تأثیر سطح مهارت بر تغییرپذیری هماهنگی بین اندام‌ها و متغیرهای کنترل حرکت در ضربهٔ تاپ اسپین تنیس روی میز

حمیدرضا طاهری*، محمدرضا قاسمیان مقدم، داود فاضلی*****

* دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد

** دانشجوی دکتری دانشگاه فردوسی مشهد

*** دانشجوی دکتری دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۷/۱۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۴/۱

چکیده

هدف این تحقیق تعیین تأثیر سطح مهارت بر تغییرپذیری هماهنگی بین اندام‌ها و متغیرهای کنترل حرکت در ضربهٔ تاپ اسپین تنیس روی میز بود. مشارکت‌کنندگان در این تحقیق ۱۶ نفر (میانگین سنی ۱۶ سال) بودند که به دو گروه ماهر و مبتدی تقسیم شدند. گروه ماهر کسانی بودند که در رده سنی خود درشمار ۸ نفر اول کشور رتبه‌بندی شده بودند و گروه مبتدی (۸ نفر) افرادی بودند که به‌تازگی مهارت تاپ اسپین را آموخته بودند. مشارکت‌کنندگان با تأکید بر سرعت و دقت ۱۰ ضربهٔ تاپ اسپین را اجرا کردند. کینماتیک حرکت ثبت و تحلیل شد. دو گروه در تغییرپذیری هماهنگی بین اندام‌ها با هم تفاوت داشتند ($p<۰/۰۵$) و گروه ماهر باثبات‌تر عمل کرده بود. اما تفاوتی بین دو گروه در متغیرهای کنترل‌کنندهٔ حرکت دیده نشد (همه $p>۰/۰۵$). در کل، نتایج این تحقیق نشان داد گروه ماهر در الگوی حرکت خود دارای ثبات بیشتری است، هر چند ممکن است در متغیرهای کنترل‌کنندهٔ حرکت به‌دلیل قیود تکلیف با افراد مبتدی تفاوتی نداشته باشند.

واژگان کلیدی: هماهنگی بین عضوی، متغیرهای کنترل، تاپ اسپین.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-04]

مقدمه

بررسی ویژگی‌های عملکرد ماهرانه یکی از اهداف محققان در زمینهٔ رفتار حرکتی است تا با شناخت و توصیف این ویژگی‌ها بتوانند راهکارهایی جهت ارزیابی و ارتقای عملکرد ایجاد کنند. بر این اساس، عملکرد افراد ماهر و مبتدی تفاوت‌های زیادی با هم دارد. این تفاوت‌ها را می‌توان در سطوح مختلف شناختی، ادراکی و حرکتی بررسی کرد. یکی از ویژگی‌های مهم در زمینهٔ مقایسهٔ عملکرد افراد مبتدی و ماهر بررسی تغییرپذیری در الگوی حرکتی افراد است. به‌عقیدهٔ برنشتاین (۱۹۶۷)، حرکت هر فرد برای رسیدن به یک هدف خاص از کوششی به کوشش دیگر متغیر است. این بدان‌معنی است که ممکن است حرکت‌های مختلف به یک هدف مشابه منجر شوند، اما در اصل آن حرکات به‌لحاظ مسیر فضایی که طی می‌کنند با هم متفاوت هستند. برنشتاین (۱۹۶۷) برای نشان‌دادن این امر از عبارت "تکرار بدون تکرار[1]" استفاده کرد. این موضوع در مباحث کنترل و یادگیری حرکتی تحت عنوان تغییرپذیری در الگوی حرکتی بررسی می‌شود و نشان‌دهنده این موضوع است که حرکات با الگوهای مختلف فضایی می‌توانند هدفی مشابه را فراهم آورند[۱].

به‌عقیدهٔ بعضی محققان، با افزایش سطح مهارت تغییرپذیری در حرکت کاهش می‌یابد. این انگاره، از الگوی نیوول (۱۹۸۵) سرچشمه می‌گیرد. نیوول (۱۹۸۵) بیان می‌کند که افراد به‌هنگام یادگیری مهارت، ابتدا بر کسب الگوی هماهنگی تأکید می‌کنند. او اشاره می‌کند که در پایان این مرحله از یادگیری، افراد قادر به اجرای حرکت با الگوی ثابتی خواهند بود و در مرحلهٔ بعد، تأکید افراد بر اضافه‌کردن متغیرهای کنترل‌کنندهٔ حرکت به الگوی فراگرفته‌شده به‌منظور دسترسی به هدف حرکت است [۲]. در این زمینه، تحقیقات متعددی انجام شده است که البته نتایج آنها نیز تاحدودی متفاوت است.

