

## مقایسه ی استراتژی کنترل حرکتی پای غالب و غیرغالب ورزشکاران غیرحرفه ای سالم در پاسخ به محرک بینایی حین پرش قدامی

سارا فریدون نیا<sup>۱</sup>، دکتر آزاده شادمهر<sup>۲</sup>، دکتر سعید طالبیان مقدم<sup>۳</sup>، دکتر غلامرضا علیائی<sup>۳</sup>، دکتر شهره جلائی<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران

۲- دانشیار گروه آموزشی فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران

۳- استاد گروه آموزشی فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران

۴- استادیار گروه آموزشی فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران

### چکیده

**زمینه و هدف:** در مطالعات، تفاوت‌های موجود در پارامترهای کنترل حرکتی پای غالب و غیرغالب از دیدگاه‌های متفاوتی مورد بررسی قرار گرفته است و تاثیر غالب بودن اندام در استراتژی کنترل حرکتی هنوز بحث برانگیز است. لذا هدف مطالعه ی حاضر مقایسه ی زمان پیش حرکت، زمان حرکت و زمان عکس العمل در عضلات ساق پای غالب و غیرغالب ورزشکاران غیرحرفه ای سالم در پاسخ به محرک بینایی حین پرش قدامی است.

**روش بررسی:** مطالعه از نوع مقطعی و روش نمونه‌گیری غیراحتمالی ساده می باشد. در ۱۱ نفر ورزشکار سالم، ثبت الکترومیوگرافی سطحی از عضلات گاستروسولئوس، پرونتوس لونگوس، پرونتوس برویس و تیبیالیس قدامی پای غالب و غیرغالب در پاسخ به محرک بینایی در حین آزمون پرش قدامی به عنوان یک فعالیت فانکشنال، به عمل آمد.

**یافته ها:** زمان پیش حرکت، زمان حرکت و زمان عکس العمل در عضلات گاستروسولئوس، پرونتوس لونگوس و پرونتوس برویس و تیبیالیس قدامی پای غالب و غیرغالب ورزشکاران غیرحرفه ای سالم تفاوت معنی داری نشان نداد ( $P > 0.05$ ).

**نتیجه گیری:** یافته های این مطالعه به این نکته اشاره دارد که غالب بودن اندام، ممکن است پارامتر مهمی در مطالعات کنترل حرکتی نباشد.

**کلید واژه ها:** استراتژی کنترل حرکتی، محرک بینایی، پرش قدامی

(ارسال مقاله ۱۳۹۳/۴/۲، پذیرش مقاله ۱۳۹۳/۱۱/۲۸)

**نویسنده مسئول:** تهران، خیابان انقلاب، پیچ شمیران، جنب خیابان صفی علیشاه، دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران

**Email:** shadmehr@tums.ac.ir

### مقدمه

(۲). رفتار حرکتی از حرکات رفلکسی در سطوح پایین تا حرکات ارادی در سطح بالا متغیر است. حرکات ارادی در برگیرنده بسیاری از فعالیت‌های حرکتی غیرکلیشه‌ای هستند که اکثرا با اطلاعات حسی از محیط خارجی و استراتژی‌های حرکتی شکل گرفته از تجربه‌های قبلی هدایت می‌شود. با استفاده از دیدگاه شناختی، وقایع داخلی را با راه‌های مختلفی از جمله بررسی زمان عکس العمل (Reaction Time) می‌توان مطالعه کرد. زمان عکس العمل روانی - حرکتی (Psychomotor Reaction time) مدت زمان بین شروع یک تحریک غیرمنتظره و یک پاسخ حرکتی به آن است که خود از دو جز زمان پیش حرکت (Premotor Time) و زمان حرکت (Motor Time) تشکیل شده است (۳). در یک فعالیت ورزشی، موفقیت انتخاب استراتژی حرکتی با توانایی عکس‌العمل و پاسخ به محرک خارجی ارتباط دارد. این مراحل یکپارچه زمانی که باید پاسخ حرکتی آغاز شود،

در ارزیابی‌های معمول جهت بررسی پیشرفت ورزشکارانی که دچار آسیب‌های اندام تحتانی گردیده‌اند، معمولاً از عملکرد اندام سالم به عنوان مرجع برای مقایسه استفاده می‌شود. بیشتر موارد این ارزیابی‌ها ذهنی بوده و گاهی به دلیل اثرات تعیین نشده‌ی اندام غالب، مبهم هستند. برای مثال در روند توانبخشی مچ پای چپ فوتبالیستی که پای راستش غالب است، چنانچه عملکرد پای چپ آسیب دیده از پای راست غالب و سالم کمتر باشد، درمانگر باید نتایج را چگونه تفسیر کند، و اگر تفاوتی مشاهده نماید باید نتیجه‌گیری نماید که این تفاوت‌ها به خاطر آسیب است یا مربوط به غالب بودن اندام مربوطه است؟ (۱)

از طرفی دیگر ماهیت تصادفی و دینامیک ذاتی ورزش‌ها باعث حوادثی می‌شود که نیازمند پاسخ‌های حرکتی سریع و غیرقابل پیش‌بینی است و ورزشکاران در بیشتر موارد نیازمند محاسبه و اجرای این پاسخ‌ها در چند هزارم ثانیه هستند

اختلال وستیبولار، اختلال نورولوژیکی، گیجی، مشکلات ذهنی و آسیب‌های عضلانی- اسکلتی اندام‌های تحتانی نداشتند. معیارهای خروج از مطالعه، مصرف داروهای تاثیرگذار بر عملکرد حرکتی و شناختی فرد، مصرف نوشیدنی‌های محرک مانند قهوه، الکل و نوشابه‌های گازدار ۴۸ ساعت قبل از جلسه‌ی آزمون، ناتوانی فرد در انجام آزمون، عدم ثبت مناسب فعالیت الکترومیوگرافی عضلات، به هم خوردن تعادل و عدم تمایل افراد برای انجام آزمون بود.

