رفتار حرکتی شماره ۲۶، زمستان ۱۳۹۵، صص ۳۴-۱۷

تأثیر قید تکلیف بر یادگیری الگو و پارامتر حرکت به‌هنگام یادگیری مشاهده‌ای

داوود فاضلی[1]، ناهید مرادی[2]

۱. دانشجوی دکتری رفتار حرکتی، دانشگاه فردوسی مشهد*
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد رفتار حرکتی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۵/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۱۲

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر قید تکلیف بر یادگیری الگو و پارامتر حرکت به‌هنگام یادگیری مشاهده‌ای می‌باشد. بدین‌منظور، ۱۶ نفر که همگی راست‌دست بودند به‌صورت تصادفی به دو گروه با توپ و بدون توپ تقسیم شدند. هر دو گروه فیلم نمایش نقاط نورانی کل بدن را مشاهده کردند و تنها یکی از گروه‌ها می‌بایست مشابه با الگو، یک توپ را به سمت هدف پرتاب می‌کرد (دارای قید تکلیف) و گروه دیگر درمورد وجود هدف خارجی تکلیف اطلاعی نداشت (بدون قید تکلیف). گروه‌ها در مرحلهٔ اکتساب ۲۰ کوشش را انجام دادند و یک روز بعد به‌منظور انجام آزمون یادداری، پنج کوشش را اجرا نمودند. شایان‌ذکر است که کینماتیک حرکت افراد به‌منظور مقایسه با کینماتیک الگو ثبت شد و تغییرپذیری در هماهنگی درون‌عضوی و نیز اختلاف حداکثر سرعت مچ از الگو محاسبه گردید. نتایج نشان می‌دهد که گروه بدون توپ در هماهنگی حرکتی نسبت به گروه با توپ، بیشتر شبیه به الگو عمل کرده است، اما در حداکثر سرعت مچ، رفتار گروه با توپ بیشتر شبیه به الگو می‌باشد. این نتایج هم در اکتساب و هم در یادداری مشاهده می‌شود. دلیل احتمالی این نتایج می‌تواند صرف‌نظرکردن گروه با توپ از الگوی حرکت به‌منظور دست‌یابی به هدف خارجی حرکت باشد.

واژگان کلیدی: قید تکلیف، یادگیری مشاهده‌ای، هماهنگی درون‌عضوی، کینماتیک حرکت

* نویسنده مسئول
Email: fazelidavid@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

مربیان و کارورزان حیطهٔ ورزش از روش‌های مختلفی برای انتقال اطلاعات به افراد استفاده می‌کنند. یکی از این روش‌ها، مشاهده است که به آن "یادگیری مشاهده‌ای" می‌گویند. یادگیری مشاهده‌ای فرایندی است که در آن مشاهده‌کننده تلاش می‌کند رفتاری را که توسط فرد دیگر به نمایش گذاشته می‌شود، تکرار نماید (۱،۲). اگرچه انسان در تقلید بسیاری از حرکات پیچیده موفق می‌باشد، اما مکانیزم‌های زیربنایی این تقلید موفق (تکرار از طریق مشاهده) کمتر شناخته شده‌اند. پژوهشگران براساس یافته‌های قبلی، "نظریهٔ هدف" را ارائه داده‌اند (۳). این نظریه به یک سیستم بازنمایی اعتقاد دارد که سیستم ادراک و عمل را با هم ادغام می‌کند. این دیدگاه با دیدگاه‌های کنونی که عقیده دارند تقلید، ادراک و عمل به‌وسیلهٔ نگاشت ادراکی حرکتی مستقیم[1] با هم جفت شده‌اند هم‌راستا می‌باشد. این نگاشت ادراکی حرکتی مستقیم به‌وسیلهٔ یافته‌های نوروفیزیولوژیکی نیز موردحمایت قرار گرفته است (۴،۵). پژوهشگرانی که کارهای اولیه را درزمینهٔ یادگیری مشاهده‌ای انجام داده‌اند استدلال کرده‌اند که یادگیری مشاهده‌ای موفق براین‌اساس است که مشاهده‌کننده بتواند به‌طور دقیق حرکت نشان‌داده‌شده را تقلید نماید (۶،۷). درواقع، پژوهشگران هدف اولیه در یادگیری مشاهده‌ای را یادگرفتن الگوی حرکت عنوان کرده و هدف بعدی را پاراماتربندی الگوی فراگرفته‌شده می‌دانند (۷)، اما دراین‌میان، شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد یادگیری مشاهده‌ای صرفاً درنتیجهٔ دیدن عمل الگو نمی‌باشد، بلکه مشاهده‌کننده، قصد اجراکننده را به‌گونه‌ای درک می‌کند که فرایند تولید، عمل مشتق از هدف یا شی باشد (نه این‌که مشتق از حرکت یا ابزار اجرای حرکت باشد) و این متغیرها، کسب الگو و پارامتر حرکت را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند (۵،۸). در حمایت از این گفته‌ها، پژوهشگران نشان داده‌اند هنگامی‌که از کودکان خواسته می‌شود مطابق با یک الگو با انگشتان خود به‌صورت متقاطع به سمت گوش‌های خود اشاره کنند (دست راست به سمت گوش چپ و دست چپ به سمت گوش راست)، کودکان تمایل دارند که برخلاف الگو و به‌صورت غیرمتقاطع (دست راست به سمت گوش راست و دست چپ به سمت گوش چپ) این کار را انجام دهند (۹). این درحالی است که وقتی از کودکان خواسته شد به فضای کنار گوش‌های خود (بدون هدف رساندن دست به گوش) اشاره نمایند، حرکت آن‌ها مشابه با الگو بود و هر زمان الگو به‌صورت متقاطع به فضای جانبی خود اشاره می‌نمود، آن‌ها نیز به‌صورت متقاطع عمل می‌کردند. پژوهشگران نتیجه گرفته‌اند که وجود یا عدم وجود اشیا هدف در حرکت الگو، اثر مهمی در رفتار تقلیدی دارد (۹). براساس این نتایج و یافته‌های مشابه، یک تئوری با نام "تئوری تقلید هدف‌محور" ارائه گردید (۵). این تئوری عقیده دارد که فرد مشاهده‌کننده، عمل درک‌شده را به‌لحاظ شناختی به جنبه‌های مجزایی تجزیه‌وتحلیل می‌کند و سپس