برای مثال، نتایج برخی تحقیقات حاکی از کاهش تغییرپذیری در گروه ماهر و درنتیجه تمرین است. یافته‌های برودریک و نیوول (۱۹۹۹) نشان داد افرادی که دارای سطح مهارت پایین‌تری هستند تغییرپذیری بیشتری در الگوی حرکت خود در دریبل بسکتبال نشان می‌دهند[۳]. براساس یافته‌های چاو و همکاران (۲۰۰۸) نیز با تمرین دقت اجرای افراد در ضربهٔ چیپ فوتبال بهتر شد، درحالی‌که تغییرپذیری در هماهنگی بین اندام‌ها کاهش یافت[۴]. فلزیگ و همکاران نیز (۲۰۰۹) نتیجه گرفتند که با افزایش سطح مهارت تغییرپذیری در حرکت پرتاب‌کنندگان بیس‌بال کاهش می‌یابد [۵]، که این نتایج در ضربهٔ شوت هندبال در یافته‌های واگنر و همکاران(۲۰۱۱) و دای و همکاران(۲۰۱۳) در پرتاب دیسک نیز تکرار شد [۶, ۷].

در طرف مقابل، یافته‌های محققان دیگر نه‌تنها تفاوتی در میزان تغییرپذیری افراد ماهر و مبتدی نشان نداد، بلکه برخی دیگر نیز افزایش تغییرپذیری را درنتیجهٔ افزایش سطح مهارت مشاهده کردند. وریجکن و همکاران (۱۹۹۲) در تحقیقی نشان دادند که تغییرپذیری زوایای زانو در تکلیف شبیه‌ساز اسکی برای گروه مبتدی به‌منزلهٔ تابعی از تمرین افزایش می‌یابد [۸]. در تحقیق دیگری، باتون و همکاران (۲۰۰۳) تغییرپذیری الگوی حرکت پرتاب آزاد بسکتبال را بررسی کردند که نتایج آنها نشان داد کاهش تغییرپذیری همیشه با افزایش سطح مهارت همراه نیست [۹]. چاو و همکاران (۲۰۰۷) نیز تغییرپذیری را در هماهنگی الگوی ضربهٔ چیپ فوتبال در گروه‌های ماهر و مبتدی تحت بررسی قرار دادند که نتایج نشان داد تغییرپذیری الگوی حرکت در هیچ‌کدام از گروه‌ها با دیگری تفاوت ندارد [۱۰]. در ادامه، اسکور و همکاران (۲۰۰۷) نیز در تحقیقی که درباب تغییرپذیری الگوی شوت هندبال انجام دادند نتیجه گرفتند درحالی‌که افراد نخبه در دستیابی به هدف محیطی نمرهٔ بالاتری داشتند، الگوی حرکتی افراد نخبه نسبت به افراد با سطح مهارت پایین‌تر تغییرپذیرتر بود [۱۱] علاوه‌براین، ویلسون و همکاران (۲۰۰۸) نیز نتایج مشابهی را هنگام مطالعهٔ الگوی پرش سه‌گام در ورزشکاران ماهر مشاهده کردند [۱۲].

همان‌طور که در بالا گفته شد، طیف وسیعی از تحقیقات پیش‌گفته نتایج متناقضی را دربرداشتند که یکی از دلایل آن ممکن است استفاده از تکالیف مختلف باشد. اگرچه حتی زمانی که از یک تکلیف مشابه نیز استفاده شده بود نتایج با هم یکسان نبود [۴, ۱۰]. نکتهٔ درخور توجه دیگر این است که تقریباً اکثر تکالیف استفاده‌شده از نوع خودآهنگ و اجرای آن تحت کنترل خود فرد است، درصورتی‌که در ورزش تکالیفی وجود دارد که در آن لازم است در پاسخ به ویژگی‌های محرکی خاصی عمل کرد. برای مثال، در

1. Repetition without repetition

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-04]

برخی تکالیف مهاری، ورزشکار بایست به توپی که به طرف فرد حرکت می‌کند ضربه بزند یا آن را دریافت کند. از جملهٔ این تکالیف می‌توان به ضربات تنیس روی میز اشاره کرد که به‌نظر می‌رسد با توجه به اینکه لازم است ورزشکار با ویژگی‌های توپ تطبیق پیدا کند و سپس، به آن ضربه بزند، تغییرپذیری ضربات الگوی متفاوتی داشته باشد. یکی از اولین مطالعات مهمی که در زمینهٔ بررسی تفاوت تغییرپذیری افراد ماهر و مبتدی در ضربات تنیس روی میز انجام شده است مطالعهٔ تیلدسلی و وایتینگ (۱۹۷۵) است که براساس نتایج آن، تغییرپذیری الگوی حرکتی و متعاقب آن محل شروع حرکات با افزایش سطح مهارت کاهش می‌یابد [۱۳]. کاهش تغییرپذیری و افزایش ثبات در ضربات افراد نخبه در رشتهٔ تنیس روی میز در مطالعهٔ بوتساما و ون ورینگن (۱۹۹۰) نیز تأیید شد [۱۴]. اما در طرف مقابل، شیپرد و لی (۲۰۰۷) به بررسی اثر مهارت و کنترل اعمال انطباقی در رشتهٔ تنیس روی میز پرداختند که به‌نوعی مکمل کارهای بوتساما و ونورینگن (۱۹۹۰) بود که یافته‌های آنها در مقایسهٔ الگوی کینماتیک راکت دو گروه ماهر و مبتدی نشان داد الگوی تغییرپذیری بین دو گروه ماهر و مبتدی مشابه است [۱۵].