قبل از انجام تست، تمرینات گرم کردن رایج توسط ورزشکار انجام شد. به منظور تعیین فاصله‌ی پرش، از افراد خواسته می‌شد تا سه بار پرش به قدام با حداکثر مسافت ممکن را انجام دهند و سپس ۷۵ درصد حداکثر این سه تکرار به خاطر بی‌خطر بودن برای انجام آزمون در نظر گرفته می‌شد. نحوه‌ی پرش به این صورت بود که از افراد خواسته می‌شد در حالی که چشم‌ها به سمت روبرو نگاه می‌کنند و دست‌ها روی مفاصل هیپ قرار گرفته‌اند، روی دو پا بایستد و به سمت قدام بپرد و روی پای مورد آزمون (غالب یا غیرغالب) فرود آید. پایی که فرد با آن به توپ ضربه می‌زد به عنوان پای غالب و پای دیگر به عنوان پای غیرغالب در نظر گرفته می‌شد.

از دستگاه الکترومیوگرافی ۸ کاناله مدل Data Link ساخت شرکت Biometric Ltd (انگلستان) با فرکانس نمونه برداری یک کیلو هرتز در محدوده فرکانس ۲۰ تا ۴۷۰ هرتز و حساسیت  $100 \mu V/D$  و الکترودهای سطحی نقره - کلرید نقره با فاصله مرکز تا مرکز ۲۰ میلیمتر استفاده شد. ثبت الکترومیوگرافی سطحی از عضلات گاستروسولئوس، پروئوس لونگوس، پروئوس برویس و تیبیالیس قدامی پای غالب و غیرغالب به عمل آمد. محل الکتروگذاری برای عضله‌ی گاستروسولئوس، محل اتصال سر داخلی و خارجی عضله در وضعیت پلان تار فلکشن، برای عضله‌ی پروئوس لونگوس، ۱/۴ فوقانی خطی که قوزک خارجی مچ پا را به سر استخوان فیولا وصل می‌کند و برای عضله پروئوس برویس ۱/۴ تحتانی این خط، بود. محل الکتروگذاری برای عضله‌ی تیبیالیس قدامی، ۱/۳ فوقانی خطی که سر استخوان فیولا را به قوزک داخلی وصل می‌کند، بود (۱۷). ابتدا محل‌های الکتروگذاری با الکل تمیز شد و سپس الکترودها در محل‌های فوق با چسب نواری چسبانده شد و سپس برای جلوگیری از حرکت الکترودها، کل ساق پا بانداز شد. جهت تعیین نقطه‌ی تماس کف پا با زمین از مبدل پا (Foot Switch) در ناحیه‌ی پاشنه پا استفاده شد. این نشانگر با ثبت الکترومیوگرافی عضلات همزمان شده بود.

زمان بندی استراتژی فعالیت عضلانی و در نهایت موفقیت اجرا را دیکته می‌کنند (۲).

اکثر مطالعاتی که تاکنون زمان عکس‌العمل عضلات ساق پا را بررسی کرده‌اند از ایجاد اغتشاش ناگهانی و بررسی رفتار عضله به وسیله‌ی الکترومیوگرافی استفاده کرده‌اند (۱۳-۴) و یا به بررسی زمان عکس‌العمل روانی- حرکتی افراد به طور کلی و نه عضله‌ی خاص، با استفاده از سیستم‌های کامپیوتری پرداخته‌اند (۱۴، ۱۵). همچنین مطالعاتی که در زمینه‌ی بررسی وجود غالب بودن در اندام‌های تحتانی انجام شده است، بیشتر از دیدگاه دینامومتری به این مقوله پرداخته‌اند. با توجه به مرور مطالعات در این زمینه، مطالعه‌ای که به بررسی وجود یا عدم وجود تفاوت در استراتژی کنترل حرکتی اندام‌های تحتانی پرداخته باشد، یافت نشد.

با توجه به این که ورزشکاران در محیط‌های واقعی ورزشی در معرض انواع محرک‌های شنوایی و بینایی بوده و رفتار حرکتی و مهارت ورزشی آنان پیامد زمان عکس‌العمل صحیح به اینگونه محرک‌ها می‌باشد، لذا مطالعه‌ی حاضر در نظر دارد به بررسی رفتار پای غالب و غیرغالب ورزشکاران غیرحرفه‌ای سالم در آزمون پرش قدامی به عنوان یک فعالیت فانکشنال در پاسخ به محرک بینایی بپردازد. به این ترتیب امکان بررسی همزمان عکس‌العمل عضلانی و پردازش مرکزی مهیا می‌شود و همچنین به فعالیت فانکشنال ورزشکاران که نیازمند استفاده‌ی کارآمد و موثر از سیستم بینایی، انتخاب پاسخ مناسب و تشخیص بهترین الگو است، نزدیک تر است.