1. Direct Perceptual-Motor Mapping

Archive of SID

www.SID.ir

از بین این جنبه‌ها، تنها جنبه‌های خاصی را انتخاب می‌نماید و این اهداف خاص به‌صورت سلسله‌مراتبی اولویت‌دهی می‌شوند که این اولویت‌دهی براساس کارکردی‌بودن آن اهداف صورت می‌گیرد (۵). در این سلسله‌مراتب، اشیا مهم‌تر از اندام‌های مؤثر و یا مسیرهای حرکت می‌باشند (۵،۱۰،۱۱). طبق این نظریه، هدف انتخاب‌شده، برنامهٔ حرکتی را فراخوانی می‌کند که به‌طور قوی با برآورده‌کردن آن در ارتباط باشد و الزاماً این برنامهٔ حرکتی به حرکات متناظر با الگو منجر نمی‌شود؛ هرچند که ممکن است در بسیاری از حرکات روزمره به حرکتی متناظر با الگو منجر گردد (۵،۱۱). این نظریه ماهیتی کارکردی به تقلید می‌دهد، اما "نظریهٔ نگاشت مستقیم" ماهیتی خودکار دارد. طبق این نظریه، اگر تفاوت در مهارت حرکتی یا تناسب‌های بدنی آنقدر بزرگ باشد که فرد تقلیدکننده نتواند به‌لحاظ جسمانی حرکت مشابهی مانند الگو را انجام دهد، حتی در چنین شرایطی نیز فرد مشاهده‌کننده از الگو سود خواهد برد (۹،۱۰) و هدف یادگیری می‌تواند رسیدن به هدفی مشابه با هدف الگو باشد.

در حمایت از تئوری تقلید هدف‌محور پژوهشگران نشان داده‌اند هنگامی‌که افراد باید حرکت ضربه‌زدن به یک توپ را تقلید نمایند، مشاهدهٔ یک الگو با دریافت اطلاعات کلامی، تفاوتی در کسب الگوی حرکتی ایجاد نخواهد کرد و الگوی حرکتی افرادی که الگوی ماهر را مشاهده کرده بودند مشابه با افرادی است که تنها اطلاعات کلامی را دریافت نموده‌اند (۱۲). پژوهشگران استدلال کرده‌اند که افراد گروه مشاهده، بیشتر بر دست‌یابی به هدف حرکت تأکید کرده و از الگوی حرکت صرف‌نظر نموده‌اند (۱۲). در پژوهش دیگری نیز به بررسی نقش قید تکلیف در یادگیری مشاهده‌ای پرداخته شد (۱۱) و نتایج آن نشان داد که حرکت تقلیدشده زمانی بیشتر شبیه به الگو می‌باشد که هدفی در حرکت وجود نداشته باشد و هنگامی‌که هدفی در حرکت وجود داشته باشد، حرکت مشاهده‌کننده، کمتر شبیه به الگو خواهد بود (۱۱). در پژوهش‌های دیگر نیز نشان داده شده است که افراد در حرکات بدون هدف نسبت به حرکات با هدف خارجی، چشم‌های خود را برای مدت‌زمان بیشتری بر اندام‌ها تثبیت می‌کنند و کینماتیک الگو را بهتر اجرا می‌نمایند (۱۳).

دراین‌میان، برخی از پژوهشگران عقیده دارند که کدگذاری اعمال هم براساس هدف حرکت می‌باشد و هم براساس مسیر حرکت (۱۴). این پژوهشگران عنوان کرده‌اند که در حرکات هدفمند و غیرهدفمند، زمانی‌که یک اثر تداخلی به‌وجود بیاید، در هر دو نوع حرکت اثر مشابهی خواهد داشت، اما این اثر برای حرکات غیرهدفمند قوی‌تر خواهد بود (۱۴). این امر نشان می‌دهد که در حرکات هدفمند، تأکید کمتری بر شکل حرکت می‌شود و همین امر موجب می‌گردد که شکل حرکت، کمتر تحت‌تأثیر اثر تداخلی قرار بگیرد.

Archive of SID

www.SID.ir

علی‌رغم شواهد ارائه‌شدهٔ قبلی، شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد زمانی‌که هدفی در حرکت وجود داشته باشد موجب بهبود شکل هماهنگی حرکت خواهد شد و حرکت فرد به الگو نزدیک‌تر می‌شود؛ به‌عنوان‌مثال، در پژوهشی که بر روی عمل چیپ[1] فوتبال[2] انجام گرفت نشان داده شد که وجود یک هدف خارجی در تکلیف برای دست‌یابی، تأثیر بیشتری نسبت به مشاهدهٔ اطلاعات نسبی بدن دارد و باعث می‌شود که الگوی هماهنگی حرکت افراد مشاهده‌کننده، بیشتر شبیه به الگو گردد (۱۵). همچنین، در پژوهش دیگری نیز پژوهشگران به نتایج مشابهی دست یافتند (۱۶). در این پژوهش از پرتاب بولینگ به‌عنوان تکلیف استفاده شد و اطلاعات به‌صورت نمایش نقاط نورانی (PLD[3]) ارائه گردید. همچنین، به یک گروه از افراد گفته شد که تنها حرکت را اجرا کنند و چیزی درمورد ماهیت پرتابی عمل به آن‌ها ارائه نشد (بدون هدف خارجی). درمقابل، به گروه دیگر گفته شد که عمل یک پرتاب می‌باشد و می‌بایست یک توپ را پرتاب نمایند (با هدف خارجی). نتایج نشان داد گروه‌هایی که توپ را به سمت یک هدف خارجی پرتاب می‌کرده‌اند (با هدف خارجی) نسبت به گروه‌های بدون توپ (بدون هدف خارجی)، نه‌تنها در هماهنگی حرکت، بلکه در متغیرهای کنترل‌کنندهٔ حرکت نیز بیشتر شبیه به الگو بوده‌اند (۱۶). این نتایج با یافته‌های قبلی در تضاد می‌باشد؛ زیرا، پژوهشگران عقیده دارند هنگامی‌که افراد حرکتی را با وجود هدف خارجی تقلید می‌کنند، دست‌یابی به هدف خارجی به مهم‌ترین هدف حرکت تبدیل می‌شود و الگوی حرکت در اولویت بعدی قرار می‌گیرد (۵). یک دلیل احتمالی برای دست‌یابی به این نوع نتایج متناقض می‌تواند نوع تکلیف به‌کاربرده‌شده در این پژوهش‌ها باشد. تکالیف مورداستفاده در مطالعات پیشین در برخی موارد نیازمند حرکت یک عضو بدن بوده‌اند (۱۵) و تکالیفی ساده محسوب می‌شده‌اند، اما تکالیف دیگر از جمله تکالیفی بوده‌اند که احتمال دارد در ذخیرهٔ حرکتی افراد وجود داشته باشند (۱۰،۱۷). مطالعات نشان داده‌اند حرکاتی که در گذشته یادگرفته شده‌اند و برای فرد معنادار می‌باشند (هدف‌دار)، بهتر از حرکات بدیع بدون معنی (بدون هدف) تقلید می‌شوند (۱۸). امکان دارد که تئوری تقلید هدف‌محور (۹) در مواردی صدق نماید که حرکت موردنظر نیازمند کسب یک الگوی هماهنگی جدید باشد و احتمالاً هنگامی‌که حرکت بدیع باشد، وجود هدف خارجی موجب صرف‌نظرکردن فرد از الگوی حرکتی می‌گردد و فرد نمی‌تواند الگوی هماهنگی را مشابه با زمانی‌که هدف خارجی در حرکت وجود ندارد، کسب نماید (۵،۹).