تحقیقات در این زمینه در رشتهٔ تنیس روی میز بسیار محدود است و در همین مطالعات اندک نیز نتایج متناقضی به چشم می‌خورد و این مسئله نیز ضرورت ادامهٔ این سیر تحقیقاتی را جهت رسیدن به نتایجی جامع نشان می‌دهد، اما علت مهم‌تر در طراحی آزمایش حاضر وجود برخی تفاوت‌های روش‌شناختی در مقایسهٔ نتایج تحقیقات در این تکلیف مهاری (تنیس روی میز) و دیگر تحقیقات ذکرشده در تکالیف دیگر است که در ادامه به آن اشاره می‌شود: نخست اینکه، در تحقیقات مربوط به تنیس روی میز تمام محققان تغییرپذیری در نقاط خاصی از حرکت را بررسی کرده‌اند و در اکثر این تحقیقات داده‌های مربوط به حرکت راکت تحلیل شده است و تحلیل قسمت‌های مهم درگیر در حرکت راکت یعنی شانه، آرنج و مچ تحت بررسی قرار نگرفته است که البته دلیل آن سختی سنجش تغییرپذیری در طول تمام حرکت است[۱۴, ۱۵]. دوم اینکه، در برخی تحقیقات فقط از یک گروه استفاده شده است و مقایسهٔ بین‌گروهی وجود نداشته است [۱۴]. در این تحقیقات فقط تعداد محدودی از کوشش‌های انجام‌شده تحلیل شده‌اند [۱۴, ۱۵]. با توجه به مطالب ذکرشده و ناهم‌خوانی نتایج در زمینهٔ تغییرپذیری و مشکلات روش‌شناختی ذکرشده و ضرورت بررسی عملکرد ماهرانه در ضربات مهاری نظیر ضربه تنیس روی میز، این تحقیق بر آن است تا با درنظرگرفتن موارد یادشده به بررسی تغییرپذیری حرکتی در بین بازیکنان تنیس روی میز ماهر و مبتدی بپردازد تا به رفع ابهام در این زمینهٔ تحقیقاتی کمک کند.

روش اجرا

مشارکت‌کنندگان: در این تحقیق، ۱۶ بازیکن تنیس روی میز پسر (میانگین سنی ۱۶ سال) مشارکت داشتند که ۸ نفر از آنها گروه ماهر در نظر گرفته شدند. این افراد در ردهٔ سنی خود در جایگاه ۸ نفر اول کشور رتبه‌بندی شده بودند. گروه دیگر (متشکل از ۸ نفر)، که گروه مبتدی در نظر گرفته شدند، به‌تازگی بازی تنیس روی میز را شروع کرده بودند و بعد از آموزش ضربهٔ تاپ اسپین در تحقیق شرکت کردند. گفتنی است که همهٔ افراد راست‌دست بودند.

تکلیف: تکلیف شامل ضربهٔ فورهند تاپ اسپین[1] تنیس روی میز روی توپ‌هایی بود که با پیچ زیر به انتهای میز فرستاده می‌شدند. هدف تکلیف یک دایرهٔ قرمزرنگ به‌قطر ۱۴ سانتی‌متر بود که وسط مستطیلی با ابعاد ۳۷×۳۵ سانتی‌متر قرار داشت.

ابزار اندازه‌گیری: به‌منظور ثبت کینماتیک حرکت افراد از تحلیل حرکت SIMI که دارای شش دوربین ویدئویی است استفاده شد و سرعت دوربین‌ها روی ۲۴۰ هرتز تنظیم شد. به‌منظور ثبات در پرتاب توپ برای همهٔ افراد از دستگاه توپ‌انداز (OUKEI, TW-2700-S9- China) استفاده شد.