## روش بررسی

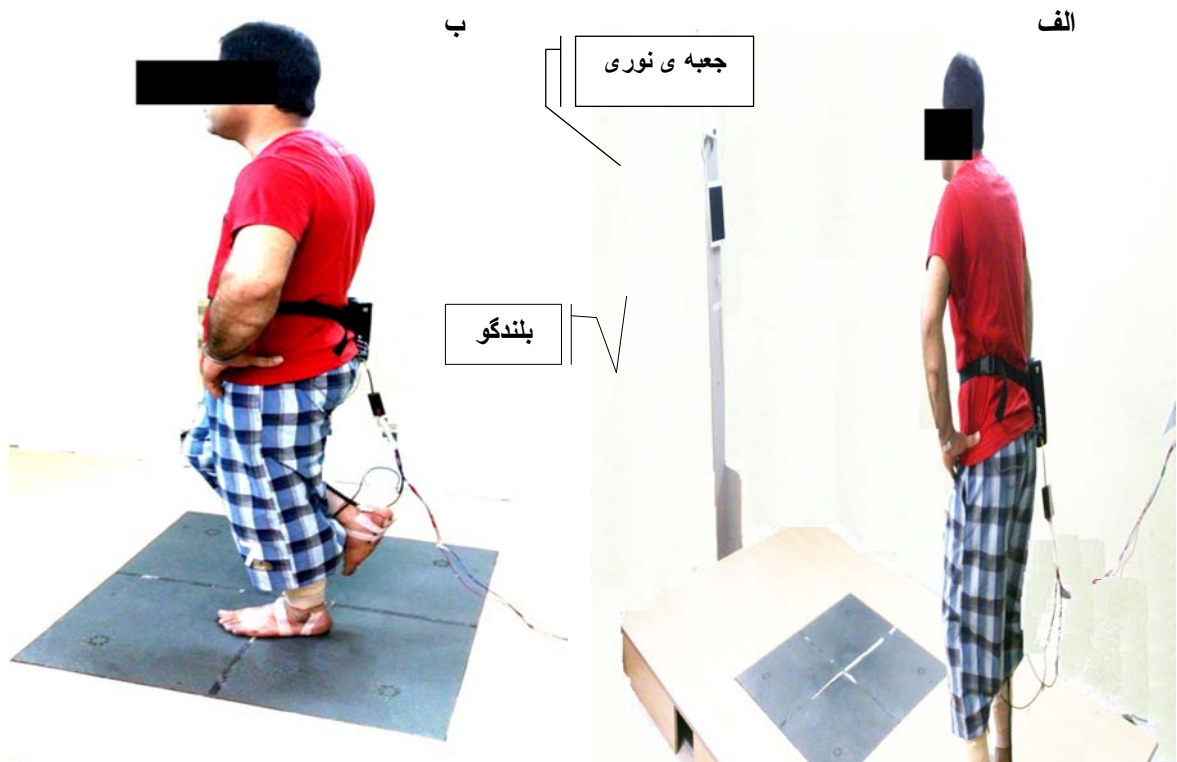
این مطالعه از نوع مقطعی و روش نمونه‌گیری از نوع غیراحتمالی ساده می‌باشد. شرکت‌کنندگان ۱۱ نفر (۲ زن و ۹ مرد) از دانشجویان رشته‌ی تربیت بدنی دانشگاه تهران با میانگین سنی  $24/73 \pm 3/74$  سال که به طور مرتب سه بار در هفته و هر بار به مدت حداقل ۲ ساعت ورزش می‌کردند، بودند (۱۶) (جدول ۱). شرکت‌کنندگان قبل از شرکت در مطالعه، فرم موافقت آگاهانه را تکمیل و امضا کردند. سپس پرسشنامه اطلاعات شخصی تکمیل و قد و وزن اندازه‌گیری شد. کلیه‌ی مراحل این مطالعه در آزمایشگاه تحقیقات بیومکانیک دانشکده‌ی توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام شد و مورد تایید کمیته‌ی اخلاق این دانشگاه قرار گرفت.

همه‌ی ورزشکاران در بازه‌ی سنی ۱۸ تا ۳۲ سال بودند و سابقه‌ی بیماری‌های قلبی، عروقی، دیابت، اختلال بینایی،

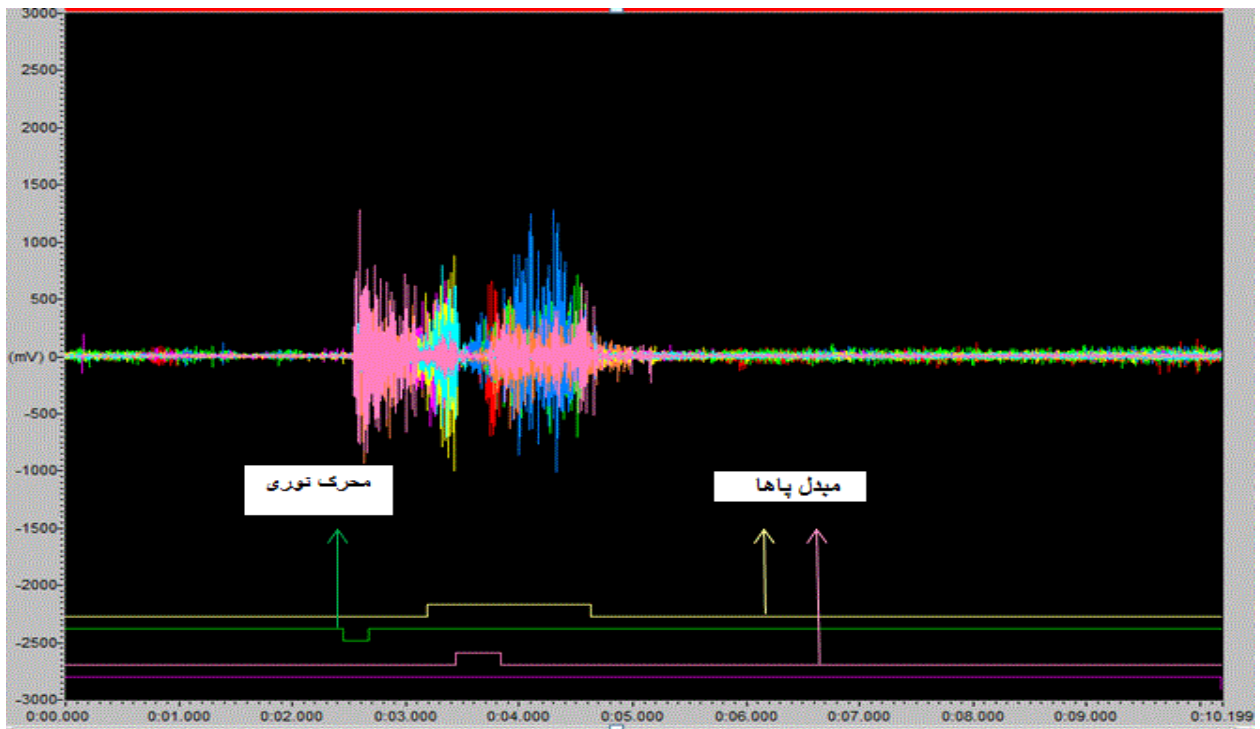
محرك بينايی و شروع فعاليت الكتروميوگرافي (۳ برابر ميانگين فعاليت الكتروميوگرافي عضلات در حالت استراحت) و زمان حرکت به عنوان فاصله‌ی زمانی بين شروع فعاليت الكتروميوگرافي و شروع حرکت (شناسایی با مبدل پا يعني زمانی که پاشنه‌ی موردنظر از سطح زمين بلند می‌شود) تعريف شد. زمان عكس العمل، فاصله‌ی زمانی بين فعال شدن محرك بينايی و شروع حرکت بود (شکل ۲).