با توجه به این‌که درزمینهٔ نقش هدف تکلیف در یادگیری مشاهده‌ای پژوهش‌های زیادی صورت نگرفته است و این پژوهش‌های اندک نیز به نتایج هم‌سویی منجر نشده‌اند، انجام مطالعات بیشتر ضروری

1. Soccer Chipping Action

۲. منظور ضربهٔ چیپ فوتبال است که در آن فرد سعی می کند توپ را از روی یک مانع یا فرد دیگری رد نماید و به هدف برساند.

3. Point Light Displays

Archive of SID

www.SID.ir

به‌نظر می‌رسد. همچنین، با توجه به این‌که تاکنون مطالعات اندکی نقش هدف حرکت را به‌صورت مستقیم در یک تکلیف واحد موردبررسی قرار داده‌اند (۱۳،۱۴)، انجام پژوهشی که این مهم را مدنظر قرار دهد ضروری می‌باشد؛ لذا، این پژوهش در نظر دارد با به‌کارگیری یک تکلیف بدیع، نقش قید تکلیف را به‌طور هم‌زمان در یک تکلیف واحد موردبررسی قرار دهد.

روش پژوهش

شرکت‌کنندگان این پژوهش را ۱۶ مرد راست‌دست (میانگین و انحراف استاندارد ۴/۵±۲۲/۶) که به‌لحاظ جسمانی سالم بودند و هیچ‌گونه تجربهٔ آموزش رسمی قبلی درزمینهٔ ورزش‌های پرتابی نداشتند تشکیل دادند. آزمودنی‌ها به‌صورت کاملاً تصادفی و براساس نوع اطلاعاتی که باید دریافت می‌کردند به دو گروه هشت نفره تقسیم شدند (گروه با توپ ـ با هدف خارجی و گروه بدون توپ ـ بدون هدف خارجی).

تکلیف مورداستفاده در پژوهش یک تکلیف بک‌هند بود که از روی تکلیف پرتاب بیسبال الگوبرداری شده بود (شکل شمارهٔ یک). پرتاب بیسبال با دست و پای مخالف و به‌صورت فورهند انجام می‌شود، اما این تکلیف با دست و پای موافق و به‌صورت بک‌هند انجام گرفت (۱۹) که در آن فرد می‌بایست حرکت را از وضعیت اولیهٔ تعیین‌شده شروع می‌کرد. وضعیت اولیه بدین‌صورت بود که دست‌ها به‌صورت کشیده در جلوی بدن قرار داشتند.

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۱ـ نحوهٔ انجام تکلیف

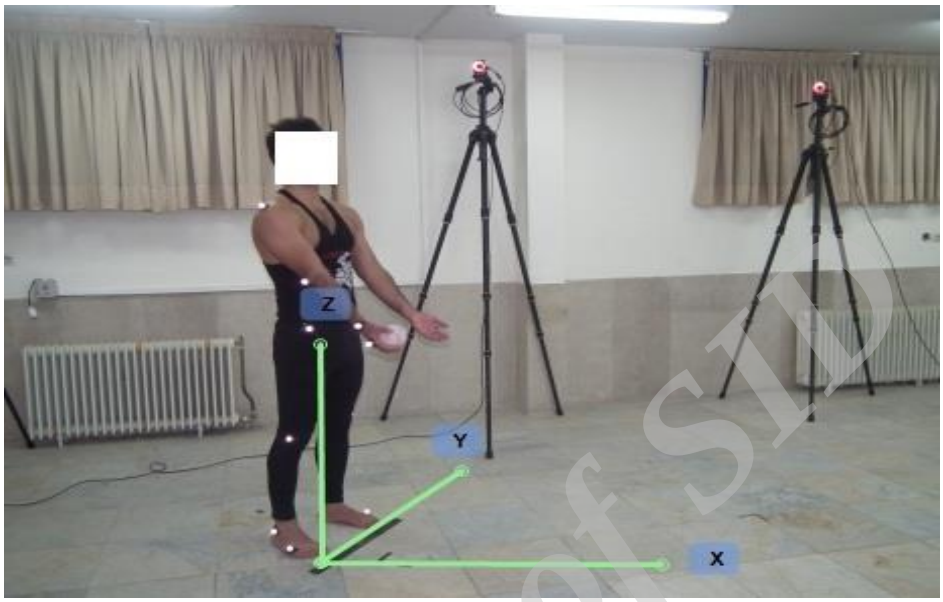
۱. وضعیت شروع: دست‌ها به‌صورت کشیده در جلوی بدن قرار دارند، ۲. دست و پای راست با هم جمع شده و بالا می‌آیند؛ به‌گونه‌ای که پشت دست به سمت توپ باشد، ۳. توپ در جلوی بدن رها می‌شود؛ به‌گونه‌ای که پشت دست به سمت هدف باشد و ۴. دست در امتداد توپ پرتاب‌شده کشیده می‌شود.

به‌منظور اندازه‌گیری کینماتیک حرکت مدل و آزمودنی‌ها از یک سیستم آنالیز حرکت هشت دوربینه استفاده شد[1]. جهت ثبت اطلاعات سه‌بعدی، محور مختصات به‌صورت زیر تعریف گردید: محور X درراستای طول (راستای گام‌برداری فرد)، محور Y درراستای عرض (عرض بدن فرد) و محور Z درراستای عمود بر این دو محور (عمود بر بدن فرد). این نحوهٔ تعریف محور مختصات در شکل شمارهٔ دو نشان داده شده است. همچنین، به‌منظور ثبت دقت پرتاب افراد از یک مربع با ابعاد ۵ ×۲۰۰ ×۲۰۰ سانتی‌متر (به‌ترتیب از چپ، طول× عرض × ارتفاع) استفاده شد که برای تسهیل در ثبت محل فرود توپ، داخل آن با ماسهٔ نرم و مرطوب پر شده گردید. علاوه‌براین، در مرکز این ظرف، دایره‌ای قرمز رنگ به قطر ۱۰ سانتی‌متر به‌عنوان هدف تعبیه شده بود و فاصلهٔ نقطه هدف از نقطهٔ پرتاب شش متر در نظر گرفته شد.