روش جمع‌آوری اطلاعات: هریک از افراد به‌صورت انفرادی به آزمایشگاه فراخوانده شدند. بعد از معرفی کار افراد مشغول گرم‌کردن شدند. به افراد گفته می‌شد هدف از این تحقیق ثبت کینماتیک حرکت آنها می‌باشد و چیزی دربارهٔ مقایسه با افراد دیگر گفته نمی‌شد. افراد ۱۰ ضربه را برای گرم‌کردن اجرا می‌کردند. سپس، به‌منظور ثبت کینماتیک بدن نشانگرهای رفلکسیو روی مفاصل سمت راست

1. Top Spin

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-04]

آنها قرار داده می‌شد. ترتیب قرارگیری نشانگرها به‌صورت زیر بود: زائدهٔ آخرومی (شانه)، اپی‌کندیل کناری (آرنج)، زائدهٔ نیزه‌ای زند اعلی (مچ) و برجستگی بزرگ‌ران (ران). سپس، افراد تحت سه حالت با دستورالعمل‌های مختلف (تکیه بر سرعت، تکیه بر دقت، و تکیه بر سرعت و دقت به‌طور مساوی) ۱۰ ضربه را اجرا کردند. در این حین، توسط دوربین‌های سرعت بالا از افراد فیلم‌برداری می‌شد. گفتنی است فقط داده‌های ثبت‌شده از حالت سرعت دقت برای تحلیل مورد استفاده قرار گرفت. این کار به‌منظور همسان‌سازی افراد به‌لحاظ استراتژی برای زدن ضربه است؛ چون ممکن بود هرکدام از افراد حین زدن ضربه بر استراتژی‌های مختلفی تکیه کنند (سرعت یا دقت)، در هر بلوک به افراد دستورالعمل‌هایی داده می‌شد تا براساس آن عمل کنند. دلیل اینکه فقط از داده‌های سرعت و دقت استفاده شده این است که افراد هم به دقت و هم بر سرعت تکیه کنند، چیزی که افراد در حالت عادی بر آن تکیه می‌کنند [۱۴, ۱۵].

متغیرهای وابسته و روش‌های آماری

به منظور سنجش تغییرپذیری الگوی هماهنگی بین مفاصل از فرمولی استفاده شد که سیداوی، هیس و زهدی (۱۹۹۵) به‌کار گرفته بودند [۱۶]. این فرمول به اختلاف ریشهٔ میانگین مربعات نرمال‌شده[1] (NORMS-D) مشهور است. این فرمول شاخصی برای تغییر هماهنگی بین مفاصل فراهم می‌کند که هرقدر این شاخص کوچک‌تر باشد نشان‌دهندهٔ تغییرپذیری کمتری است. این شاخص برای هماهنگی زاویهٔ شانه با آرنج محاسبه شد. قبل از هر گونه محاسبه، ابتدا و انتهای حرکت مشخص شد. ابتدای حرکت به‌منزلهٔ اولین حرکت دست به سمت عقب بعد از دیدن توپ و انتهای حرکت نیز به‌منزلهٔ حداکثر بازشدگی در شانهٔ بعد از زدن ضربه در نظر گرفته شد[۱۵]. سپس، داده‌ها محاسبه شدند و از یک فیلتر دستور چهارم باترورث[2] ۷ هرتزی عبور داده شدند و در ادامهٔ داده‌ها به ۱۰۰ داده درون‌یابی شدند[۱۷]. علاوه‌بر این متغیر، متغیرهایی اعم از دامنهٔ حرکت مفصل شانه و آرنج، میانگین سرعت زاویه‌ای شانه و آرنج، میانگین شتاب زاویه‌ای شانه و آرنج، و میانگین سرعت و شتاب خطی مچ دست محاسبه شدند. برای هرکدام از متغیرهای ذکرشده انحراف استاندارد نیز به‌منزلهٔ شاخصی برای تغییرپذیری محاسبه شد. به‌منظور تحلیل آماری داده‌ها، از آزمون t مستقل استفاده شد.