در مطالعه‌ی حاضر از روش‌های آمار توصيفی به منظور توصيف و تشریح داده‌ها استفاده شد و برای تجزیه و تحليل آماری داده‌ها از نرم افزار SPSS نسخه‌ی ۱۹ استفاده گردید. همچنین از آزمون آماری کولموگروف-اسمیرنف برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها و به منظور بررسی سطح تکرار پذیری پرش‌ها ضريب همبستگی درون گروهی (intraclass Correlation Coefficient: ICC) محاسبه شد. پس از بررسی تکرارپذیری سه تکرار، به منظور بدست آوردن حداکثر تکرار پذیری از مقادير ميانگين برای تجزیه و تحليل استفاده شد. برای مقایسه‌ی پای غالب و غيرغالب از آزمون آنالیز واریانس با اندازه گیری‌های تکراری استفاده شد. سطح معنی-داری در تمام آزمون‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

برای هر یک از افراد ۷۵ درصد فاصله‌ی پرش حداکثر تعیین و محل فرود علامت گذاری می‌شد. برای شروع آزمون افراد در فاصله‌ی تعیین شده، می‌ایستادند و روبروی آن‌ها جعبه‌ای قرار می‌گرفت که ارتفاع آن در مقابل چشمان هر فرد تنظیم می‌شد. در این جعبه پنجره‌ای وجود داشت که دو لامپ نوری به رنگهای سبز و قرمز در آن قرار گرفته و بر حسب مورد و بصورت انتخابی توسط آزمونگر روشن می‌شد. از افراد خواسته می‌شد که به محض نورانی شدن پنجره مزبور به رنگ سبز، پرش انجام دهند و به مدت ۵ ثانیه تعادل خود را پس از فرود حفظ نمایند. در صورتی که لامپ قرمز رنگ روشن می‌شد، افراد پرشی را انجام نمی‌دادند. لازم به ذکر است تحریک با نور سبز یا قرمز به طور تصادفی بود و به این صورت که ابتدا یک تحریک شنیداری اولیه به منظور قرار گرفتن افراد در وضعیت آماده باش اعمال می‌شد، سپس بعد از سه ثانیه تحریک بينايی به صورت تصادفی با نور قرمز یا سبز داده می‌شد. در صورتیکه تحریک بينايی قرمز بود بعد از سه ثانیه مجدداً تحریک شنیداری اعمال می‌شد (شکل ۱). آزمون‌ها برای هر پا سه بار تکرار شد. از نرم افزار Data Link برای تجزیه و تحليل اطلاعات الكتروميوگرافي استفاده شد. زمان پيش حرکت عضلات مورد نظر به عنوان فاصله‌ی زمانی بين فعال شدن



شکل ۱- شرکت کننده در فاصله‌ی تعیین شده مقابل جعبه‌ی نوری می‌ایستد (الف)؛ شرکت کننده به سمت جلو می‌پرد و بر روی پای خواسته شده، فرود می‌آید (ب)



شکل ۲- نمودار خام ثبت الکترومیوگرافی عضلات ساق پای غالب و غیرغالب ورزشکاران غیر حرفه‌ای سالم به همراه نشانگر محرک نوری و میدل پاها

#### یافته‌ها

بجز زمان حرکت عضله‌ی پروئوس لونگوس دارای تکرارپذیری بالا یا بسیار بالایی هستند. (جدول ۲)  
 نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری برای مقایسه‌ی میزان پرش قدامی در پای غالب (میانگین  $\pm$  انحراف معیار؛  $13/21 \pm 123/79$  سانتی‌متر) و غیرغالب (میانگین  $\pm$  انحراف معیار؛  $11/82 \pm 123/56$  سانتی‌متر) شرکت کنندگان، تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ( $0/858 =$  سطح معنی‌داری؛  $F = 0/334$ ؛ آماره‌ی  $F$ ؛  $0/053 =$  توان آزمون).  
 بر اساس نتایج نشان داده شده در جدول ۳، زمان پیش حرکت، زمان حرکت و زمان عکس‌العمل در عضلات گاستروسولئوس، پروئوس لونگوس و پروئوس برویس و تیالیس قدامی پای غالب و غیرغالب ورزشکاران غیر حرفه‌ای سالم تفاوت معنی‌داری نداشت ( $P > 0/05$ ).

میانگین، انحراف معیار و دامنه‌ی متغیرهای دموگرافیک شرکت کنندگان در جدول ۱ آمده است.  
 نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف نشان داد که توزیع تمام متغیرهای تحقیق در هر دو پای غالب و غیرغالب نرمال بود ( $P > 0/05$ ).  
 ضریب همبستگی درون گروهی (ICC) با توجه به تقسیم بندی مونرو برای تکرارپذیری تفسیر شد. به گونه‌ای که مقادیر  $0/49 - 0/26$  نشان دهنده‌ی ارتباط پایین،  $0/5 - 0/69$  نشان دهنده‌ی ارتباط متوسط،  $0/7 - 0/89$  نشان دهنده‌ی ارتباط بالا و  $0/9 - 1$  نشان دهنده‌ی ارتباط بسیار بالا است (۱۸).  
 بنابراین، نتایج آزمون تکرارپذیری نشان می‌دهد تمام پارامترهای بررسی شده در پای غالب تکرارپذیری بالا و یا بسیار بالایی دارند. همچنین تمام پارامترهای بررسی شده در پای غیرغالب