1. Motion Analysis Corporation, USA, Santa Rosa

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲ـ نحوهٔ تعریف محور مختصات در پژوهش

برای جمع‌آوری اطلاعات، ابتدا، به‌منظور فراهم‌آوردن فیلم الگوی موردنظر از یک فرد بزرگ‌سال (۲۴ ساله) خواسته شد که تکلیف موردنظر را در طول پنج روز و هر روز به تعداد ۲۰۰ کوشش تمرین نماید (۱۹) و در روز پنجم برای فیلم‌برداری، مارکرهای رفلکسیو به‌ترتیب زیر بر روی بدن او (برای ثبت کینماتیک حرکت) نصب گردید: سردیستال استخوان پنجم کف پایی (انگشت)، قوزک پا (مچ پا)، کندیل خارجی ران (زانو)، برجستگی بزرگ ران (ران)، زائدهٔ آخرومی شانه (شانه)، اپی‌کندیل کناری (آرنج)، زائدهٔ نیزه‌ای زند اعلی (مچ)، سردیستال استخوان اول کف دستی (انگشت) و وسط پیشانی (سر) (۱،۱۶). شایان‌ذکر است که مارکرگذاری به‌صورت متقارن در دو سمت بدن انجام شد (به‌جز مارکر پیشانی که نقطهٔ متقارن ندارد). سپس، از یکی از کوشش‌های الگو که در آن توپ دقیقاً به وسط هدف اصابت کرده بود فیلم‌برداری شد و به‌عنوان فیلم الگو از آن استفاده گردید. فیلم موردنظر توسط نرم‌افزار کرتکس[1] به فیلمی تبدیل شد که تنها مارکرهای قراردادهشده بر روی بدن در آن نمایان بودند و بدن فرد پرتاب‌کننده در آن مشخص نبود. همچنین، در این فیلم، توپ در دست پرتاب‌کننده نیز مشخص نبود؛ لذا، آزمونگر می‌توانست هدف تکلیف را با ارائه و یا عدم ارائهٔ اطلاعات به آزمودنی کنترل نماید. لازم‌به‌ذکر است که تمام گروه‌ها در این پژوهش اطلاعات مشابهی را مشاهده می‌کردند؛ بدین‌معنا که نوع فیلم و مقدار اطلاعات برای هر دو گروه یکسان بود، اما یک گروه مشابه

1. Cortex

Archive of SID

www.SID.ir

با مدل موردنظر، توپی را به سمت هدف پرتاب می‌کرد و گروه دیگر از پرتاب توپ اطلاعی نداشت و تنها به آن‌ها گفته می‌شد که حرکت مشاهده‌شده را اجرا نمایند. در مطالعات گذشته نشان داده شده است که ارائهٔ اطلاعات به‌صورت نقاط نورانی، نه‌تنها در اکثر مواقع تفاوتی با نمایش فیلم ویدئویی ندارد (۱،۱۲،۱۷)، بلکه در برخی مواقع نیز ممکن است درمقابل نمایش ویدئویی موجب بهبود یادگیری شود (۲۰،۲۱).

علاوه‌براین، در مرحلهٔ اکتساب از آزمودنی‌ها خواسته شد که ۲۰ کوشش تمرینی را اجرا نمایند. قبل از اولین کوشش، فیلم الگو پنج بار و در کوشش‌های بعدی هرکدام یک‌بار به آن‌ها نمایش داده شد (۱،۱۲،۲۳)، همچنین، به گروه‌هایی که قرار بود حرکت را با توپ انجام دهند گفته شد که تأکید مساوی بر زدن به هدف و اجرای حرکت داشته باشند و به افرادی که قرار بود حرکت را بدون توپ انجام دهند، چیزی درمورد ماهیت یا هدف حرکت گفته نشد و تنها از آن‌ها خواسته شد که حرکت نشان‌داده‌شده را اجرا نمایند (۱۵،۱۶).

۲۴ ساعت پس از مرحلهٔ اکتساب، آزمودنی‌ها به آزمایشگاه فراخوانده شدند و از آن‌ها خواسته شد که پنج کوشش را به‌عنوان آزمون یادداری انجام دهند. در این مرحله، هیچ فیلمی برای آزمودنی‌ها نمایش داده نمی‌شد.

به‌منظور بررسی عملکرد گروه‌ها از چندین متغیر کینماتیکی (هماهنگی شانه ـ آرنج، هماهنگی آرنج ـ مچ و اختلاف حداکثر سرعت مچ افراد از الگو) حرکت استفاده شد که در ادامه، نحوهٔ محاسبهٔ هرکدام و نیز تحلیل آماری آن‌ها ارائه شده است.

به‌منظور مقایسهٔ میزان مشابهت حرکت افراد با الگو، از یک شکل اندازه‌گیری هماهنگ بین اندام‌ها استفاده شد که به اختلاف ریشهٔ میانگین مربعات نرمال‌شده[1] (NORMS-D) مشهور می‌باشد. این فرمول، شکل اصلاح‌شده از فرمولی است که توسط سیداوی[2] و همکاران (۲۲) ارائه شده است (۱،۱۵،۱۶). این فرمول شاخصی از مشابهت با الگو را فراهم می‌کند که هرچقدر این شاخص کوچک‌تر باشد، نشان‌دهندهٔ مشابهت بیشتر حرکت فرد با الگو است (۱،۲۳). فرمول مذکور به‌صورت زیر می‌باشد:

$$NORMS\text{-}D=100*\sum ki=1\sqrt{\sum nj=1(xj-Xmj)2+(yj-Ymj)2/n/KR}$$

در فرمول بالا K تعداد کوشش‌ها، n تعداد محاسبات برای هر زاویه، x زاویهٔ اندام اول برای فرد مشاهده‌کننده، Xm زاویهٔ اندام اول برای فرد الگو، y زاویهٔ اندام دوم برای فرد مشاهده‌کننده، Y_m زاویهٔ اندام دوم برای الگو و R برابر با اختلاف باقی‌مانده بین دو اندام می‌باشد (۱،۱۵،۱۶).

1. Normalized Root Mean Squared Difference
2. Sidaway

Archive of SID

www.SID.ir

ازآن‌جاکه تمامی آزمودنی‌ها راست‌دست بودند و حرکت موردنظر نیز با دست راست انجام می‌شد؛ لذا، از کینماتیک سمت راست بدن جهت مقایسه با الگو استفاده شد. این کینماتیک عبارت است از: هماهنگی شانه ـ آرنج، هماهنگی آرنج ـ مچ و اختلاف حداکثر سرعت مچ افراد با الگو. قابل‌ذکر است که پیش از هرگونه محاسبه، ابتدا و انتهای حرکت مشخص گردید و اولین فلکشن در آرنج به‌عنوان شروع حرکت و حداکثر بازشدگی در آرنج بعد از پرتاب توپ به‌عنوان پایان حرکت در نظر گرفته شد. سپس، داده‌ها محاسبه گردید و از یک فیلتر دستور چهارم باترورث[1] هفت هرتزی عبور داده شد و در ادامه، به ۱۰۰ داده درون‌یابی گشت (از طریق نرم‌افزار آنالیز حرکت کرتکس و مسیر فیلترکردن داده‌ها) (۲۴). ذکر این نکته ضرورت دارد که داده‌های کینماتیک برای مرحلهٔ اکتساب از سه کوشش اول (کوشش‌های یک تا سه)، سه کوشش میانی (کوشش‌های نه تا ۱۱) و سه کوشش پایانی (کوشش‌های ۱۸ تا ۲۰) برای محاسبهٔ NORMS-D مورداستفاده قرار گرفتند (۱،۱۶،۲۳). این سه دسته کوشش به‌عنوان بلوک‌های اکتساب اول تا سوم نامیده شدند.