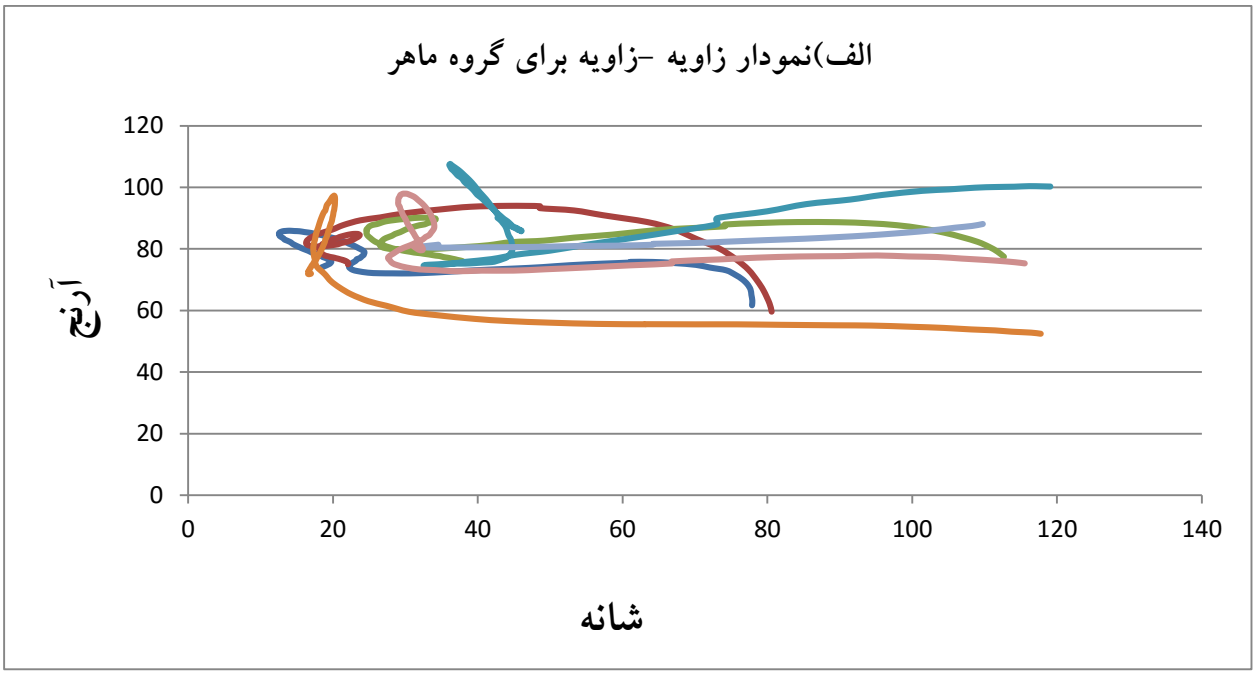
نتایج تحقیق

پیش‌فرض برابری واریانس‌ها در تمام آزمون‌های t به‌وسیلهٔ آزمون لون تأیید شد ($p>۰/۰۵$).

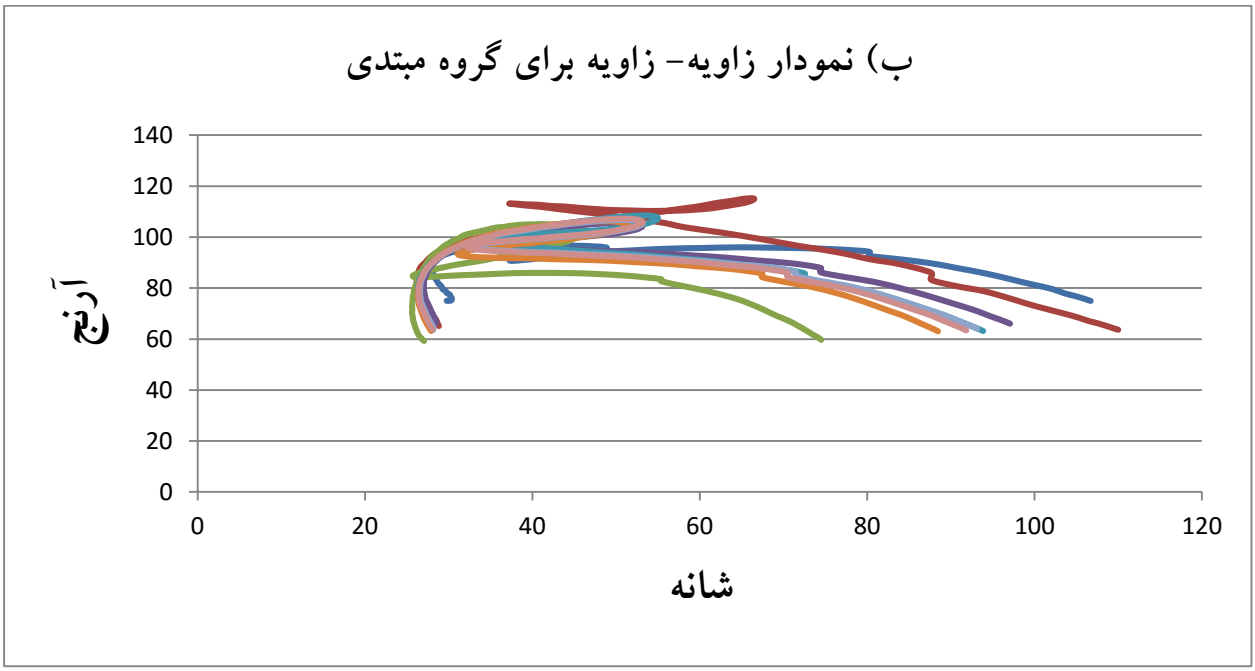
تغییرپذیری هماهنگی بین مفاصل (NORMS-D): شکل ۱. نمودار زاویه- زاویه مفاصل شانه و آرنج را نشان می‌دهد. نتایج آزمون t مستقل نشان داد که تفاوت معنی‌داری در تغییرپذیری هماهنگی مفصل شانه و آرنجبین دو گروه وجود دارد،($t= -۲/۱۲$، $df= ۱۴$، $p\leq ۰/۰۵$). مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که گروه مبتدی تغییرپذیری بیشتری نشان داده است (میانگین‌ها، گروه ماهر= ۹/۴، گروه مبتدی= ۱۳).