جدول ۱- اطلاعات آنترپومتریکی شرکت کنندگان در مطالعه (تعداد = ۱۱)

متغیر	میانگین	انحراف معیار	دامنه
سن (سال)	۲۴/۷۳	۳/۷۴	۱۸ - ۲۸
وزن (کیلوگرم)	۶۶/۶۸	۱۳/۴۵	۴۰/۷۳ - ۸۶/۲۱
قد (سانتی‌متر)	۱۷۵/۲۷	۱۰/۰۳	۱۵۰ - ۱۸۳
شاخص توده‌ی بدن (کیلوگرم بر مجذور متر)	۲۱/۵۳	۳/۱۰	۱۷ - ۲۶/۳۱

جدول ۲- ضریب تکرارپذیری ICC زمان پیش حرکت، زمان حرکت و زمان عکس العمل عضلات ساق در حالت میانگین گیری شده (تعداد = ۱۱)

متغیر	عضله	ICC		سطح معنی داری (دو دامنه)*	
		پای غالب	پای غیرغالب	پای غالب	پای غیرغالب
زمان پیش حرکت (هزارم ثانیه)	گاستروسولئوس	۰/۸۱	۰/۹۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
	پرونئوس لونگوس	۰/۹۵	۰/۸۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳
	پرونئوس برویس	۰/۹۱	۰/۹۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	تیبیالیس قدامی	۰/۹۵	۰/۷۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۶
زمان حرکت (هزارم ثانیه)	گاستروسولئوس	۰/۷۵	۰/۸۶	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰
	پرونئوس لونگوس	۰/۹۶	۰/۶۷	۰/۰۰۰	۰/۰۱۴
	پرونئوس برویس	۰/۸۷	۰/۸۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	تیبیالیس قدامی	۰/۹۴	۰/۸۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
زمان عکس العمل (هزارم ثانیه)		۰/۹۰	۰/۹۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

\*سطح معنی داری به P Value مساوی یا کمتر از ۰/۰۵ اطلاق می شود.

جدول ۳- مقایسه ی زمان پیش حرکت، زمان حرکت و زمان عکس العمل (هزارم ثانیه) عضلات ساق پای غالب و غیرغالب ورزشکاران غیرحرفه ای با استفاده از آزمون آنالیز واریانس با اندازه گیری های تکراری (تعداد = ۱۱)

متغیر	عضله	انحراف معیار ± میانگین		سطح معنی داری (دو دامنه)	آماره ی F	توان آزمون
		پای غالب	پای غیرغالب			
زمان پیش حرکت (هزارم ثانیه)	گاستروسولئوس	۶۸۷/۴۲ ± ۲۰۷/۱۴	۷۲۴/۹۴ ± ۳۱۸/۲۰	۰/۶۰۹	۰/۲۷۹	۰/۰۷۷
	پرونئوس لونگوس	۴۲۵/۶۰ ± ۲۴۰/۳۷	۵۳۳/۳۰ ± ۳۲۷/۹۰	۰/۲۷۷	۱/۳۲۲	۰/۱۸۱
	پرونئوس برویس	۴۵۵/۲۷ ± ۲۴۹/۶۲	۵۶۱/۰۹ ± ۴۰۸/۰۹	۰/۳۲۱	۱/۰۹۲	۰/۱۵۷
	تیبیالیس قدامی	۲۵۱ ± ۷۸/۸۲	۳۱۷/۶۴ ± ۷۶/۵۷	۰/۰۷۰	۴/۰۹۸	۰/۴۴۸
زمان حرکت (هزارم ثانیه)	گاستروسولئوس	۲۹۵/۲۴ ± ۱۸۶/۹۰	۳۰۱/۰۹ ± ۱۷۸/۲۸	۰/۹۱۳	۰/۰۱۳	۰/۰۵۱
	پرونئوس لونگوس	۵۵۹/۷۶ ± ۳۱۹/۳۸	۴۹۱/۱ ± ۲۱۴/۸۰	۰/۳۷۳	۰/۸۶۹	۰/۱۳۵
	پرونئوس برویس	۵۳۰/۰۹ ± ۸۲/۶۵	۴۶۷/۹۷ ± ۷۱/۳۰	۰/۴۱۴	۰/۷۲۷	۰/۱۲۱
	تیبیالیس قدامی	۷۳۴/۳۶ ± ۷۷/۹۵	۷۱۱/۴۲ ± ۹۳/۱۹	۰/۶۸۸	۰/۱۷۰	۰/۰۶۶
زمان عکس العمل (هزارم ثانیه)		۹۷۸/۹۴ ± ۷۴/۶۹	۱۰۲۹/۰۶ ± ۹۰/۹۲	۰/۲۸۵	۱/۲۷۷	۰/۱۷۶

## بحث

در این مطالعه به منظور مقایسه رفتار حرکتی پای غالب و غیرغالب ورزشکاران غیرحرفه‌ای سالم در پاسخ به محرک بینایی، زمان پیش حرکت و زمان حرکت عضلات ساق برای اولین بار مورد بررسی قرار گرفته است. یافته‌های مطالعه‌ی حاضر نشان داد زمان پیش حرکت و زمان حرکت در عضلات گاستروسولئوس، پروئوس لونگوس و پروئوس برویس و تیبالیس قدامی و زمان عکس العمل کلی در پای غالب و غیرغالب ورزشکاران غیرحرفه‌ای سالم تفاوت معنی‌داری ندارد.

محققان از روش‌های متعددی برای تعیین اندام تحتانی غالب و غیرغالب استفاده می‌کنند، زیرا این عقیده‌ی عمومی وجود دارد که غالب بودن اندام‌ها عملکرد را تحت تاثیر قرار می‌دهد و بنابر این در طراحی‌های مطالعات باید مدنظر قرار بگیرد. یکی از رایج‌ترین راه‌ها برای تعیین اندام تحتانی غالب، خواستن از افراد برای ضربه زدن به توپ است. هر چند این موضوع که کدام اندام (اندام ضربه زننده یا اتکا کننده) عملکرد بیشتری دارد و باید به عنوان اندام غالب در نظر گرفته شود و یا این که در فعالیت‌هایی غیر از ضربه زدن به توپ مثل پریدن و فرود آمدن غالب بودن با کدام اندام است، هنوز مورد بحث است (۱۹).