همچنین، به‌منظور محاسبهٔ اختلاف حداکثر سرعت مچ دست افراد با الگو، در هر کوشش سرعت مچ فرد از الگو کم شد و اختلاف آن محاسبه گردید. مشابه با داده‌های NORMS-D، این داده‌ها در کوشش‌های مشابهی محاسبه و میانگین شدند.

جهت تحلیل داده‌های NORMS-D از یک طرح تحلیل واریانس ۲×۳ (به‌ترتیب گروه‌ها و سه دسته کوشش‌های اکتساب) استفاده شد که در عامل آخر خود دارای اندازه‌های تکراری می‌باشد. در مرحلهٔ یادداری نیز از کوشش‌های اول تا سوم برای محاسبهٔ کینماتیک استفاده گردید. علاوه‌براین، به‌منظور مقایسهٔ گروه‌ها در این مرحله، آزمون تی مستقل مورداستفاده قرار گرفت. نحوهٔ آنالیز آماری داده‌های اختلاف حداکثر سرعت مچ افراد با الگو نیز مشابه با داده‌های NORMS-D بود.

علاوه‌براین، به‌منظور اطمینان از هم‌سانی واریانس‌ها از آزمون لون[2] استفاده شد و برای تعیین طبیعی‌بودن توزیع داده‌ها، آزمون کولموگروف ـ اسمیرنوف[3] مورداستفاده قرار گرفت. تحلیل آماری داده‌ها نیز با نرم‌افزار اس پی اس اس نسخهٔ ۱۷[4] انجام شد و برای رسم نمودارها، نرم‌افزار آفیس نسخهٔ ۲۰۱۳ به‌کار رفت.

1. Butterworth
2. Leven Test
3. Kolmogorov- Smirnov
4. SPSS 17

Archive of SID

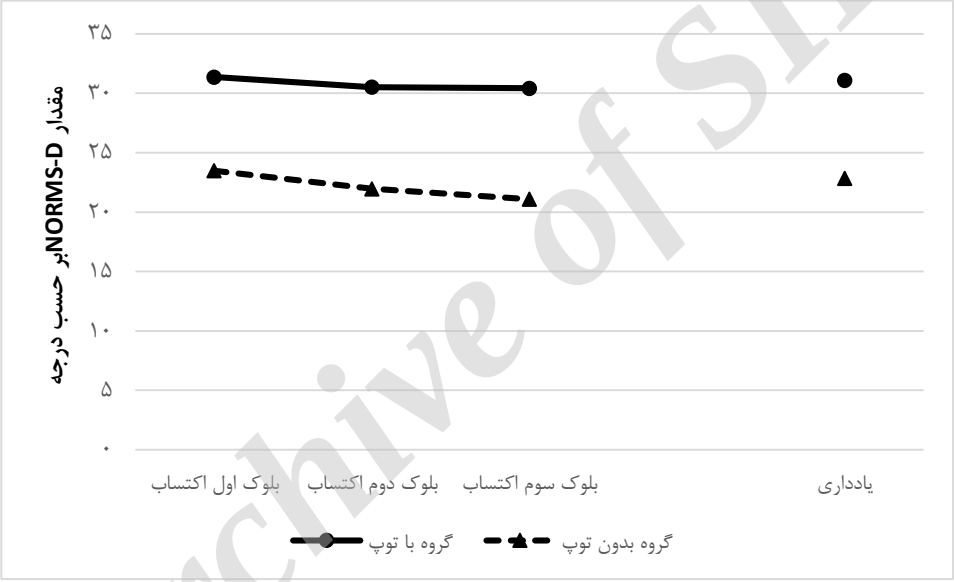
www.SID.ir

نتایج

نتایج آزمون کلوموگروف اسمیرنوف نشان می‌دهد که سطح معناداری در تمام متغیرها، بزرگ‌تر از (۰/۰۵) است که نشان از طبیعی‌بودن توزیع داده‌ها دارد (P>0.05). همچنین، یافته‌های آزمون لون بیانگر آن است که پیش‌فرض برابری واریانس‌ها برقرار می‌باشد (P>0.05).

هماهنگی شانه ـ آرنج

شکل شمارهٔ یک نشان‌دهندهٔ هماهنگی شانه ـ آرنج گروه‌ها در مراحل مختلف می‌باشد.



شکل ۱ـ هماهنگی شانه ـ آرنج گروه‌ها در مراحل مختلف

نتایج آزمون تحلیل واریانس برای هماهنگی شانه ـ آرنج در مرحلهٔ اکتساب در جدول شمارهٔ یک آمده است. نتایج برای مرحلهٔ اکتساب نشان می‌دهد که اثر اصلی دستهٔ کوشش‌ها و نیز تعامل آن با گروه‌ها معنادار نمی‌باشد (F<1)، اما اثر اصلی گروه معنادار است (η^2_p=0.28،P=0.03،$F_{(1,14)}$=5.44). مقایسهٔ میانگین‌ها نیز حاکی از آن است که گروه بدون توپ نسبت به گروهی که توپ را پرتاب می‌کرده است، بیشتر شبیه به الگو بوده می‌باشد (میانگین گروه بدون توپ= ۲۲/۲ و گروه با توپ= ۳۰/۸).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ـ نتایج آزمون تحلیل واریانس برای هماهنگی شانه ـ آرنج گروه‌ها در مرحلهٔ اکتساب

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجات آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	مقدار P	مقدار η^2_p
گروه	۰/۰۸	۱	۰/۰۸	۵/۴۴	۰/۰۳	۰/۲۸
دستهٔ کوشش	۰/۰۰۲	۲	۰/۰۰۱	۰/۶۸	۰/۵۱	۰/۰۴
تعامل گروه در دستهٔ کوشش	۰/۰۰۰۱	۲	۰/۰۰۰۱	۰/۱۲	۰/۸۸	۰/۰۰۹

در مرحلهٔ یادداری نیز نتایج آزمون تی مستقل نشان می‌دهد که تفاوت معناداری بین عملکرد گروه‌ها وجود دارد ($t=2.49$، $df=14$، $P=0.02$، $\eta^2=0.30$) که نتایج این آزمون در جدول شمارهٔ دو آمده است. مقایسهٔ میانگین‌ها نیز بیانگر آن است که گروه بدون توپ نسبت به گروه با توپ، در یادداری نیز بیشتر شبیه به الگو عمل کرده است (میانگین گروه بدون توپ=۲۲/۸ و گروه با توپ=۳۱/۰۸).