1. Normalized Root Mean Squared Difference
2. Butterworth

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-04]



.



شکل ۱. نمودار زاویه- زاویه برای مفاصل شانه و آرنج، الف) گروه ماهر، ب) گروه مبتدی (هر کدام از رنگ‌ها مربوط به میانگین مسیر حرکت هر فرد می باشد).

دامنهٔ حرکت مفصل آرنج: نتایج آزمون t مستقل نشان داد که تفاوت معنی‌داری در دامنهٔ حرکت آرنج بین دو گروه ماهر و مبتدی وجود ندارد (۰/۳۱ =t، ۱۴ =df، p>۰/۰۵). همچنین، تفاوت معنی‌داری در انحراف استاندارد دامنهٔ حرکت نیز وجود نداشت (۰/۲۷- =t، ۱۴ =df، p>۰/۰۵).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-04]

دامنهٔ حرکت مفصل شانه: نتایج نشان داد که بین گروه‌های ماهر و مبتدی در دامنهٔ حرکت مفصل شانه تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (t= -۰/۸۵، df= ۱۴، p>۰/۰۵)، اما بین این دو گروه در انحراف استاندارد دامنهٔ حرکت مفصل شانه تفاوت معنی‌داری وجود داشت (t= -۲/۰۷، df= ۱۴، p<۰/۰۵) مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که گروه مبتدی دارای انحراف استاندارد بیشتری است (میانگین‌ها، گروه ماهر=۵/۸، گروه مبتدی=۷/۹).

سرعت و شتاب شانه، آرنج و مچ: نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین دو گروه در سرعت، (t=۰/۱۵) (df=۱۴، p>۰/۰۵) و شتاب، (t=۰/۹۹، df=۱۴، p>۰/۰۵) آرنج وجود ندارد. همچنین، نتایج نشان داد که در سرعت، (t=-۱/۲۹، df=۱۴، p>۰/۰۵) و شتاب، (t= -۰/۶۷، df=۱۴، p>۰/۰۵) شانه نیز تفاوتی بین دو گروه وجود ندارد. این نتایج برای سرعت، (t=-۱/۱۱، df=۱۴، p>۰/۰۵) و شتاب، (t=-۰/۹۴، df=۱۴، p>۰/۰۵) مچ نیز صادق بود و تفاوتی بین دو گروه وجود نداشت.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف تحقیق حاضر، مقایسهٔ میزان تغییرپذیری الگوی حرکتی ضربهٔ تاپ اسپین تنیس روی میز بود. نتایج نشان داد گروه ماهر نسبت به گروه مبتدی تغییرپذیری کمتری دارد. این نتایج با نتایج به‌دست‌آمده در برخی تحقیقات هم‌خوان است [۳-۷] و البته با نتایج به‌دست‌آمده در برخی تحقیقات دیگر هم‌خوانی ندارد [۸, ۱۰-۱۲]. برخی تحقیقات انجام‌شده در بین افراد ماهر تغییرپذیری بالایی را نشان داده است [۱۱, ۱۲]، اما در این تحقیق این‌گونه نبود. دلیل احتمالی برای وجود چنین تفاوتی در یافته‌های تحقیقات را می‌توان به قیود و پویایی تکلیف نسبت داد. در تحقیقاتی که افراد ماهر به‌صورت متغیر عمل می‌کرده‌اند پویایی تکلیف ایجاب می‌کرده که فرد ماهر به‌صورت متغیر عمل کند تا نیازهای تکلیف را برآورده سازد [۱۸]. گزارش شده است که افراد ماهر در ورزش‌هایی که شامل عمل مهاری[1] هستند به‌منظور فریب فرد مقابل ممکن است تغییرپذیری زیادی را در حرکت خود نشان دهند. در تحقیق اسکورر و همکارانش (۲۰۰۷) فرد باید توپ را در حالتی به‌سمت دروازه پرتاب می‌کرد که دروازه‌بان درون دروازه ایستاده بود. همین می‌تواند باعث شود که فرد به‌منظور غلبه بر دروازه‌بان از یک نوعی متغیر استفاده کند تا پیش‌بینی حرکت برای دروازه‌بان سخت‌تر شود [۱۱]. صحت این گزارش زمانی تأیید می‌شود که افراد ماهر در تکلیفی مشابه بدون حضور دروازه‌بان تغییرپذیری پایین‌تری را نسبت به افراد مبتدی از خود نشان داده باشند [۶]. همچنین، در تحقیق ویلسون و همکاران (۲۰۰۸) فرد ماهر به‌منظور تعدیل‌های نهایی با خط پرش باید می‌توانست الگوی گام خود را مطابق با سرعت خود تعدیل کند [۱۲]. اما در تکلیف تعیین شده در این تحقیق، که تکلیفی مهاری بوده است، هدف تکلیف (دایرهٔ قرمزرنگ در وسط یک مستطیل) و همچنین سرعت و محل فرود توپ ثابت بود. احتمالاً، همین قیود افراد ماهر را مجبور کرده است تا به‌منظور دستیابی به هدف تکلیف از الگوی حرکت ثابتی استفاده کنند. با وجود این قیود، افراد مبتدی به‌صورت متغیرتری عمل کرده‌اند. دلیل این امر می‌تواند این باشد که افراد مبتدی هنوز در سطح کسب هماهنگی الگوی حرکت هستند و هنوز الگوی بهینه را برای اجرای حرکت کسب نکرده‌اند. نیوول (۱۹۸۵) این اجرای متغیر را مشخصهٔ این سطح می‌داند و بیان می‌کند که افراد در مرحلهٔ کسب الگوی هماهنگی حرکت را به‌صورت متغیر اجرا می‌کنند [۲].