Ross و همکارانش در مطالعه‌ای به منظور بررسی غالب بودن اندام‌ها، از افراد ورزشکار خواستند با حداکثر تلاش پرش عمودی و افقی روی یک پا انجام دهند و بر روی پای ضربه زننده به توپ یا پای اتکا کننده فرود آیند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که هیچ تفاوتی در مسافت پرش‌های هر دو اندام وجود ندارد. در نتیجه چنین به نظر می‌رسد که یا تقسیم‌بندی پاها بر اساس ضربه زدن به توپ یک روش مناسب نیست و یا واقعا غالب بودن اندام‌ها تاثیری بر عملکرد پرش افراد ندارد (۱۹). نتایج این پژوهش همسو با یافته‌های مطالعه‌ی حاضر است زیرا همانطور که گفته شد تفاوت معنی داری در میزان پرش قدامی پای غالب و غیرغالب ورزشکاران مشاهده نشد.

در آزمایشات نوروفیزیولوژی و توانبخشی، گزارش این که آیا فعالیت رخ داده با پای غالب انجام شده است یا غیرغالب، امری رایج است. مخصوصا در فعالیت‌های حرکتی اندام فوقانی، تفاوت‌های آشکار بین دست‌های غالب و غیرغالب و همچنین فعالیت نواحی مرتبط با آن‌ها در قسمت‌های مختلف مغز گزارش شده است. روانشناسان به ویژه عصب-روانشناسان دست برتری (Handedness) را شاخص غیرمستقیم تسلط نیمکره‌ای (Hemispheric dominance) یا جانبی شدن (Lateralization) می‌دانند (۲۰). جانبی شدن مغز انسان به

معنای ایجاد تفاوت در کارکرد دو نیمکره‌ی مغز است و اغلب پژوهشگران از سنجش برتری طرفی، برای بررسی جانبی شدن کنش و برتری نیمکره‌های مغز استفاده می‌کنند (۲۱). برتری طرفی (Sidedness) به معنای عادت بیشتر در به کار بردن پا، دست، چشم و گوش یک طرف بدن است (۲۲). شواهد نشان می‌دهند که فعالیت دو طرفه‌ی مغزی در طی حرکات یک طرفه ی اندام غیرغالب نسبت به غالب بیشتر است. در افراد چپ دست، الگوی فعالیت طرفی کمتری حین حرکات دست غالب و غیرغالب وجود دارد. مطالعات جدید نشان می‌دهند که کاهش تغییرات سیگنال در قشر حسی- حرکتی اولیه‌ی همان طرف در طی حرکت دست غالب وجود دارد، اگرچه مکانیسم‌های این پدیده هنوز روشن نیست. در طی تکالیف پروگزیمال مثل حرکت شانه، قشر حسی- حرکتی به صورت دو طرفه فعالیت می‌کند، در حالی که در تکالیف دیستال مثل حرکت انگشت دست غالب، قشر حسی- حرکتی همان سمت فعالیت کمتری دارد. همچنین مطالعات دیگری که به بررسی برتری طرفی فعالیت بعضی نواحی مغز در حین تکالیف اندام تحتانی پرداختند، به نتایج مشابهی رسیدند (۲۳).

در بسیاری از تمرینات اندام تحتانی، مانند تست‌های دینامومتری یک اندام، اکثر مطالعات اندام موردنظر را ذکر می‌کنند. بنابراین به مانند فعالیت‌های اندام فوقانی، توجه به غالب بودن اندام در عملکرد حرکتی اندام تحتانی در تست‌های دینامومتری یا تست‌های تعادلی روی یک پا مهم است (۲۴).

Hoffman و همکارانش در سال ۱۹۹۸ به منظور تعیین وجود تفاوت در ثبات پاسچرال پای غالب و غیرغالب در جمعیت سالم مطالعه‌ای انجام دادند. برای بررسی ثبات پاسچرال از اندازه‌گیری ناحیه‌ی نوسان (Sway Area) و طول مسیر نوسان (Sway Path Line) استفاده شد. نتایج این مطالعه نشان داد که تفاوت معناداری در ثبات پاسچرال پای غالب و غیرغالب بالغین جوان وجود ندارد (۱).

از سوی دیگر Zakas و همکارانش در سال ۲۰۰۶ به منظور تعیین قدرت در گروه‌های عضلانی فلکسور و اکستانسور زانو و نسبت همسترینگ به کوادریسپس در هر دو پای فوتبالیست‌های حرفه‌ای (یک پای غالب یا هر دو غالب) مطالعه‌ای انجام دادند. شرکت کنندگان به ۳ گروه، پای راست غالب، پای چپ غالب و هر دو پا غالب تقسیم شدند. گشتاور حداکثر انقباض ارادی کانستریک عضلات کوادریسپس و همسترینگ با سرعت‌های زاویه‌ای ۱۲، ۶۰، ۱۸۰ و ۳۰۰ درجه بر ثانیه اندازه

آنچه که مسلم است در حرکات اندام تحتانی، همواره یک پا به عنوان اندام عمل کننده و دیگری به عنوان ثبات دهنده عمل می‌کند. آنچه که استراتژی کنترل حرکت اندام تحتانی و فوقانی را متفاوت می‌سازد، همین عملکرد همزمان و دوگانه‌ی اندام تحتانی است. تصمیم در مورد اینکه آیا اندام عمل کننده غالب است یا اندام ثبات دهنده، محل اختلاف نظر محققان می‌باشد.

بر اساس نتایج مطالعه حاضر شاید بتوان چنین نتیجه‌گیری کرد که برای بررسی استراتژی کنترل حرکتی و تعیین زمان پیش حرکت و حرکت در عضلات ساق نسبت به محرک بینایی، غالب بودن اندام‌ها پارامتری مهم نیست و در نتیجه بهتر است به جای استفاده از اصطلاح اندام غالب و غیرغالب، از اصطلاح اندام ترجیحی و غیرترجیحی (۲۶) در عملکرد اندام تحتانی استفاده کرد.

یکی از محدودیت‌های مطالعه‌ی حاضر، عدم انجام آن به وسیله‌ی سیستم الکترومیوگرافی بی‌سیم است. این سیستم پرش را برای شرکت کنندگان راحت تر می‌کند و نوبه‌های حرکتی ناشی از حرکت سیم را کاهش می‌دهد. یکی دیگر از محدودیت‌ها، تعداد کم حجم نمونه و عدم بررسی عضلات عمقی تر ساق مانند اکستانسورها و فلکسورهای انگشتان و شست، است. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده علاوه بر عضلات ساق، سایر عضلات اندام تحتانی و سایر پارامترهای کنترل حرکت از جمله توالی وارد عمل شدن عضلات، مورد بررسی قرار گیرند.

از یافته‌های این مطالعه می‌توان در طراحی آزمون‌های عملکردی و همچنین مطالعاتی که گروه هدف ورزشکاران با آسیب‌های جزئی اندام تحتانی (برای مثال پیچ خوردگی مچ پا) هستند، استفاده کرد و از اندام مخالف بدون در نظرگیری غالب یا غیرغالب بودن آن، به عنوان یک اندام کنترل معتبر استفاده کرد. هر چند انجام مطالعات تکمیلی با حجم نمونه‌ی بالاتر می‌تواند راهگشای بهتری در مورد این مسئله باشد.

### قدردانی

این مطالعه بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیوتراپی به کد اخلاق IR.TUMS.REC.۱۳۹۴.۱ می‌باشد که با حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران صورت گرفته است. نویسندگان مراتب قدردانی خود را از این بابت اعلام می‌دارند.

گیری شد. در هیچ یک از پارامترهای اندازه گیری شده تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. به نظر می‌رسد جلسات تمرین و مسابقات به یک نسبت بر هر دو اندام فوتبالیست‌های حرفه‌ای اثر دارد (۲۵).

همچنین Ruitter و همکارانش در سال ۲۰۰۹ به بررسی گشتاور ایزومتریک اکستانسورهای زانو و نرخ توسعه گشتاور در طی انقباضات ایزومتریک سریع حداکثر و پرش از وضعیت چمباتمه به صورت یک طرفه پرداختند. هیچ یک از پارامترهای فوق در اندام‌ها متفاوت نبود. این یافته‌ها ذکر غالب بودن اندام‌ها در تست‌های دیناموتری را به چالش می‌کشد (۲۴). همان‌طور که در نتایج حاصل از تحقیقات فوق مشاهده می‌شود، اندام غالب و غیرغالب به لحاظ ثبات پاسچرال و حرکات قدرتی، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند.

در مطالعات بسیاری زمان عکس‌العمل عضلات ساق به اینورژن یا اینورژن و پلاننار فلکشن ناگهانی به وسیله‌ی ابزارهایی چون Hydrolic tiltboard و Trapdoor با استفاده از الکترومیوگرافی در پای غالب و غیرغالب افراد سالم یا افراد با آسیب‌هایی چون بی‌ثباتی مزمن مچ پا و محدودیت دورسی فلکسیون مچ پا مورد بررسی قرار گرفته است. در اکثر این مطالعات زمان عکس‌العمل در پای غالب و غیرغالب ورزشکاران سالم تفاوت چندانی ندارد و نتایج این تحقیقات حاکی از این است که تفاوت‌های اساسی در زمان بندی وارد عمل شدن عضلات ساق در افراد آسیب دیده وجود دارد ولی هیچ‌گونه تفاوتی در افراد سالم وجود ندارد.

اگرچه مطالعه‌ی حاضر از لحاظ روش بررسی با مطالعات ذکر شده تفاوت‌های اساسی دارد، اما نتایج آن با بسیاری از تحقیقات گذشته همسو است و نشان می‌دهد هیچ‌گونه تفاوتی در استراتژی کنترل حرکتی پای غالب و غیرغالب ورزشکاران غیرحرفه‌ای سالم وجود ندارد.

مطالعات انجام شده به وسیله‌ی تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی (Resonance Functional Magnetic Imaging) به طور آشکاری نشان دادند، برتری جانبی فعالیت مغزی وجود دارد و ممکن است با فاکتورهای زیادی از جمله غالب بودن اندام‌ها تحت تاثیر قرار گیرد. هرچند حرکات انگشتان دست الگوهای فعالیت مغزی قوی تری نسبت به حرکات اندام تحتانی دارند و بسیاری از فعالیت‌های دست برخلاف اندام تحتانی با استفاده از نیروی کم انجام می‌شود. درحالی‌که قسمت اعظم فعالیت‌های اندام تحتانی از جمله راه رفتن دو پای و قرینه است (۲۴).