جدول ۲ـ نتایج آزمون تی مستقل برای هماهنگی شانه ـ آرنج گروه‌ها در مرحلهٔ یادداری

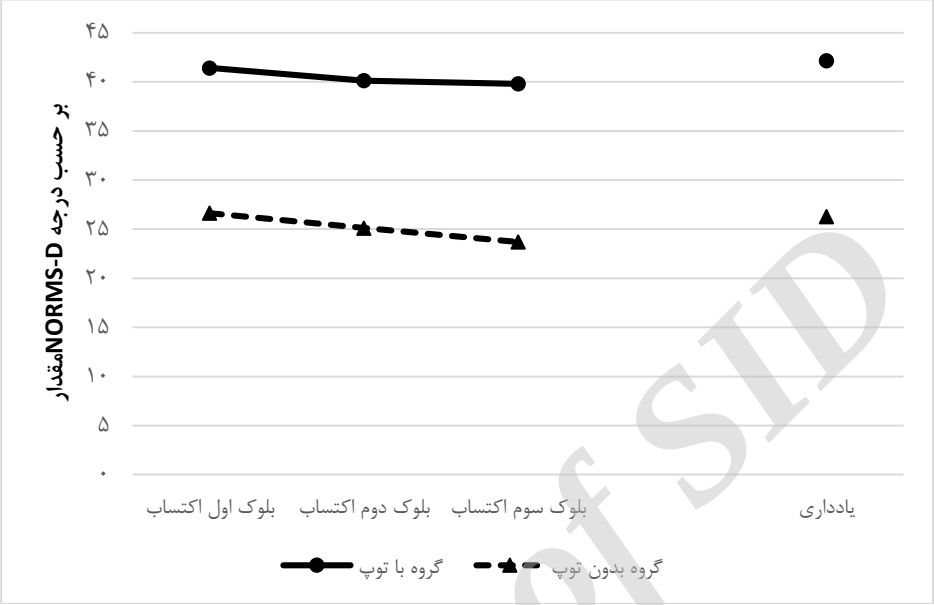
آماره	آزمون لون برای برابری واریانس‌ها		آزمون تی		
	مقدار F	مقدار P	مقدار t	درجات آزادی	مقدار P
گروه	۱/۶۹	۰/۲۱	۲/۴۹	۱۴	۰/۰۲

هماهنگی آرنج ـ مچ

شکل شمارهٔ دو هماهنگی آرنج ـ مچ گروه‌ها را در مراحل مختلف نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲ـ هماهنگی آرنج ـ مچ گروه‌ها در مراحل مختلف

علاوه‌براین، نتایج آزمون تحلیل واریانس نشان می‌دهد که در مرحلهٔ اکتساب، تفاوت معناداری بین دستهٔ کوشش‌ها وجود دارد (η^2_p=0.21 ،p=0.03،$F_{(2,28)}$=3.77). نتایج آزمون تعقیبی LSD نیز حاکی از آن است که بین دستهٔ کوشش اول و سوم تفاوت معناداری وجود دارد (P<0.05)، اما دیگر اثرات معنادار نمی‌باشند (P>0.05). مقایسهٔ میانگین‌ها نیز نشان می‌دهد که گروه‌ها در دستهٔ کوشش سوم اکتساب نسبت به دستهٔ کوشش اول آن، بیشتر شبیه به الگو عمل کرده‌اند (میانگین دستهٔ کوشش اول اکتساب= ۳۴ و دستهٔ کوشش سوم اکتساب= ۳۱). همچنین، یافته‌های آزمون تحلیل واریانس بیان می‌کند که اثر اصلی گروه معنادار می‌باشد (η^2_p=0.71 ،p=0.0001،$F_{(1,14)}$=34.58). مقایسهٔ میانگین‌ها نیز نشان می‌دهد که گروه بدون توپ نسبت به گروه با توپ، بیشتر شبیه به الگو عمل کرده است (میانگین گروه بدون توپ= ۲۵ و گروه با توپ= ۴۰). این درحالی است که اثر تعاملی گروه در دستهٔ کوشش معنادار نمی‌باشد (F<1). نتایج آزمون تحلیل واریانس برای هماهنگی آرنج ـ مچ گروه‌ها در مرحلهٔ اکتساب در جدول شمارهٔ سه آمده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳ـ نتایج آزمون تحلیل واریانس برای هماهنگی آرنج ـ مچ گروه‌ها در مرحلهٔ اکتساب

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجات آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	مقدار p	مقدار η^2_p
گروه	۰/۲۸	۱	۰/۲۸	۳۴/۵۸	۰/۰۰۰۱	۰/۷۱
دستهٔ کوشش	۰/۰۰۴	۲	۰/۰۰۲	۳/۷۷	۰/۰۳	۰/۲۱
تعامل گروه در دستهٔ کوشش	۰/۰۰۰۱	۲	۰/۰۰۰۱	۰/۳۵	۰/۷۰	۰/۰۲

علاوه‌براین، نتایج آزمون تی مستقل در مرحلهٔ یادداری نشان می‌دهد که تفاوت معناداری بین گروه‌ها وجوددارد ($t=5.43$، $df=14$، $p=0.0001$، $\eta^2=0.67$). نتایج این آزمون در جدول شمارهٔ چهار آمده است. مقایسهٔ میانگین‌ها نیز نشان می‌دهد که گروه بدون توپ نسبت به گروه با توپ، بیشتر شبیه به الگو عمل کرده است (میانگین گروه بدون توپ= ۲۶/۲۸ و گروه با توپ= ۴۲/۱۶).

جدول ۴ـ نتایج آزمون تی مستقل برای هماهنگی آرنج ـ مچ گروه‌ها در مرحلهٔ یادداری

آماره	آزمون لون برای برابری واریانس‌ها		آزمون تی		
	مقدار F	مقدار p	مقدار t	درجات آزادی	مقدار p
گروه	۱/۹۲۲	۰/۲۸	۵/۴۳	۱۴	۰/۰۰۰۱

حداکثر سرعت مچ دست

شکل شمارهٔ سه، اختلاف حداکثر سرعت مچ دست افراد از الگو را در مراحل مختلف نشان می‌دهد.

شکل ۳ـ اختلاف حداکثر سرعت مچ دست افراد از الگو در مراحل مختلف

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج آزمون تحلیل واریانس برای اختلاف حداکثر سرعت مچ در مرحلهٔ اکتساب در جدول شمارهٔ پنج آمده است.

جدول ۵ـ نتایج آزمون تحلیل واریانس برای اختلاف حداکثر سرعت مچ افراد از الگو در مرحلهٔ اکتساب

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجات آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	مقدار p	مقدار η^2_p
گروه	۲/۲۱۴×۱۰^{۷}	۱	۲/۲۱۴×۱۰^{۷}	۱۶/۴۹	۰/۰۰۱	۰/۵۴
دستهٔ کوشش	۷۶۰۳/۹۹	۲	۳۸۰۱/۹۹	۰/۰۴	۰/۹۵	۰/۰۰۳
تعامل گروه در دستهٔ کوشش	۷۱۱۰۸/۴۵	۲	۳۵۵۴/۲۲	۰/۳۹	۰/۶۷	۰/۰۲

علاوه‌براین، نتایج آزمون تحلیل واریانس در مرحلهٔ اکتساب نشان می‌دهد که اثر اصلی دستهٔ کوشش‌ها و تعامل آن با گروه معنادار نمی‌باشد ($F<1$)، اما اثر اصلی گروه معنادار است و تفاوت معناداری بین گروه‌ها در این مرحله وجود دارد ($\eta^2_p=0.54$ ،$P=0.001$ ،$F(1,14)=16.49$). مقایسهٔ میانگین‌ها نیز نشان می‌دهد که سرعت مچ گروه با توپ نسبت به گروه بدون توپ، بیشتر شبیه به الگو بوده است (میانگین گروه با توپ= ۹۳۴ و گروه بدون توپ= ۲۲۹۳).

