمانده را کاهش دهد (لایسو، هوک، سیمونسن و ویت، ۲۰۰۸) و توجه به نشانه‌های کلامی-بینایی راه رفتن را برای آنان دشوار سازد. لایسو و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه خود، با استفاده از الگوی تکلیف دوگانه برای یافتن تغییرات مرتبط با سن در اجرای راه رفتن، اثر بیشتر تکلیف حرکتی توجه طلب را بر ویژگی‌های راه رفتن سالمندان نشان دادند؛ در تحقیق حاضر برای اثرگذاری بیشتر تمرینات تصویرسازی، تکلیف دشوار راه رفتن روی چوب موازنه انتخاب شد. بنابراین به نظر می‌رسد دشواری تکلیف تصویرسازی در تحقیق حاضر باعث کاهش ظرفیت توجه در تمرینات تصویرسازی و عدم هدایت توجه به نشانه‌های مورد نظر محقق و در نتیجه عدم ایجاد تفاوت در دو گروه شده باشد. تحقیقات آینده می‌توانند با بررسی دشواری تکلیف در تمرینات تصویرسازی علاوه بر نشانه‌های کلامی-بینایی، این فرضیه مطرح شده را مورد آزمون قرار داده و نتیجه‌گیری قطعی در این خصوص را امکان‌پذیر سازند. بر اساس آمار توصیفی در تمام موارد به جز H3S اثر تصویرسازی با نشانه درونی بر توان مکانیکی بیشتر بود؛ ولی این تفاوت معنی‌دار نبود. در برخی تحقیقات مربوط به کانون توجه نیز برتری کانون توجه درونی در سطوح مهارت پایین یا تکالیف با دشواری زیاد دیده شده است. به عنوان مثال، پرکینز و سکاتو در سال ۲۰۰۳ اثر کانون توجه را بر دقت ضربه گلف بررسی کردند و دریافتند که برای بازیکنان گلف مبتدی کانون توجه درونی سودمندتر از کانون توجه بیرونی است. از آنجا که در تحقیق حاضر تکلیف تصویرسازی راه رفتن روی چوب موازنه برای سالمندان از لحاظ دشواری مشابه با ضربه گلف برای افراد مبتدی بود، برتری کانون توجه

درونی برای سالمندان مشابه نتایج پرکینز و سکاتو دور از ذهن نیست. برتری کانون توجه درونی نسبت به بیرونی، در اکتساب و انتقال پرتاب دارت در کودکان (امانوئل و همکاران، ۲۰۰۸)، در اجرای یک حرکت تعادلی پیچیده روی چوب موازنه در دختران نوجوان ژیمناست (کاتین و همکاران، ۲۰۰۸) و در زمان واکنش یک تکلیف تولید نیروی ایزومتریک (شجاعی، ۱۳۹۰) نیز ملاحظه شده است. علاوه بر این، گیولات، کالت و دیتمار (۲۰۰۴) و وولرم و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که، در تکالیفی که داده‌های حس عمقی اهمیت دارند، کانون توجه درونی مفیدتر از کانون توجه بیرونی است. به نظر می‌رسد تکلیف راه رفتن سالمندان روی موازنه در گروه کانون توجه درونی، حس عمقی آنان را درگیر ساخته که موجب بهبود توان عضلانی و راه رفتن آنان گردید. این احتمال وجود دارد که تمرین ذهنی بیشتر، کنترل فعالیت بدنی روزانه و یا ترکیب تمرین ذهنی و بدنی در تحقیقات آینده باعث معنی‌دار شدن این تفاوت‌ها به نفع نشانه‌های درونی شود. اما یافته‌های این تحقیق با بسیاری از تحقیقات مربوط به کانون توجه که اثر بیشتر کانون توجه بیرونی بر عملکرد مهارت‌های مختلف آزمایشگاهی و میدانی را نشان داده‌اند (ولف، ۲۰۱۲) تفاوت دارد. بر اساس فرضیه عمل محدود شده^۱ (مک نوین، ولف و کارلسون، ۲۰۰۰؛ ولف، شیا و پارک، ۲۰۰۱؛ ولف، مک کنل، گارتر و شوارتز، ۲۰۰۲) در کانون توجه درونی، تلاش‌های هوشیارانه برای کنترل حرکات با فرایندهای خودکار تداخل دارد، در حالی که در کانون توجه بیرونی، سیستم حرکتی به طور طبیعی تری خودسازماندهی می‌شود. مارچنت (۲۰۱۱) در مقاله مروری خود بیان می‌دارد که تمرکز بیرونی بر جسمی که از طریق آن یا نسبت به آن نیرو اعمال می‌گردد، باعث تولید نیروی بهینه در مقایسه با تمرکز درونی روی حرکات و عضلات مرتبط با ایجاد نیرو می‌شود. به طور خاص، افراد می‌توانند با استفاده از دستورالعمل‌های توجه بیرونی، نیروهای هدفمند دقیق‌تر و بزرگتری برای مدت زمان طولانی تری داشته باشند. این در حالی است که په، جو و دیویدز (۲۰۱۱) در مقاله مروری خود به ارزیابی انتقادی پژوهش‌های حمایت‌کننده از دستورالعمل و بازخوردهای مبتنی بر کانون توجه بیرونی پرداخته و مدعی است نقطه ضعف اساسی چنین فرضیه‌ای آن است که تنها یک نوع از قالب‌های دستورالعمل آموزشی در پژوهش‌های حامی کانون بیرونی آزمایش شده است و باید چنین پژوهش‌هایی با افراد کاملاً مبتدی و محدودیت‌های کار آنان دوباره انجام شود. تناقض‌های موجود را می‌توان به تفاوت در اثر فاصله کانون توجه بیرونی نیز نسبت داد. در تحقیق حاضر نشانه‌های بیرونی مجاور محل فرود پا قرار داشته که این فاصله کم در برخی تحقیقات (مثل ولف، لاترباچ و تول، ۱۹۹۸) در تکلیف شبیه ساز اسکی؛ مدوکس و همکاران، ۱۹۹۹ در تنیس؛ ولف و همکاران، ۱۹۹۹ در گلف؛ مک نوین، شیا و ولف، ۲۰۰۱ در تکلیف تعادل) نتایجی مشابه با کانون توجه درونی به همراه داشته