## REFERENCES

1. Hoffman M, Schrader J, Applegate T, Koceja D. Unilateral postural control of the functionally dominant and nondominant extremities of healthy subjects. *Journal of Athletic Training* 1998;33(4): 319-22.
2. McLean SG, Borotikar B, Lucey SM. Lower limb muscle pre-motor time measures during a choice reaction task associate with knee abduction loads during dynamic single leg landings. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)* 2010;25(6):563-9.
3. Luoto S, Taimela S, Hurri H, Alaranta H. Mechanisms explaining the association between low back trouble and deficits in information processing. A controlled study with follow-up. *Spine* 1999;24(3): 255-61.
4. Mitchell A, Dyson R, Hale T, Abraham C. Biomechanics of ankle instability. Part 1: Reaction time to simulated ankle sprain. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2008;40(8):1515-21.
5. Mitchell A, Dyson R, Hale T, Abraham C. Biomechanics of ankle instability. Part 1. Reaction time to simulated ankle sprain. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2008;40(8):1515-21.
6. Konradsen L, Voigt M, Hojsgaard C. Ankle inversion injuries. The role of the dynamic defense mechanism. *The American Journal of Sports Medicine* 1997;25(1):54-8.
7. Lofvenberg R, Karrholm J, Sundelin G, Ahlgren O. Prolonged reaction time in patients with chronic lateral instability of the ankle. *The American Journal of Sports Medicine* 1995;23(4):414-7.
8. Vaes P, Van Gheluwe B, Duquet W. Control of acceleration during sudden ankle supination in people with unstable ankles. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 2001;31(12):741-52.
9. Konradsen L, Ravn JB. Ankle instability caused by prolonged peroneal reaction time. *Acta Orthopaedica Scandinavica* 1990;61(5):388-90.
10. Karlsson J, Andreasson GO. The effect of external ankle support in chronic lateral ankle joint instability. An electromyographic study. *The American Journal of Sports Medicine* 1992;20(3):257-61.
11. Ebig M, Lephart SM, Burdett RG, Miller MC, Pincivero DM. The effect of sudden inversion stress on EMG activity of the peroneal and tibialis anterior muscles in the chronically unstable ankle. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 1997;26(2):73-7.
12. van Cingel RE, Kleinrensink G, Uitterlinden EJ, Rooijens PP, Mulder PG, Aufdemkampe G, et al. Repeated ankle sprains and delayed neuromuscular response: acceleration time parameters. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 2006;36(2):72-9.
13. Van Deun S, Staes FF, Stappaerts KH, Janssens L, Levin O, Peers KK. Relationship of chronic ankle instability to muscle activation patterns during the transition from double-leg to single-leg stance. *The American Journal of Sports Medicine* 2007;35(2):274-81.
14. Nuri L, Shadmehr A, Ghotbi N, Attarbashi Moghadam B. Reaction time and anticipatory skill of athletes in open and closed skill-dominated sport. *European Journal of Sport Science* 2013;13(5):431-6.
15. Mori S, Ohtani Y, Imanaka K. Reaction times and anticipatory skills of karate athletes. *Human Movement Science* 2002;21(2):213-30.
16. Nuri L, Shadmehr A, Attarbashi Moghadam B, Ghotbi N. Comparison of reaction time and anticipatory skill between female athletes and non-athletes. *Modern Rehabilitation* 2012;6(3):37- 43.
17. Recommendation for sensor locations in lower leg or foot muscles. [cited 2014 June 20]; Available from: [http://www.seniam.org/lowerleg\\_location.htm](http://www.seniam.org/lowerleg_location.htm).
18. Domholdt E. *Rehabilitation research: principles and applications*. 3rd edition ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2005.
19. Ross S, Mickle K, Munro B, Steele J. Does kicking a ball really reflect limb dominance in non-kicking tasks?. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2003; 6(4): 37.
20. Bishop D, Ross V, Daniels M, Bright P. The measurement of hand preference: A validation study comparing three groups of right-handers. *British Journal of Psychology* 1996;87(2):269-85.
21. Alipour A. The reliability and validity of chapman's handedness inventory in junior high school students. *Developmental Psychology J* 2006;2(7):197-205.
22. Rondal JA, Edwards S, Phd M. *Language in mental retardation*; 1997.
23. Kapreli E, Athanasopoulos S, Papatheanasiou M, Van Hecke P, Strimpakos N, Gouliamos A, et al. Lateralization of brain activity during lower limb joints movement. An fMRI study. *Neuroimage* 2006;32(4):1709-21.
24. de Ruyter CJ, de Korte A, Schreven S, de Haan A. Leg dominance in relation to fast isometric torque production and squat jump height. *European Journal of Applied Physiology* 2010;108(2):247-55.
25. Zakas A. Bilateral isokinetic peak torque of quadriceps and hamstring muscles in professional soccer players with dominance on one or both two sides. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 2006;46(1):28-35.
26. Rahnama N, Lees A, Bambaecchi E. Comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players. *Ergonomics* 2005;48(11-14):1568-75.



Research Article

# Comparing the motor control strategy of the dominant and non-dominant legs of non- professional healthy athletes in response to visual stimulus during forward jumping

Fereydounnia S<sup>1</sup>, Shadmehr A<sup>2\*</sup>, Talebian Moghadam S<sup>3</sup>, Olyaei Gh<sup>3</sup>, Jalaei Sh<sup>4</sup>

1- MSc Candidate of Physical Therapy, School of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2- Associate Professor of Physical Therapy Department, School of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3- Professor of Physical Therapy Department, School of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

4- Assistant Professor of Physical Therapy Department, School of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

## Abstract

**Background and Aim:** Different aspects of the motor control parameters of dominant and non-dominant legs are investigated but the effect of dominancy on motor control strategy is still unclear. The aim of the present study is to compare the pre- motor time, motor time and reaction time in dominant and non- dominant leg muscles of the non- professional healthy athletes in response to visual stimulus during forward jumping.

**Methods and Materials:** Eleven non- professional healthy athletes participated in this cross-sectional study determined by convenience non probability sampling. Surface electromyography were performed in the dominant and non-dominant leg muscles including gastrosoleus , peroneus longus, peroneus brevis, and tibialis anterior in response to visual stimulus during forward jumping.

**Results:** There was no significant difference ( $P > 0.05$ ) between the dominant and no-dominant legs with respect to the pre-motor time, motor time and reaction time of the gastrosoleus, peroneus longus, peroneus brevis and tibialis anterior.

**Conclusion:** Our findings suggest that limb dominancy is not an important parameter in the motor control studies.

**Keywords:** Motor control strategy, Visual stimulus, Forward jumping

**\*Corresponding Author:** A. Shadmehr, School of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences.

**Email:** shadmehr@tums.ac.ir

*This research was supported by Tehran University of Medical Sciences (TUMS)*