همچنین، نتایج آزمون تی مستقل در مرحلهٔ یادداری نشان می‌دهد که تفاوت معناداری بین عملکرد گروه‌ها وجود دارد ($t=-3.68$، $df=14$، $p=0.002$، $\eta^2=0.49$). نتایج این آزمون در جدول شمارهٔ شش آمده است.

جدول ۶ـ نتایج آزمون تی مستقل برای اختلاف حداکثر سرعت مچ افراد از الگو در مرحلهٔ یادداری

آماره	آزمون لون برای برابری واریانس‌ها		آزمون تی		
	مقدار F	مقدار P	مقدار تی	درجات آزادی	مقدار P
گروه	۰/۹۸	۰/۳۳	-۳/۶۸	۱۴	۰/۰۰۲

مقایسهٔ میانگین‌ها نشان می‌دهد که گروه با توپ در این مرحله نیز بیشتر شبیه به الگو عمل کرده است (میانگین گروه با توپ= ۸۷۶ میلی‌متر بر ثانیه و گروه بدون توپ= ۲۱۱۳ میلی‌متر بر ثانیه).

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش، تعیین تأثیر قید تکلیف بر یادگیری الگو و پارامتر حرکت بود. نتایج نشان داد که در هماهنگی شانه ـ آرنج و هماهنگی آرنج ـ مچ، گروه‌هایی که عمل را بدون توپ اجرا کرده بودند

Archive of SID

www.SID.ir

نسبت به گروهی که عمل را با توپ تقلید می‌کردند، بیشتر شبیه به الگو بودند. این نتایج نه‌تنها در مرحلهٔ اکتساب، بلکه پس از ۲۴ ساعت بی‌تمرینی (مرحلهٔ یادداری) نیز مشاهده گردید. دراین‌راستا، نتایج این پژوهش با برخی از پژوهش‌های پیشین در تضاد می‌باشد (۱۵،۱۶) و با برخی دیگر همخوانی دارد (۵،۱۱،۱۲،۱۴). در برخی از پژوهش‌ها نشان داده شده است که وجود یک هدف خارجی برای دسترسی (قید تکلیف) موجب نزدیک‌شدن الگوی هماهنگی افراد به فرد الگو می‌شود (۱۵،۱۶). یکی از دلایل احتمالی برای این نتایج متناقض این است که امکان دارد حرکات استفاده‌شده در پژوهش‌های قبلی در ذخیرهٔ حرکتی فرد وجود داشته‌اند (۱۰،۱۷) و ازآن‌جاکه فرد در ابتدا الگوی هماهنگی را کسب نموده است، ارائهٔ الگو به فرد اطلاعات زیادی به وی منتقل نمی‌کرده است (۷) و وجود قید تکلیف برای دست‌یابی موجب هماهنگ‌شدن اندام‌ها برای برآورده‌شدن هدف خارجی می‌شده است، اما حرکت مورداستفاده در این پژوهش، یک حرکت بدیع بود که موجب حرکت اندام‌های فوقانی و تحتانی به‌صورت هم‌زمان می‌شد و نیازمند یادگیری یک الگوی هماهنگی جدید بود (با توجه به این‌که حرکت، یک پرتاب بک‌هند بوده است). این احتمال وجود دارد که دست‌یابی به هدف خارجی (شرایط وجود قید تکلیف) به مهم‌ترین هدف افراد حین اجرای حرکت تبدیل شده باشد و آن‌ها از الگوی حرکت صرف‌نظر کرده و احتمالاً الگوی حرکت را اشتباه درک نموده باشند (۵،۹،۱۱،۱۴). این نتایج زمانی تأیید شدند که یافته‌های پژوهش نشان داد گروهی که عمل را بدون پرتاب توپ انجام داده است، بیشتر شبیه به الگو عمل کرده است. احتمالاً، در این شرایط که هدفی برای دسترسی وجود نداشته است، اجرای الگوی حرکت مهم‌ترین هدف افراد حین اجرای آن بوده است؛ لذا، به‌شکل بهتری توانسته‌اند آن را کسب نمایند (۵،۱۱،۱۳،۱۴).

همچنین، در این پژوهش نشان داده شد که اگرچه گروه با توپ در کسب الگوی حرکت موفق نبوده است، اما در کسب پارامتر سرعت حرکت، بهتر از گروه بدون توپ عمل کرده است. این نتیجه هم در مرحلهٔ اکتساب و هم در مرحلهٔ یادداری مشاهده می‌شود. اگرچه تاکنون مطالعات زیادی درمورد این متغیر انجام نشده است، اما این نتایج با یافته‌های پژوهش‌های اندک قبلی هم‌راستا می‌باشد (۱۶). ذکر این نکته ضرورت دارد که در تفسیر این یافته باید دقت نمود؛ زیرا، برخی از پژوهشگران عقیده دارند که پارامترهای حرکت از طریق مشاهده قابل‌اکتساب نمی‌باشند (۷)؛ هرچند که برخی بر این باور هستند که این متغیر از طریق مشاهده، قابل‌اکتساب می‌باشد (۱۹). یک احتمال برای بروز چنین نتیجه‌ای می‌تواند ماهیت وجود قید تکلیف در حرکت باشد و نه مشاهدهٔ الگو. احتمالاً، نیاز به پرتاب یک شی از یک فاصلهٔ مساوی و به سمت یک هدف مشابه موجب مشابهت سرعت مچ افراد با فرد الگو شده است، اما در مواردی که افراد این حرکت را بدون توپ اجرا می‌کرده‌اند، این مشابهت در قید تکلیف بین آن‌ها و الگو وجود نداشته است (۱۶).

Archive of SID

www.SID.ir

به‌طورکلی، نتایج این پژوهش نشان داد که به‌هنگام مشاهدهٔ یک الگوی حرکتی بدیع، وجود قید دست‌یابی به یک هدف خارجی، کسب الگوی هماهنگی حرکتی را به‌طور منفی تحت‌تأثیر قرار می‌دهد؛ هرچند که ممکن است این امر به کسب پارامتر حرکت کمک نماید. دلیل احتمالی این امر می‌تواند این باشد که در شرایط وجود هدف خارجی، افراد دست‌یابی به هدف را به‌عنوان مهم‌ترین اولویت خود قرار می‌دهند و لذا، از الگوی حرکت صرف‌نظر می‌کنند (۵)، اما در شرایطی که این هدف خارجی وجود ندارد، الگوی حرکت به‌عنوان مهم‌ترین اولویت افراد قرار می‌گیرد (۵،۹،۱۱،۱۳).