1. Constraint-action hypothesis

است. البته اکثر تحقیقات مربوط به فاصله کانون توجه بیرونی بر روی تکالیف حرکتی انجام شده است و تنها تحقیقی که این فاصله را در تمرینات ذهنی بررسی کرده کالیاری در سال ۲۰۰۸ است. کالیاری فاصله اثر کانون توجه بیرونی در تمرینات ذهنی را بر عملکرد فورهند تینس روی میز در مردان نوجوان مبتدی بررسی کرد و دریافت که تمرینات ذهنی با تمرکز بر اثرات حرکت در فاصله بهینه (مثل مسیر حرکت راکت) سودمندتر از تمرکز بر اثرات دورتر حرکت است که مستقیماً به تکنیک حرکت مرتبط نیست (مثل تمرکز مسیر حرکت توپ).

بر اساس نتایج تحقیق حاضر، ۵ جلسه تمرین تصویرسازی راه رفتن روی چوب موازنه (خصوصاً تصویرسازی با توجه بر حرکات اندام تحتانی) می‌تواند توان مکانیکی عضلات اکستنسور زانو و فلکسورهای ران سالمندان غیرفعال طی راه رفتن روی سطح صاف را تا حد سالمندان فعال افزایش دهد. مریان ورزش و درمانگرها می‌توانند این نوع تمرینات ذهنی را در برنامه تمرینی سالمندان توانا قرار دهند. احتمال می‌رود که میزان دشواری تکلیف، فاصله اثر مورد توجه و میزان تمرین باعث عدم اختلاف معنی‌دار اثر نشانه‌های کلامی - بینایی درونی و بیرونی شده باشد. بنابراین، به منظور دستیابی به نتایج قطعی و روشن در این زمینه، بررسی اثر متقابل کانون توجه در تصویرسازی و دشواری تکلیف، همراه با مقدار تمرین بیشتر، کنترل فعالیت بدنی روزانه و افزایش فاصله اثر مورد توجه بر توان مکانیکی عضلات اندام تحتانی سالمندان غیرفعال و فعال پیشنهاد می‌گردد.

تشکر و قدردانی

با تشکر از خانم مهندس نبوی مسئول آزمایشگاه ارگونومی دانشگاه توانبخشی و بهزیستی که این پژوهش در آنجا انجام گرفت و آقای خدایاری مدیر خانه سلامت پارک تسلیحات که در خصوص انتخاب سالمندان ما را یاری رساندند.

منابع

- اکبری کامرانی، احمدعلی، آزادی، فرهاد، فروغان، مهشید، سیادت، سعید، و کلدی، علیرضا. (۱۳۸۵). ویژگی‌های زمین‌خوردن در سالمندان مقیم آسایشگاه سالمند، ۲، ۱۰۱-۱۰۵.
- آذریپیرا، زهرا. (۱۳۸۹). مقایسه اثر فعالیت بدنی اوقات فراغت و ترکیب بدن (BMI - درصد چربی) بر شاخص‌های التهابی (IL-6, HS-CRP) در سالمندان مرد و زن فعال و غیرفعال. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز. سلمانیان، افشین، و فرخی، احمد. (۱۳۸۷). فرا تحلیل مطالعات انجام گرفته در حوزه تمرین ذهنی مهارت‌های حرکتی در ایران. المپیک، ۱(۴۱)، ۱۰۸-۱۰۰.
- شجاعی، معصومه. (۱۳۹۰). اثر کانون توجه پیش‌نشانه‌های حرکت بر زمان واکنش تولید نیرو. المپیک، ۱۹(۲)، ۳۷-۵۰.
- صادقی، حیدر، نقی‌نژاد، فهیمه، و رجبی، حمید. (۱۳۸۷). تاثیر یک دوره تمرین قدرتی بر برخی پارامترهای کینماتیکی راه رفتن زنان سالمند سالم. سالمندی ایران، ۹ و ۱۰، ۳۱.

- Baecke, J.A., Burema, J., & Frijters, J.E. (1982). A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 36(5), 936-42.
- Bakker, M., Lange, F.P., Stevens, J.A., Toni, I., & Bloem, B.R. (2007). Motor imagery of gait: quantitative approach. *Experimental brain Research*, 179, 497-504.
- Butler, A. J., Cazeaux, J., Fidler, A., Jansen, J., Lefkove, N., Gregg, M., Hall, C., Easley, K.A., Shenvi, N., & Wolf, S.L. (2012). The movement imagery questionnaire-revised, second edition (MIQ-RS) is a reliable and valid tool for evaluating motor imagery in stroke populations. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, article ID 497289. Retrieved from <http://www.hindawi.com/journals/ecam/2012/497289/>
- Caliari, P. (2008). Enhancing forehead acquisition in table tennis: the role of mental practice. *Journal of Applied Sport Psychology*, 20(1), 88-96.
- Cohen, E.T. (2010). *The effect of manipulation of attentional focus on temporospatial parameters of gait*. PhD thesis. TUI University in cypress. California.
- Cottyn, J., de Clercq, D., Crombez, G., & Lenoir, M. (2008). The role of preparatory heart rate deceleration on balance beam performance. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 30, 159-170.
- De Vita, P., & Hortobagyi, T. (2000). Age causes a redistribution of joint torques and powers during gait. *Journal of Applied Physiology*, 88, 1804-1811.
- Emanuel, M., Jarus, T., & Bart, O. (2008). Effect of attention and age on motor acquisition, retention, and transfer: A Randomized Trial. *Journal of Physical Therapy*, 88, 251-260.
- Feltz, D.L. & Landers, D.M. (1983). The effect of mental practice on motor skill learning and performance: A meta-analysis. *Journal of Sport Psychology*, 5, 25-75.
- Feltz, D.L., Landers, D.M., & Becker, B.J. (1988). A revised meta-analysis of the mental practice literature on motor skill learning. In D. Druckman & J.A. Swets. (Eds.), *Enhancing human performance: Issues, theories and techniques* (pp. 1-65). Washington, DC: National Academy Press.
- Gallahue, D., Ozmun, J., & Goodway, J. (2011). *Understanding motor development: Infants, children, adolescents, adults* (7th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Gordon, D., Robertson, E., Caldwell, G.E., Hamill, J., Kamen, G., & Whittlesey, S.N. (2004). *Research methods in biomechanics*. New York: Human Kinetics.
- Gregg, M., Hall, C., & Butler, A. (2010). The MIQ-RS: A Suitable Option for Examining Movement Imagery Ability. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 7(2), 249-257.
- Guillot, A., Collet, C., & Dittmar, A. (2004). Relationship between visual and kinesthetic imagery, field dependence-independence, and complex motor skills. *Journal of Psychophysiology*, 18, 190-198.
- Hertogh, E.M., Monnikhof, E.M., Schouten, E.G., Peeters, P.H.M., & Schuit, A.J. (2008). Validity of the Baecke questionnaire: Comparison with energy expenditure according to the doubly labeled water method. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 5(30), 1-6. Retrieved from <http://link.springer.com/article/10.1186%2F1479-5868-5-30>
- Kerrigan, D.C., Todd, M.K., Della Croce, U., Lipsitz, L.A., & Collins, J.J. (1998). Biomechanical gait alterations independent of speed in the healthy elderly: evidence for specific limiting impairments. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 79(3), 317-322.
- Kirkwood, R.N., Gomes, H.A., Sampaio, R.F., Culham, E., & Costigan, P. (2007). Biomechanical analysis of hip and knee joints during gait in elderly subjects. *Acta Ortopédica Brasileira*, 15(5), 267-271.
- Laessoe, U., Hoeck, H., Simonsen, O., & Voigt, M. (2008). Residual attentional capacity amongst young and elderly during dual and triple task walking. *Human Movement Science*, 27, 496-512.
- Linden, C.A., Uhley, J.E., Smith, D., & Bush, M.A. (1989). The effects of mental practice on walking balance in an elderly population. *Occupational Therapy Journal of Research*, 9(3), 155-169.
- Lord, S.R., Lloyd, D.G., Nirui, M., Raymond, J., Williams, P., Stewart, R.A. (1996). The effect of exercise on gait patterns in older women: a randomized controlled trial. *The Journals of Gerontology. Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 51(2), M64-M70.
- Macrae, P.G., Lacouse, M., & Moldavon, R. (1992). Physical performance measures that predict faller status in community dwelling older adults. *Journal of Orthopedic & Sports Physical Therapy*, 6, 123-128.
- Maddox, M.D., Wulf, G., & Wright, D.L. (1999). The effects of internal vs. external focus of attention on the learning of a tennis stroke. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 21:S78.
- Magill, R.A. & Anderson, D. (2013). *Motor learning and control: concepts and applications* (10th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Marchant, D.C. (2011). Attentional focusing instructions and force production. *Frontiers in Psychology*, 1, 210. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3153816/>
- McNevin, N.H., Wulf, G., & Carlson, C. (2000). Effects of attentional focus, self-control, and Dyad training on motor learning: Implications for physical rehabilitation. *Physical Therapy*, 80(4), 373-385.
- Monaco, V., Rinaldi, L.A., Macri, G., & Micera, S. (2009). During walking elders increase efforts at a proximal joints and keep low kinetics at the ankle. *Clinical Biomechanics*, 24, 493-498.
- Murphy, S. (1994). Imagery intervention in sport. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 26, 486-494.
- Payne, V.G., & Isaacs, L.D. (2012). *Human motor development: A lifespan approach* (8th ed.). New York: McGraw-Hill.

- Peh, S.Y.C., Chow, J.Y., & Davids, K. (2011). Focus of attention and its impact on movement behavior. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14, 70-78.
- Perkins-Ceccato, N., Passmore, S.R., & Lee, T.D. (2003). Effects of focus of attention depend on golfers' skill. *Journal of Sports Sciences*, 21, 593-600.
- Pols, M.A., Peeters, P.H., Bueno-De-Mesquita, H.B., Ocke, M.C., Wentink, C.A., & Kemper, H.C. (1995). Validity and repeatability of Baecke questionnaire on physical activity. *International Journal of Epidemiology*, 24(2), 381-388.
- Rees, S.S., Murphy, A.J., & Watsford, L. (2008). Effects of whole-body vibration exercise on lower- extremity muscle strength and power in an older population: a randomized clinical trial. *Physical Therapy*, 88(4), 462-470.
- Sadeghi, H., Allard, P., & Duhaime, M. (1997). Functional gait asymmetry in able-bodied subjects. *Human Movement Science*, 16, 243-258.
- Sadeghi, H., Prince, F., Zabjek, K.F., & Allard, P. (2001). Sagittal hip muscle power during walking in old and young able-bodied men. *Journal of Ageing and Physical Activity*, 9, 172-83.
- Sadeghi, H., Allard, P., Lachance, R., Aissaoui, R., Sadeghi, S., Perrault, P., & Duhaime, M. (2002). Relationship between ankle frontal muscle powers and 3-D gait patterns. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 81(6), 429-36.
- Vuillerme, N., Teasdale, N., & Nougier, V. (2001). The effect of expertise in gymnastics on proprioceptive sensory integration in human subjects. *Neuroscience Letters*, 311, 73-76.
- Weinberg, R.S. & Gould D. (2003). *Foundation of sport and exercise psychology* (3th ed.). New York: Human Kinetic.
- Winter, D.A., Patla, A.E., & Frank, J.S. (1990). Assessment of balance control in humans. *Journal of Medical Progress Through Technology*, 16, 31-51.
- World health organization. (2002). *Active ageing: A policy framework*. Madrid, Spain. Retrieved June 20, 2013, from http://whqlibdoc.who.int/hq/2002/who_nmh_nph_02.8.pdf.
- Wulf, G., & Weigelt C. (1997). Instructions about physical principles in learning a complex motor skill: to tell or not to tell. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 68, 362-367.
- Wulf, G., Hoß, M., & Prinz, W. (1998). Instructions for motor learning: Differential effects of internal versus external focus of attention. *Journal of Motor Behavior*, 30, 169-179.
- Wulf, G., Lauterbach, B., & Toole, T. (1999). Learning advantages of an external focus in golf. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70, 120-126.
- Wulf, G., McConnel, N., Gartner, M., & Schwarz, A. (2002). Enhancing the learning of sport skills through external-focus feedback. *Journal of Motor Behavior*, 34, 171-182.
- Wulf, G., Shea, C., & Park, J. (2001a). Attention and motor performance: Advantages of an external focus. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 72, 335-344.
- Wulf, G., Shea, C. H., & Park, J. H. (2001b). Attention in motor skill learning: preferences for and advantages of an external focus. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 72, 335-344.
- Wulf, G. (2012). Attentional focus and motor learning: a review of 15 years. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, iFirst article, 1-28.