نتایج نشان داد بین دو گروه در دامنهٔ حرکت مفصل شانه و آرنج تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. اما میزان انحراف استاندارد دامنهٔ حرکت مفصل شانه در گروه مبتدی به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه ماهر بود. دامنهٔ حرکت مفاصل با بحث کنترل درجات آزادی مکانیکی در ارتباط است. برنشتاین (۱۹۶۷) عقیده دارد که افراد برای یادگیری یک تکلیف ابتدا درجات آزادی را تثبیت و با تمرین اقدام به رهاسازی آن می‌کنند. نتایج از این تحقیق با این اظهارات هم‌خوان است. به‌دلیل اینکه مهارت تاپ اسپین تنیس روی میز مهارت پیچیده‌ای است و یادگیری آن مستلزم تمرین است، افراد شرکت‌کرده در این تحقیق کاملاً مبتدی نبودند و در این مهارت تجربهٔ قبلی داشتند. احتمالاً، تمرین قبلی موجب پیشرفت افراد به‌لحاظ کنترل درجات آزادی مکانیکی شده است و تفاوتی بین افراد ماهر و مبتدی دیده نشده است. در برخی تحقیقات که شامل تکالیف پیچیده بوده‌اند با یک روز تمرین نیز آزادسازی درجات آزادی

1. Interceptive

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-04]

مشاهده شده است [۸]. اما آنچه که نتایج تحقیق نشان می‌دهد این است که افراد ماهر در انجام حرکت باز و بستن شانه نسبت به گروه مبتدی ثبات بیشتری از خود نشان داده‌اند.

علاوه‌بر موارد گفته شده، در هیچ‌کدام از متغیرهای مربوط به کنترل حرکت (سرعت و شتاب) تفاوتی بین گروه ماهر و مبتدی مشاهده نشد. این نتایج با اظهارات نیوول (۱۹۸۵) هم‌خوان نیست، بر طبق این دیدگاه باید بین افراد ماهر و مبتدی در این متغیرهای کنترلی تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها وجود داشته باشد[۲]. دلیل احتمالی این تناقض را می‌توان در خود تکلیف و دستورالعمل به‌کارگرفته‌شده جست‌وجو کرد؛ چراکه نیوول (۱۹۸۶) اظهار می‌کند محققان باید به قیود محیطی، فردی و تکلیفی موجود در محیط اجرا توجه کنند. در این تحقیق مشابه با تحقیقات قبلی توپ به‌دست یک توپ‌انداز با سرعت و پیچ ثابت پرتاب می‌شد. همچنین، هدف مورد نظر برای دستیابی نیز ثابت بود و به تمام افراد تأکید شده بود که با سرعت و دقت مساوی به توپ ضربه بزنند. ممکن است این دستورالعمل‌های مشابه برای کنترل سرعت و دقت و نیز سرعت ثابت پرتاب توپ توسط دستگاه و هدف مشابه برای دسترسی، به تشابه در سرعت و شتاب حرکت اندام منجر شده باشد.

به‌طورکلی، این تحقیق نشان داد افراد ماهر در تنیس روی میز نسبت به افراد مبتدی تغییرپذیری کمتری در الگوی حرکت خود دارند. همچنین، نتایج این تحقیق نشان داد در شرایطی که قیود خاصی به تکلیف وارد شود تفاوتی در متغیرهای کنترل‌کنندهٔ حرکت بین افراد ماهر و مبتدی وجود ندارد. برخی نکات درخور تأمل در این تحقیق وجود دارد که می‌تواند زمینه تحقیقات آتی باشد. در تحقیق حاضر، فقط هماهنگی شانه- آرنج سنجیده شد. محققان می‌توانند با سنجش هماهنگی مفاصل بیشتر به بررسی دقیق‌تر این مسئله بپردازند. علاوه‌براین، در این تحقیق از متغیرهای کینماتیکی برای پیش‌بینی موفقیت در رسیدن به هدف استفاده نشد. محققان می‌توانند با بررسی این امر مشخص کنند که کدام‌یک از متغیرهای کینماتیکی، پیش‌بینی‌کنندهٔ بهتری برای رسیدن به هدف هستند. همچنین، در این تحقیق دامنهٔ حرکت مفاصل به‌منزلهٔ شاخصی از درجات آزادی مکانیکی سنجیده شد. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی از معیارهای سنجش درجات آزادی دینامیک نیز استفاده شود تا تفاوت افراد ماهر و مبتدی در این نوع درجات آزادی، که نشان‌دهندهٔ الگوی ترکیب مفاصل با همدیگر است، نیز مشخص شود. همچنین، در این تحقیق استدلال شد که قیود تکلیف واردشده به مشابهت در سرعت و شتاب بین افراد منجر شده است. پیشنهاد می‌شود تحقیقی با حذف قیود ذکرشده انجام شود تا این استدلال تحت آزمایش قرار گیرد. محققان بیان کرده‌اند در موقعیتی که بازیکن ماهر در مقابل یک حریف بازی می‌کند، الگوی متغیرتری را به نمایش می‌گذارد [۱۱].

منابع

1. Latash, M.L.,(2012) Fundamentals of motor control. Academic Press.
2. Newell, K.,(1985) Coordination, control and skill. Advances in Psychology. 27: p. 295-317.
3. Broderick, M.P. and K.M. Newell, (1999)Coordination patterns in ball bouncing as a function of skill. Journal of motor behavior. 31(2): p. 165-188.
4. Chow, J.Y., et al.,(2008) Coordination changes in a discrete multi-articular action as a function of practice. Acta Psychologica, 127(1): p. 163-176.
5. Fleisig, G., et al., (2009) Variability in baseball pitching biomechanics among various levels of competition. Sports Biomechanics, 8(1): p. 10-21.
6. Wagner, H., et al., (2011) Movement variability and skill level of various throwing techniques. Human movement science,. 31(1)p. 78-90.
7. Dai, B., et al. (2013).The relationships between technique variability and performance in discus throwing. Journal of sports sciences,. 31(2): p. 219-228.
8. Vereijken, B., et al., (1992) Freezing degrees of freedom in skill acquisition. Journal of motor behavior,. 24(1): p. 133-142.
9. Button, C., et al.,(2003) Examining movement variability in the basketball free-throw action at different skill levels. Research Quarterly for Exercise and Sport,. 74(3): p. 257-269.
10. Chow, J.Y., et al.,(2007) Variation in coordination of a discrete multiarticular action as a function of skill level. Journal of motor behavior,. 39(6): p. 463-479.
11. Schorer, J.r., et al.(2007), Identification of interindividual and intraindividual movement patterns in handball players of varying expertise levels. Journal of motor behavior. 39(5): p. 409-421.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-04]

12. Wilson, C., et al. (2008), Coordination variability and skill development in expert triple jumpers. Sports Biomechanics, 7(1): p. 2-9.
13. Tyldesley, D. and H. Whiting,(1975) Operational timing. Journal of Human Movement Studies.
14. Bootsma, R.J. and P.C. Van Wieringen(1990), Timing an attacking forehand drive in table tennis. Journal of experimental psychology: Human perception and performance. 16(1): p. 21.
15. Sheppard, A. and F.o.-X. Li, (2007) Expertise and the control of interception in table tennis. European Journal of Sport Science. 7(4): p. 213-222.
16. Sidaway, B., G. Heise, and B. SchoenfelderZohdi (1995), Quantifying the variability of angle-angle plots. Journal of Human Movement Studies. 29(4): p. 181-197.
17. Winter, D.A. (2009), Biomechanics and motor control of human movement. John Wiley & Sons.
18. Davids, K., S. Bennett, and K.M. Newell(2006), Movement system variability. Human kinetics.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-04]