پیام مقاله

این نتایج می‌تواند درزمینهٔ آموزش به افراد مبتدی کاربرد داشته باشد. هنگامی‌که آموزش یک مهارت جدید که دارای هدف خارجی است (با الگوی هماهنگی جدید) مدنظر می‌باشد، مربیان می‌توانند در ابتدای یادگیری از هدف حرکت صرف‌نظر نمایند تا فرد تأکید بیشتری بر یادگیری الگوی حرکت بنماید و سپس، با پیشرفت در مهارت، کم‌کم بر هدف حرکت نیز تأکید کند.

منابع

1. Breslin G, Hodges N J, Williams A M, Kremer J, Curran W. A comparison of intra- and inter-limb relative motion information in modelling a novel motor skill. Human Movement Science. 2006; 25(6): 753-66.
2. Williams A M, Davids K, Williams J G P. Visual perception and action in sport. First published. London. Taylor & Francis; 1999. p. 25-52.
3. Meltzoff A N, Moore M K. Imitation of facial and manual gestures by human neonates. Science. 1977; 198(4312): 75-8.
4. Di Pellegrino G, Fadiga L, Fogassi L, Gallese V, Rizzolatti G. Understanding motor events: A neurophysiological study. Experimental Brain Research. 1992; 91(1): 176-80.
5. Wohlschläger A, Gattis M, Bekkering H. Action generation and action perception in imitation: An instance of the ideomotor principle. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 2003; 358(1431): 501-15.
6. Bandura A, McClelland D C. Social learning theory. First published. New York. Grneral Learning Press. 1977. p. 1-40.
7. Scully D, Newell K. Observational-learning and the acquisition of motor-skills-toward a visual-perception perspective. Journal of Human Movement Studies. 1985; 11(4): 169-86.
8. Hodges N J, Williams A M, Hayes S J, Breslin G. What is modelled during observational learning? Journal of Sports Sciences. 2007; 25(5): 531-45.
9. Bekkering H, Wohlschlager A, Gattis M. Imitation of gestures in children is goal-directed. The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A. 2000; 53(1): 153-64.
10. Hayes S J, Ashford D, Bennett S J. Goal-directed imitation: The means to an end. Acta Psychologica. 2008; 127(2): 407-15.
11. Wild K S, Poliakoff E, Jerrison A, Gowen E. The influence of goals on movement kinematics during imitation. Experimental Brain Research. 2010; 204(3): 353-60.

Archive of SID

www.SID.ir

12. Horn R R, Williams A M, Scott M A. Learning from demonstrations: The role of visual search during observational learning from video and point-light models. Journal of Sports Sciences. 2002; 20(3): 253-69.
13. Wild K S, Poliakoff E, Jerrison A, Gowen E. Goal-directed and goal-less imitation in autism spectrum disorder. Journal of Autism and Developmental Disorders. 2012; 42(8): 1739-49.
14. Chiavarino C, Bugiani S, Grandi E, Colle L. Is automatic imitation based on goal coding or movement coding? Experimental Psychology. 2015. 60(3):213–25.
15. Hodges N J, Hayes S J, Breslin G, Williams A M. An evaluation of the minimal constraining information during observation for movement reproduction. Acta Psychologica. 2005; 119(3): 264-82.
16. Hayes S J, Hodges N J, Huys R, Williams A M. End-point focus manipulations to determine what information is used during observational learning. Acta Psychologica. 2007; 126(2): 120-37.
17. Al-Abood S A, Davids K, Bennett S J. Specificity of task constraints and effects of visual demonstrations and verbal instructions in directing learners' search during skill acquisition. Journal of Motor Behavior. 2001; 33(3): 295-305.
18. Rumiati R, Tessari A. Imitation of novel and well-known actions. Experimental Brain Research. 2002; 142(3): 425-33.
19. Horn R R, Williams A M, Hayes S J, Hodges N J, Scott M A. Demonstration as a rate enhancer to changes in coordination during early skill acquisition. Journal of Sports Sciences. 2007; 25(5): 599-614.
20. Johansson G. Visual perception of biological motion and a model for its analysis. Attention, Perception & Psychophysics. 1973; 14(2): 201-11.
21. Scully D, Carnegie E. Observational learning in motor skill acquisition: A look at demonstrations. The Irish Journal of Psychology. 1998; 19(4): 472-85.
22. Sidaway B, Heise G, Schoenfelder Zohdi B. Quantifying the variability of angle-angle plots. Journal of Human Movement Studies. 1995; 29(4): 181-97.
23. Breslin G, Hodges N J, Williams M A. Effect of information load and time on observational learning. Research Quarterly for Exercise and Sport. 2009; 80(3): 480-90.
24. Winter D A. Biomechanics and motor control of human movement. Fourth Edition. Hobokrn. John Wiley & Sons; 2009. p. 53-75.

Archive of SID

استناد به مقاله

فاضلی داوود، مرادی ناهید. تأثیر قید تکلیف بر یادگیری الگو و پارامتر حرکت به‌هنگام یادگیری مشاهده‌ای. رفتار حرکتی. زمستان ۱۳۹۵؛ ۸(۲۶): ۳۴-۱۷.

Fazeli. D, Moradi. N. The Effect of Task Constraint on Learning of Movement Pattern and Parameter during Observational Learning. Motor Behavior. Winter 2017; 8 (26): 17-34. (In Persian)

www.SID.ir

The Effect of Task Constraint on Learning of Movement Pattern and Parameter during Observational Learning

D. Fazeli[1], N. Moradi[2]

1. PhD Student of Motor Behavior, Ferdowsi University of Mashhad*
2. M.Sc. Student of Motor Behavior, Ferdowsi University of Mashhad

Received: 2015/07/26 **Accepted: 2016/02/01**

Abstract

The purpose of this study was to address the effect of task constraint on learning of movement pattern and parameter during observational learning. For this purpose 16 participants, all right-handed, were randomly divided into ball and no-ball groups. Both groups observed a point-light display of full body demonstration while one group had to throw a ball like the model (with task constraint) and the other had no information about the external goal of the task (without task constraint). Both groups performed 20 trials as acquisition, and one day later they completed 5 trials as retention. Movement kinematics were recorded to be compared with the model. Variability of intra-limb coordination and the peak wrist velocity difference in reference to the model were calculated. The results showed that in movement coordination the no-ball group performed more comparable to the model than ball group, but, in peak wrist velocity, the ball group was more comparable to the model. These results were observed both in acquisition and retention. A possible reason for these results could be the ball group's ignoring of the movement pattern in order to achieve the external movement goal.

Keywords: Task Constraint, Observational Learning, Intra-limb Coordination, Movement Kinematics

* Corresponding Author Email: Fazelidavid@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir