

تأثیر محدودسازی زمانی و سطح حرکتی بر دقت فضایی تکلیف سرعت-دقت فیتز در حرکت با

بخش‌های دیستال و پروگزیمال دست

*مهتاب فلاح^۱، محمدرضا دوستان^۲، ناهید شتاب بوشهری^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد رفتار حرکتی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

۲. مربی رفتار حرکتی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

۳. دانشیار رفتار حرکتی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

(تاریخ وصول: ۹۷/۱۰/۱۶ - تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۱۵)

The Effect of Time Constrains and Surface of Movement on the Spatial Precision of the Fits Speed-Accuracy Trade off Task in Moving with Distal and Proximal Parts of the Hand*Mahtab Fallah¹, Mohammadreza Doustan², Nahid Shetab Bousheri³

1. MA Student in Motor Behavior, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.

2. Instructor of Motor Behavior, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.

3. Associate Professor of Motor Behavior, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.

(Received: Jan. 06, 2019 - Accepted: Jul. 28, 2019)

Abstract

Aim: The purpose of this study was to investigate the effect of time limitation and level of movement on the spatial precision of the speed-accuracy of Fits task while moving with distal and proximal parts of the hand. **Method:** The method of this study was semi-experimental and in terms of purpose was fundamental. The statistical university was of the right-handed female students of 19 to 28 years old. Sampling method was available to 20 people. The data were collected by software hit to the target designed by the researcher. The tool used was similar to the one used in the Fits test, and its validity was confirmed by the experienced people in motor behavior. The software reliability was obtained 0.89 through test-retest and Pearson correlation coefficient. **Results:** In the review of the hits number to the right side goal, the main effect of the limited time and the interaction of the part with limited time was significant at different limited times. Also, at various limited times, it had a remarkable effect on the correct hits number to the right side target in the proximal and distal parts while doing movement in the horizontal and vertical level. Additionally, the hits number to the left side target, at various limited times, the main effect of the limited time and the interaction of the motion plate with the section was also significant. In the proximal and distal parts of the horizontal and vertical motion, limited time variations had a significant effect on the correct hits number to the left side target. **Conclusion:** Therefore, the longer the movement time is, the greater the accuracy of movement and the lesser the effective width of the target. The accuracy of movement in the distal part is higher than the proximal section. Also, the difficulty of moving in a horizontal level is less than the vertical level.

Keywords: Time constraints, targets' distance, movement surfaces, proximal, distal

چکیده

مقدمه: هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر محدودسازی زمانی و سطح حرکتی بر دقت فضایی تکلیف سرعت-دقت فیتز هنگام حرکت با بخش‌های دیستال و پروگزیمال دست بود. **روش:** روش اجرای پژوهش از نوع نیمه‌تجربی واز لحاظ هدف بنیادی بود. جامعه آماری دانشجویان دختر راست‌دست ۱۹ تا ۲۸ سال بودند که ۲۰ نفر به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شد و داده‌ها به وسیله نرم‌افزار ضربه‌زدن به هدف که توسط محقق، ساخته شد و مشابه ابزار مورد استفاده در آزمایش فیتز بود، جمع‌آوری شدند. روایی ابزار مذکور توسط افراد خبره رفتار حرکتی مورد تأیید قرار گرفته و پایایی آن به روش آزمون-بازآزمون واز طریق ضریب همبستگی پیرسون ۰/۸۹ به‌دست آمد. **یافته‌ها:** در بررسی بین تعداد ضربات به هدف سمت راست، در زمان‌های محدود شده مختلف، اثر اصلی زمان محدود شده و تعامل بخش با زمان‌های محدود شده، معنادار بود. همچنین در بخش پروگزیمال و دیستال در انجام حرکت در سطح افقی و عمودی، تغییرات زمان محدود شده، تأثیر معنی‌داری بر تعداد ضربات درست به هدف سمت راست داشت. علاوه بر این تعداد ضربات به هدف سمت چپ، در زمان‌های محدود شده مختلف، اثر اصلی زمان محدود شده و تعامل صفحه حرکت با بخش نیز معنادار بود. در بخش پروگزیمال و دیستال در انجام حرکت در سطح افقی و عمودی، تغییرات زمان محدود شده، تأثیر معنی‌داری بر تعداد ضربات درست به هدف سمت چپ داشت. نتیجه‌گیری: هرچه زمان حرکت طولانی‌تر باشد دقت حرکت بیشتر و پهنای مؤثر هدف کم‌تر است. دقت حرکت در بخش دیستال نسبت به بخش پروگزیمال بیشتر است. همچنین دشواری حرکت در سطح افقی از سطح عمودی کم‌تر است.

واژگان کلیدی: قیود زمانی، فاصله اهداف، سطوح حرکت، پروگزیمال، دیستال

دقت فضایی همراه است. قانون فیتز^۶ به مبادله سرعت و دقت لگاریتمی اشاره می‌کند که ارتباط زمان حرکت و شاخص دشواری^۷ (ID) را نشان می‌دهد (عظیمی، ۱۳۹۲). فیتز دریافت که رابطه بین اندازه هدف^۸ (A)، پهنای هدف^۹ (W) و میانگین زمان حرکت^{۱۰} (MT) منتج از این دو، از این فرمول تبعیت می‌کند: $MT = a + b \log(2A/W)$ در این فرمول، MT میانگین زمان حرکت یک سری از ضربه‌هاست که از طریق تقسیم کردن زمان کل کوشش بر تعداد ضربات زده شده در طول این زمان به دست می‌آید (اشمیت و لی، ۲۰۰۵).

محققان از قانون فیتز برای توصیف اعمال هدف‌گیری در تکلیف کنترل دستی و ارتباط انسانی-کامپیوتری^{۱۱}، استفاده می‌کنند (کراسان و همکاران^{۱۲}، ۲۰۰۸). قانون فیتز به طور وسیع روی اندام فوقانی، حرکات سر، در بین افراد بزرگسال و کودکان مورد تحقیق واقع شده و تأیید شده است (ایفت و همکاران^{۱۳}، ۲۰۱۱). اندام فوقانی انسان (از شانه تا نوک انگشتان) به عنوان یک طیف بسیار ماهر و چالاک و در عین حال قدرتمند، تکامل یافته است. گروه‌های عضلانی بزرگ‌تر که وظیفه حرکت مچ دست، آرنج و شانه

کنترل حرکتی حوزه نسبتاً جدیدی در تحقیقات است که به بررسی چگونگی تعامل سیستم عصبی با بدن و محیط به منظور تولید حرکات هدفمند و هماهنگ می‌پردازد (لاتاش^۱، ۲۰۰۸). یکی از موضوعات جالب کنترل حرکتی و از رایج‌ترین اصولی که در زندگی روزمره نیز زیاد به چشم می‌خورد، مبادله سرعت-دقت^۲ است (عظیمی، ۱۳۹۲). اصول اساسی حرکت انسان به ارتباط میان سرعت و دقت می‌پردازد (اشمیت و ریسبرگ^۳، ۲۰۰۸). هنگامی که افراد برای رسیدن به هدف سریع و دقیق عمل می‌کنند در انتخاب بین سرعت و دقت یک مبادله انجام می‌دهند (روزند و همکاران^۴، ۲۰۱۵).

رابطه بین سرعت و دقت حرکت یکی از قوی‌ترین پدیده‌های عملکرد حرکتی انسان است. اصل رابطه سرعت-دقت بدون توجه به دیدگاه نظری خاص، این است که با افزایش سرعت حرکت، دقت حرکت به صورت پیوسته کاهش می‌یابد. این امر مفهوم مبادله سرعت-دقت را تبیین می‌کند که به موجب آن شخص می‌تواند دقت حرکت را به وسیله کاهش سرعت حرکت افزایش دهد و برعکس (لمن^۵، ۲۰۱۴). مبادله سرعت-دقت یک ویژگی مشترک در اجرای روزمره مهارت‌های حرکتی است که در تکلیف نیازمند سرعت و دقت، افزایش سرعت با کاهش

6. Fitts law
7. Index of Difficulty
8. Amplitude of target
9. Width of target
10. Movement time
11. Human Computer Interaction
12. Crossan et al
13. Ifft et al

1. Latach
2. Speed- accuracy trade off
3. Schmidt & Wrisberg
4. Rozand et al
5. Lohman

وودورث^۶ (۱۸۹۹) طی یک تکلیف دستیابی با چشم باز و بسته به وسیله حرکت مداد بین دو خط که با فاصله ثابت از هم قرار داشتند و روی یک کاغذ بودند و برای حرکت به صدای یک مترونوم نیاز داشتند، نشان داد که در بیش‌تر حرکات سریع هیچ‌گونه مرحله کنترل در حال جریانی^۷ مشاهده نمی‌شود. به عنوان مثال وقتی که سرعت مترونوم بالا بود بین شرایط چشم باز و چشم بسته تفاوتی وجود نداشت (الیوت و همکاران^۸، ۲۰۱۰). بنابراین حرکات آهسته نسبت به حرکات سریع با دقت بیش‌تری انجام می‌شوند. زیرا آن‌ها زمان بیش‌تری برای کاهش خطا به وسیله بازخورد در طی مرحله تعقیب نیاز دارند (اشمیت و لی، ۲۰۰۵). همچنین اندازه نسبی نواحی قشر حرکتی مغز که گروه‌های عضلانی مختلفی را در بدن انسان کنترل می‌کند اغلب، با ابعاد فیزیکی و جرم گروه‌های عضلانی فعال بی‌ارتباط است. هر چه محدوده کنترلی عضله در مغز بیش‌تر باشد ظرفیت پردازش اطلاعات بیش‌تری دارد. یعنی زمان کم‌تری برای حرکت نیاز دارد (ماکینز و ریشنان^۹، ۱۹۹۷).

در حرکات هدف‌گیری احتمالاً، قسمت اصلی حرکت، به طور کلی به وسیله حرکت بازو انجام می‌شود، که در ادامه، حرکات ظریف انگشتان نیز به آن اضافه می‌شوند. حال اگر فرد بخواهد زمان مورد نیاز حرکت خود را کاهش

را به عهده دارند، قدرت بیش‌تر و طیف بیش‌تری از جنبش را دارند. گروه‌های عضلانی کوچک‌تر که مسئول حرکت انگشتان و شست دست هستند، دارای طیف بیش‌تری از مهارت و چابکی هستند (زوی و همکاران^۱، ۱۹۹۶).

یکی از اولین مطالعات در مورد اثرات قسمت‌های مختلف بدن در کنترل دستی توسط گیبز^۲ (۱۹۶۲) انجام شد. گیبز در یک تکلیف یک‌بعدی دستیابی به هدف، اجرای تکلیف توسط سه قسمت متفاوت بدن که شامل شست، مچ و آرنج بود، را بررسی کرد. نتایج مطالعات گیبز بر این مبنا بود که مچ دست نسبت به دو قسمت دیگر، دارای عملکرد بهتر و دقیق‌تری بود (گیبز، ۱۹۶۲؛ به نقل از زوی و همکاران، ۱۹۹۶).

جاگاسینسکی و مونک^۳ (۱۹۸۵) در یک تکلیف دوبعدی^۴ مبادله سرعت-دقت فیتز نشان دادند که حرکات موقعیت‌یابی در تاریکی، حرکات بازخورد بینایی و حرکات با سرعت‌های ثابت برای اثربخشی بیش‌تر، جهت‌های فضایی مشخصی دارند و جهت‌های فضایی خاص بر اجرای تکالیف اثربخشی بیش‌تری دارند. همچنین پدرسن و هورن‌بک^۵ (۲۰۱۲) در پژوهشی نشان دادند که جهت صفحه، هم اجرا و هم میزان خطا را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

6. Woodworth
7. Current
8. Elliott et al
9. Mackenzie & Balakrishnan

1. Zhai et al
2. Gibbs
3. Jagacineski and Monk
4. Two- dimensional
5. Pedersen & Hornbæk

مهتاب فلاح و همکاران: تاثیر محدودسازی زمانی و سطح حرکتی بر دقت فضایی تکلیف سرعت-دقت فیتز در حرکت با ...

دهد، حرکت مشکل تر شده و در نهایت اضافه نمودن حرکات جزئی به آن غیرممکن خواهد شد (اشمیت و لی، ۲۰۰۵). در تکالیف نقطه‌گذاری، موقعیت هدف روی میزان موفقیت و دقت تأثیر دارد. اهداف تقریباً در مرکز یا گوشه سطح مورد نظر، آسان تر انتخاب می‌شوند. برای افراد راست‌دست اهداف در ربع شمال غربی فضای کاری^۱ یک دایره، نسبتاً آسان انتخاب می‌شوند. انتخاب ربع شمال شرق و جنوب غرب دایره، به یک اندازه دشوار هستند. مشکل ترین اهداف در ربع جنوب شرق دایره قرار دارند که لازم است انگشت خم شود (گلیوت و همکاران^۲، ۲۰۱۴). گراسمن و همکاران^۳ (۲۰۱۱) بیان کردند که عمل ضربه^۴ و ترسیم^۵ در سطوح عمودی نسبت به سطوح افقی آهسته تر انجام می‌شود، زیرا دست در صفحه عمودی تکیه‌گاهی ندارد. همچنین پدرسن و هورن بک^۶ (۲۰۱۲) در پژوهشی نشان دادند ضربات پیوسته^۶ ۵٪ روی سطح عمودی سریع تر اجرا شدند در حالی که عمل کشیدن^۷ روی سطح افقی ۵٪ سریع تر و با خطای کم تر انجام شد. البته در تحقیق دیگری مشخص شد عمل روی سطح افقی نسبت به صفحه عمودی سریع تر و با خستگی کم تری همراه است (ولکر و همکاران^۸، ۲۰۱۵). اندازه سطح به

عضلات در تکالیف مختلف متفاوت باشد. همان طور که آبروز و همکاران^۹ (۱۹۹۹)، ضمن مطالعه‌ای نشان دادند پاسخ حرکتی هر دو نوع عضلاتی که در قسمت پروگزیمال و دیستال دست هستند، به دلیل تفاوت‌هایی که در نقش عملی اصلی و نمایش قشری دارند، می‌تواند وابسته به تکلیف باشد. با توجه به تأثیر و اهمیت بخش‌های دیستال و پروگزیمال دست و همچنین صفحات افقی و عمودی بر مبادله سرعت-دقت،

طور قابل ملاحظه‌ای بر میزان موفقیت و دقت تأثیر دارد. دقت روی سطوح با اندازه کوچک بیش تر بود. اگر اندازه سطح افزایش یابد، توانایی دستیابی به اهداف کوچک کاهش می‌یابد، دقیقاً برعکس چیزی که انتظار داشتیم. پس ما می‌توانیم فرض کنیم که دقت هدف‌گیری به طور خطی با اندازه سطح ارتباط دارد (گلیوت و همکاران، ۲۰۱۴). لاکوانیتی و همکاران^۸ (۱۹۸۷) طی یک تحقیق کینماتیکی ثابت کردند حرکت زاویه‌ای در مفصل مچ با حرکات شانه و آرنج به طور اینرسی جفت شده‌اند. به این معنی که یک گشتاور به تنهایی از مچ یا یکی از مفاصل پروگزیمال اعمال می‌شود، که ممکن است نتیجه حرکت زاویه‌ای در هر دو مفصل باشد. دامنه حرکات زاویه‌ای آرنج و شانه تقریباً با اندازه و وضعیت ترسیم یا نوشتن متن تنظیم می‌شود، در حالی که دامنه حرکات مچ و انگشت کوچک است و وابسته به اندازه و وابسته به اندازه نیست. البته ممکن است درگیری عضلات در تکالیف مختلف متفاوت باشد.

1. Gilliot et al
2. Grossman
3. Tapping
4. Drawing
5. Topping
6. Dragging
7. Voelker et al

8. Lacquaniti et al
9. Abbruzzese et al

پروگزیمال در این تکلیف تفاوت دارند؟ و آیا محدوده‌های زمانی مختلف بر روی مبادله سرعت و دقت تأثیر دارند؟

روش

نوع پژوهش حاضر، بنیادی- کاربردی و روش تحقیق به صورت نیمه‌تجربی است که در آن به مبادله سرعت و دقت در سطوح افقی و عمودی در بخش‌های پروگزیمال و دیستال دست راست برتر پرداخته شده است. جامعه آماری پژوهش حاضر را دانشجویان دختر با میانگین سنی ۱۹ تا ۲۸ سال، که در نیمسال دوم ۹۵-۹۴ در حال گذراندن واحد تربیت‌بدنی عمومی در دانشگاه شهید چمران اهواز بودند، تشکیل دادند. از بین جامعه آماری ۲۰ نفر (مطابق با اولسون و همکاران، ۲۰۱۴)، راست‌دست، به صورت نمونه‌گیری هدفمند، که از نظر بینایی و حرکتی سالم بودند، در این پژوهش شرکت کردند. تمامی شرکت‌کنندگان جهت شرکت در پژوهش فرم رضایت‌نامه آگاهانه پر کردند.

در روش اجرای پژوهش ابتدا رضایت‌نامه و مشخصات فردی و پرسشنامه دست‌برتری ادینبورگ و سپس پرسشنامه صحت سلامت که توسط محقق تنظیم شد، در اختیار هر یک از افراد قرار داده شد تا تکمیل نمایند. قبل از اجرای آزمون یک‌بار توضیحات شفاهی با نمایش عملی در مورد چگونگی اجرای آزمون به شرکت‌کننده‌ها

هنگام سنجش مبادله سرعت- دقت، این متغیرها باید در نظر گرفته شوند.

اگرچه هیچ وسیله مبادله سرعت- دقت صرفاً تجربی برای حرکات مجرد وجود ندارد، قانون فیتز اندکی به دلیل کاربرد در تکالیف صنعتی، کنترل مربوط به خودرو و تکالیف دستیابی نظامی و صنعتی، حد زیادی از توجه را به خود جلب کرده است. دلیل دیگر برای توجه به رابطه سرعت و دقت این است که دامنه وسیعی از گروه‌های عضلانی و دامنه‌های حرکتی را در بر می‌گیرد (جاگاسینسکی و مونک، ۱۹۸۵). استفاده مؤثر از دست‌ها برای به‌کارگیری در فعالیت‌های روزمره بستگی به تقابل پیچیده‌ای از مهارت‌های دستی، مکانیسم‌های وضعیتی، تشخیص و درک بینایی دارد (عموزاده‌خلیلی و یادگاری، ۱۳۸۲). حال با توجه به تحقیقات انجام گرفته و مطالب گفته شده در زمینه مبادله سرعت- دقت و نیز کمبود و یا جزئی بودن منابع اطلاعاتی در مورد مبادله سرعت- دقت در بخش‌های پروگزیمال و دیستال دست و اینکه جهت سطح در تحقیقات مبادله سرعت- دقت کم تر مورد توجه قرار گرفته است و همچنین با توجه به اینکه فعالیت‌هایی مثل تنیس روی میز، گلف و شوت بسکتبال تمرکز روی به‌کارگیری بخش‌های پروگزیمال و دیستال است، بنابراین محقق در این پژوهش به دنبال پاسخ‌گویی به این پرسش‌ها است که، آیا مبادله سرعت- دقت در تکالیف نقطه‌گذاری تحت تأثیر سطوح افقی و عمودی قرار می‌گیرد؟ آیا بخش‌های دیستال و

مهتاب فلاح و همکاران: تاثیر محدودسازی زمانی و سطح حرکتی بر دقت فضایی تکلیف سرعت-دقت فیتز در حرکت با ...

صفحه عمودی، فرد بر روی صندلی نشست و دست او را توسط شانه‌بند طبی از بازو بی‌حرکت و ساعد بدون این‌که تکیه‌گاهی داشته باشد، درست مقابل خط وسط بین دو هدف قرار گرفت. شرکت‌کننده حرکت نقطه‌گذاری را با آبداکشن و آداکشن مچ‌دست انجام داد. برای حرکت با قسمت پروگزیمال روی صفحه افقی، فرد بر روی صندلی نشست و مچ دست به وسیله مچ‌بند طبی بی‌حرکت و از شرکت‌کننده خواسته شد که با استفاده از حرکات فلکشن و اکستنشن آرنج و آبداکشن و آداکشن شانه حرکت نقطه‌گذاری را انجام دهد.

برای حرکت با قسمت پروگزیمال روی صفحه عمودی، فرد بر روی صندلی نشست و مچ‌دست به وسیله مچ‌بند طبی بی‌حرکت و از شرکت‌کننده خواسته شد که با استفاده از حرکات فلکشن و اکستنشن آرنج و آبداکشن و آداکشن شانه حرکت نقطه‌گذاری را انجام دهد.

با توجه به اهداف و فرضیه‌های پژوهش، پس از جمع‌آوری اطلاعات برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش‌های آمار توصیفی مانند میانگین، انحراف معیار استفاده شد. همچنین با توجه به این که آزمون شاپیرو ویلک برای طبیعی بودن توزیع داده‌ها به عمل آمد. از روش‌های آمار استنباطی پارامتریک نظیر تی وابسته و تحلیل واریانس مرکب یک‌راهه با اندازه‌گیری‌های مکرر همراه با آزمون پیگردی بونفرونی استفاده می‌شود. همچنین برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ استفاده شد. در اجرای پژوهش از

نمایش داده شد. شرکت‌کنندگان برای آشنایی، دو مرتبه آزمون را به صورت آزمایشی انجام دادند. به این صورت که دو هدف که دو نقطه به فاصله ۱۲ سانتی‌متر بودند برای آنان قرار داده شد. شرکت‌کنندگان می‌بایست بر روی اهداف با فواصل زمانی معین شده، ضربه می‌زدند. برای این فاصله اهداف سه زمان (۲۵۰، ۳۰۰، ۳۵۰ هزارم ثانیه) تعیین شد. صفحه لمسی که اهداف روی آن قرار داشت را یک‌بار به صورت افقی و یک‌بار به صورت عمودی قرار داده شد. مچ‌دست هر یک از شرکت‌کننده‌ها به وسیله مچ‌بند طبی ثابت و برای هر فاصله زمانی مدت ۱۰ ثانیه در نظر گرفته شد (مثلاً مترونوم روی ۲۵۰ هزارم ثانیه و کرنومتر روی ۱۰ ثانیه). حرکت نقطه‌گذاری با دقت در زمان معین و در دو سطح افقی و عمودی و با آرنج و بازو یا قسمت پروگزیمال دست برتر، مورد آزمون قرار گرفت.

در مرحله بعد بازو به وسیله شانه‌بند طبی و آرنج‌بند طبی بی‌حرکت و همین حرکت با همین روش برای مچ و عضلات دیستال دست برتر آزمایش شد. شروع حرکت نقطه‌گذاری برای همه یکسان و از خط میانی بین اهداف بود. برای حرکت با قسمت دیستال روی صفحه افقی، فرد بر روی صندلی نشست، دست او را توسط شانه‌بند طبی از بازو بی‌حرکت و ساعد او روی لبه میزی که صفحه لمسی روی آن قرار داشت، به وسیله باند ثابت گردید. شرکت‌کننده حرکت نقطه‌گذاری را با آبداکشن و آداکشن مچ دست انجام داد. برای حرکت با قسمت دیستال روی

داشت. داده‌ها به وسیله قلم نوری و صفحه لمسی به نرم‌افزار منتقل می‌شد. نقطه آغاز حرکت خط میانی بین دو هدف بود. این نرم‌افزار، تعداد حرکات صحیح و خطا در طول ضربه به اهداف، زمان انجام یک حرکت، میانگین زمانی حرکت فرد، خطای زمان‌بندی، مختصات محورهای (X و Y) ضربات زده شده، انحراف استاندارد مختصات محورهای (X و Y) را نمایش می‌داد. جزئیات بیش‌تر نحوه آزمون در بخش روش اجرا توضیح داده شده است.

یافته‌ها

تغییرات زمانی (سه زمان ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ هزارم ثانیه) در بخش‌های مختلف (دو بخش پروگزیمال و دیستال) در صفحه ترسیم (دو سطح عمودی-افقی)، تفاوت بین تعداد ضربات به هدف سمت راست، در زمان‌های محدود شده مختلف، در بخش‌های پروگزیمال و دیستال در صفحه افقی و عمودی که توسط آزمودنی‌های مشابه انجام گرفته به شرح ذیل آمده است.

جدول شماره ۱ یافته‌های مربوط به آزمون درون‌گروهی نشان داد که اثر اصلی زمان محدود شده ($F_{2,8,2} = 39/176$ ، $sig = 0/0001$ ، $\eta^2 = 0/737$) معنادار است. بدین معنا که بین زمان‌های محدود شده ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ هزارم ثانیه، صرف‌نظر از نوع بخش و صفحه حرکت تفاوت وجود دارد. بنابراین برای بررسی دقیق‌تر جایگاه تفاوت‌ها، از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر در سه زمان محدود شده استفاده شد. آزمون پیگردی

نرم‌افزارهای word و Excel ۲۰۱۳ نیز به منظور نتایج محاسبات استفاده شد و کلیه فرضیه‌های تحقیق در سطح معنی‌داری $p \leq 0/05$ آزمون شدند. همچنین در این پژوهش از ابزار پرسشنامه دست‌برتری ادینبورگ (اولدفیلد^۱، ۱۹۷۱)، پرسشنامه صحت سلامت شرکت‌کنندگان، صفحه لمسی، قلم نوری، مترونوم، کرنومتر، فرم ثبت نتایج و دستگاه سنجش مبادله سرعت-دقت استفاده گردید.

Target Tapping Test - مدل PTH-

851). دستگاهی شامل یک قلم نوری، یک تابلت با ابعاد ۳۱۷/۷ * ۴۸۷ میلی-متر و نرم‌افزار سنجش مبادله سرعت-دقت است که برای اندازه‌گیری و تخمین سرعت و دقت آزمودنی به کار می‌رود و زمان تخمین سرعت را با دقت ۰/۰۰۱ ثانیه اندازه‌گیری می‌کند. این نرم‌افزار محقق ساخته بوده و توسط متخصصین در حوزه رفتار حرکتی تأیید شده و پایایی آن در پژوهش حاضر از روش آزمون-بازآزمون و از طریق ضریب همبستگی پیرسون ۰/۸۹ به دست آمد. در پژوهش دیگری، پایایی دستگاه ۰/۸۴ به دست آمد (نیک‌نام و دوستان، ۱۳۹۶). در این نرم‌افزار صفحه‌ای طراحی شده طراحی شد که قابلیت ارائه دو یا چند هدف به شکل خط، مربع و دایره را داشت. تعداد اهداف، رنگ اهداف، ابعاد و فاصله بین اهداف قابل تغییر بود. همچنین فاصله‌دهی با دقتی در سطح میلی‌متر بود. حرکت نیز براساس خواست محقق در جهات عمودی، افقی و مورب امکان تنظیم

1. Oldfield

مهتاب فلاح و همکاران: تاثیر محدودسازی زمانی و سطح حرکتی بر دقت فضایی تکلیف سرعت-دقت فیتز در حرکت با ...
 بونفرونی نشان داد که بین زمان ۲۵۰ هزارم ثانیه با ۳۰۰ (P= ۰/۰۱۸) و ۳۵۰ هزارم ثانیه (P= ۰/۰۰۹) تفاوت وجود دارد ولی بین زمان‌های ۳۰۰ با ۳۵۰ هزارم ثانیه تفاوت وجود ندارد (P= ۰/۶۱۴). علاوه بر این، تعامل بخش با زمان‌های محدود نیز معنادار است. به دلیل اینکه اثر تعاملی (بخش زمان‌های محدود شده) معنادار است، از اثرات اصلی صرف‌نظر می‌گردد.

جدول ۱. نتایج آزمون تحلیل واریانس درون‌گروهی

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معنی‌داری	مجذورات
سطح حرکت	۰/۳۵۶	۱	۰/۳۵۶	۰/۳۵	۰/۸۵۵	۰/۰۰۲
خطا	۱۴۳/۸۱۱	۱۴/۰۰۰	۱۰/۲۷۲			
زمان محدود شده	۱۸۸/۲۳۳	۲	۹۴/۱۷	۳۹/۱۷۶	۰/۰۰۰۱*	۰/۷۳۷
خطا	۶۷/۲۶۷	۲۸	۲/۴۰۲			
بخش	۸/۸۸۹	۱/۰۰۰	۸/۸۸۹	۳/۲۲۳	۰/۰۹۴	۰/۱۸۷
خطا	۳۸/۶۱۱	۱۴/۰۰۰	۲/۷۵۸			
سطح حرکت x زمان محدود شده	۸/۳۴۴	۲	۴/۱۷۲	۱/۴۵۱	۰/۲۵۱	۰/۰۰۹۴
خطا	۸۰/۴۸۹	۲۸	۲/۸۷۵			
سطح حرکت x بخش	۰/۰۲۲	۱	۰/۰۲۲	۰/۰۲۱	۰/۸۸۸	۰/۰۰۱
خطا	۱۵/۱۴۴	۱۴/۰۰۰	۰/۰۸۲			
زمان محدود شده x بخش	۲۲۵/۴۷۸	۲	۱۱۲/۷۳۹	۵۱/۷۳۰	۰/۰۰۰۱*	۰/۷۸۷
خطا	۶۱/۰۲۲	۲۸	۲/۱۷۹			
سطح x زمان محدود شده x بخش	۱/۶۷۸	۱/۴۴۲	۱/۱۶۴	۰/۴۶۸	۰/۵۷۱	۰/۰۳۲
خطا	۵۰/۱۵۶	۲۰/۱۸۴	۲/۴۸۵			

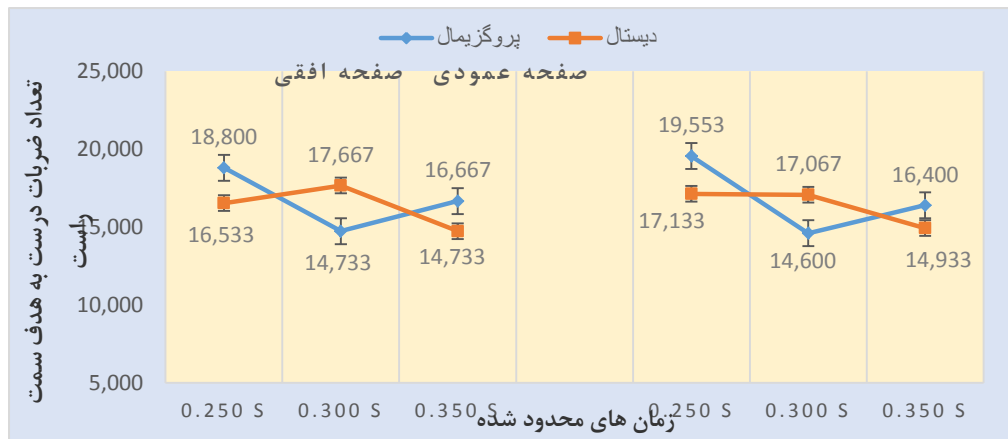
جدول ۲. یافته‌های مربوط به آزمون تحلیل واریانس درون‌گروهی با اندازه‌گیری تکراری در تعداد ضربات درست به هدف سمت راست با تغییرات زمان محدود شده در بخش‌های دیستال و پروگزیمال در سطح عمودی و افقی

بخش	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معنی‌داری	مجذورات
پروگزیمال- سطح افقی	۱۱۲/۱۷۸	۲	۵۶/۰۸۹	۲۶/۸۵۱	۰/۰۰۰۱*	۰/۶۵۷
پروگزیمال- سطح عمودی	۷۳/۹۱۱	۲	۳۶/۹۵۶	۱۵/۶۵۷	۰/۰۰۰۱*	۰/۵۲۸
دیستال- سطح افقی	۱۷۲/۸۴۴	۱/۴۳۴	۱۲۰/۵۵۰	۷۹/۳۶۷	۰/۰۰۰۱*	۰/۸۵۰
دیستال- سطح عمودی	۶۷/۵۱۱	۱/۳۱۸	۵۱/۲۰۵	۱۵/۹۷۷	۰/۰۰۰۱*	۰/۵۳۳

جدول شماره ۲ نشان داد که در بخش پروگزیمال در انجام حرکت در سطح افقی، تغییرات زمان محدود شده، تاثیر معنی‌داری بر تعداد ضربات درست به هدف سمت راست دارد ($F=۲۶/۸۵۱$ ، $sig=۰/۰۰۰۱$ ، $\eta^2=۰/۶۵۷$). نتایج آزمون پیگردی بنفرونی نشان داد که بین زمان‌های ۲۵۰ هزارم ثانیه با ۳۰۰ هزارم ثانیه ($P= ۰/۰۱۳$) و ۳۵۰ هزارم ثانیه ($P= ۰/۰۰۰۱$) در تعداد ضربات درست به هدف سمت راست تفاوت معناداری وجود دارد. همچنین بین زمان ۳۰۰ هزارم ثانیه با زمان ۳۵۰ هزارم ثانیه ($P= ۰/۰۰۱$) هدف سمت راست وجود دارد. میانگین‌ها در نمودار ۱ قابل مشاهده است. همچنین نتایج نشان داد که در بخش پروگزیمال در انجام حرکت در سطح عمودی، تغییرات زمان محدود شده، تاثیر معنی‌داری بر تعداد ضربات درست به هدف سمت راست دارد ($F=۲۶/۸۵۱$ ، $sig=۰/۰۰۰۱$ ، $\eta^2=۰/۶۵۷$). نتایج آزمون پیگردی بنفرونی نشان داد که بین زمان‌های ۲۵۰ هزارم ثانیه با ۳۰۰ هزارم ثانیه ($P= ۰/۰۴۳$) و ۳۵۰ هزارم ثانیه ($P= ۰/۰۰۰۱$) در تعداد ضربات درست به هدف سمت راست تفاوت معناداری وجود دارد. همچنین بین زمان ۳۰۰ هزارم ثانیه با زمان ۳۵۰ هزارم ثانیه ($P= ۰/۰۱۸$) تفاوت معناداری در تعداد ضربات درست به هدف سمت راست وجود دارد. میانگین‌ها در نمودار ۱ قابل مشاهده است.

همچنین نتایج نشان داد که در بخش دیستال در انجام حرکت در سطح افقی، تغییرات زمان محدود شده، تاثیر معنی‌داری بر تعداد ضربات درست به هدف سمت راست دارد ($F=۷۹/۳۶۷$ ، $sig=۰/۰۰۰۱$ ، $\eta^2=۰/۸۵۰$). نتایج آزمون پیگردی بنفرونی نشان داد که بین زمان‌های ۲۵۰ هزارم ثانیه با ۳۰۰ هزارم ثانیه ($P= ۰/۰۰۰۱$) و ۳۵۰ هزارم ثانیه ($P= ۰/۰۰۰۱$) در تعداد ضربات درست به هدف سمت راست تفاوت معناداری وجود دارد. همچنین بین زمان ۳۰۰ هزارم ثانیه با زمان ۳۵۰ هزارم ثانیه ($P= ۰/۰۰۰۱$) تفاوت معناداری در تعداد ضربات درست به هدف سمت راست وجود دارد. همچنین نتایج نشان داد که در بخش دیستال در انجام حرکت در سطح عمودی، تغییرات زمان محدود شده، تاثیر معنی‌داری بر تعداد ضربات درست به هدف سمت راست دارد ($F=۱۵/۹۷۷$ ، $sig=۰/۰۰۰۱$ ، $\eta^2=۰/۵۳۳$). نتایج آزمون پیگردی بنفرونی نشان داد که بین زمان‌های ۲۵۰ هزارم ثانیه با ۳۰۰ هزارم ثانیه ($P= ۰/۹۹۹$) تفاوت معناداری وجود ندارد ولی با ۳۵۰ هزارم ثانیه ($P= ۰/۰۰۳$) تفاوت معناداری وجود دارد. همچنین بین زمان ۳۰۰ هزارم ثانیه با زمان ۳۵۰ هزارم ثانیه ($P= ۰/۰۰۱$) تفاوت معناداری در تعداد ضربات درست به هدف سمت راست وجود دارد. میانگین‌ها در نمودار قابل مشاهده است.

مهتاب فلاح و همکاران: تاثیر محدودسازی زمانی و سطح حرکتی بر دقت فضایی تکلیف سرعت-دقت فیتزر در حرکت با ...



نمودار ۱. تعداد ضربات درست به هدف سمت راست، در زمان‌های محدود شده مختلف، در صفحه افقی و عمودی

به هدف سمت چپ، در زمان‌های محدود شده مختلف، در بخش‌های پروگزیمال و دیستال در صفحه افقی و عمودی که توسط آزمودنی‌های مشابه انجام گرفته به شرح ذیل آمده است.

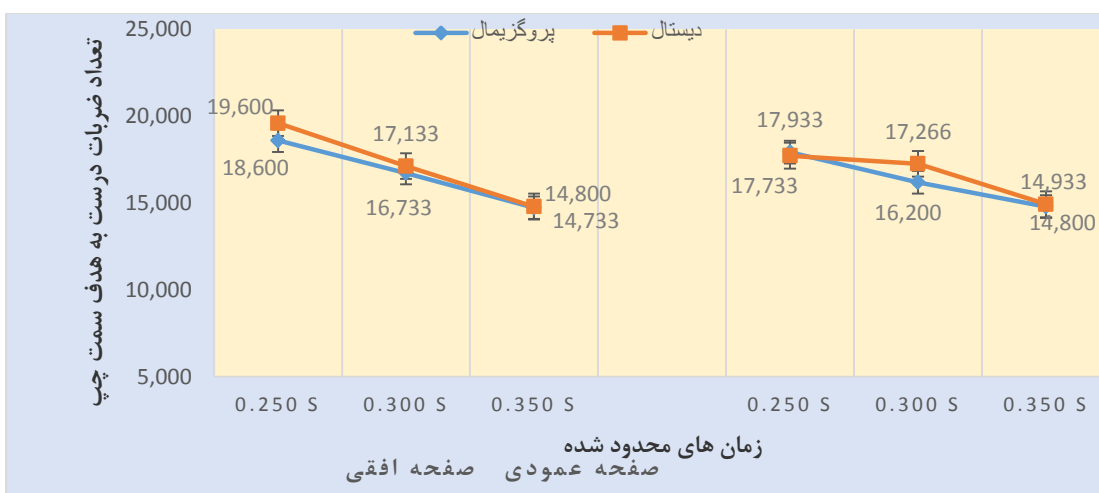
همچنین تغییرات زمانی (سه زمان ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ هزارم ثانیه) در بخش‌های مختلف (دو بخش پروگزیمال و دیستال) در صفحه ترسیم (دو سطح عمودی- افقی)، تفاوت بین تعداد ضربات

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس درون گروهی (۳×۲×۲) برای بررسی تفاوت بین تعداد ضربات به هدف سمت چپ، در زمان‌های محدود شده‌ی مختلف، در بخش‌های پروگزیمال و دیستال در صفحه افقی و عمودی

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معنی داری	مجذورات
سطح حرکت	۷/۶۰۶	۱	۷/۶۰۶	۱/۹۳۷	۰/۱۸۶	۰/۴۹۹
خطا	۵۴/۹۷۸	۱۴	۳/۹۲۷			
زمان محدود شده	۱۶۲/۲۱۱	۲	۸۱/۱۰۶	۴۰/۲۲۶	۰/۰۰۰۱*	۰/۷۴۲
خطا	۵۶/۴۵۶	۲۷/۸۸۵	۲/۲۱۶			
بخش	۴/۶۷۲	۱	۴/۶۷۲	۳/۵۸۶	۰/۱۸۶	۰/۲۰۴
خطا	۱۸/۲۴۴	۱۴	۱/۳۰۳			
سطح × زمان	۵/۲۱۱	۲	۲/۶۰۶	۱/۱۳۲	۰/۳۳۷	۰/۰۷۵
خطا	۶۴/۴۵۶	۲۸	۲/۳۰۲			
سطح × بخش	۲۵۹/۰۷۸	۲	۱۳۹/۵۲۹	۴۰/۶۳۷	۰/۰۰۰۱*	۰/۷۴۴
خطا	۸۹/۲۵۶	۲۸	۳/۱۸۸			
زمان × بخش	۰/۸۳۳	۲	۰/۴۱۷	۰/۲۱۴	۰/۸۰۹	۰/۰۱۵
خطا	۵۴/۵۰۰	۲۸	۱/۹۴۶			
سطح × زمان × بخش	۰/۸۳۳	۲	۰/۴۱۷	۰/۲۱۴	۰/۸۰۹	۰/۰۱۵
خطا	۵۴/۵۰۰	۲۸	۱/۹۴۶			

علاوه بر این، تعامل صفحه حرکت با بخش ($F_{2,8,2}=40/637$, $sig=0/0001$, $\eta^2=0/744$) نیز معنادار است. آزمون پیگردی بونفرونی نشان داد که بین زمان ۲۵۰ هزارم ثانیه با $0/001$ $(P=)$ ۳۰۰ و ۳۵۰ هزارم ثانیه $(P=0/021)$ تفاوت وجود دارد ولی بین زمان‌های ۲۵۰ با ۳۰۰ هزارم ثانیه تفاوت وجود ندارد $(P=0/170)$.

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، یافته‌های مربوط به آزمون تحلیل واریانس درون‌گروهی نشان داد که اثر اصلی زمان محدود شده ($F_{2,8,2}=40/226$, $sig=0/0001$, $\eta^2=0/742$) معنادار است. بدین معنا که بین زمان‌های محدود شده ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ هزارم ثانیه، صرف‌نظر از نوع بخش و صفحه حرکت تفاوت وجود دارد.



نمودار ۲. تعداد ضربات به هدف سمت چپ، در زمان‌های محدود شده مختلف، در صفحه عمودی و عمودی

جدول ۴. آزمون t وابسته در تعداد ضربات به سمت هدف چپ، بین دو بخش (پروگزیمال و دیستال) در دو سطح افقی و عمودی

بخش	مقدار t	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
سطح عمودی	۰/۴۰۹	۴۴	۰/۸۳۸
سطح افقی	۱/۱۸۶	۴۴	۰/۰۴۱

سمت هدف چپ تفاوت معناداری وجود دارد. مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که در سطح افقی تعداد ضربات به سمت هدف چپ در بخش دیستال از پروگزیمال بیش‌تر است.

همان‌طور که نتایج آزمون‌های t وابسته بالا نشان می‌دهد در سطح عمودی بین پروگزیمال و دیستال در تعداد ضربات به سمت هدف چپ تفاوت معناداری وجود ندارد. ولی در سطح افقی بین پروگزیمال و دیستال در تعداد ضربات به

مهتاب فلاح و همکاران: تاثیر محدودسازی زمانی و سطح حرکتی بر دقت فضایی تکلیف سرعت-دقت فیتز در حرکت با ...

جدول ۵. آزمون t وابسته در تعداد ضربات به سمت هدف چپ، بین دو سطح افقی و عمودی بخش برای بخش پروگزیمال و دیستال

بخش	مقدار t	درجه آزادی	سطح معنی داری
بخش پروگزیمال	-۰/۷۲۹	۴۴	۰/۱۶۴
بخش دیستال	-۱/۰۱۳	۴۴	۰/۰۸۸

همان‌طور که نتایج آزمون‌های t وابسته بالا نشان می‌دهد در بخش پروگزیمال بین دو سطح افقی و عمودی در پهنای موثر هدف تفاوت معناداری وجود ندارد. همچنین در بخش پروگزیمال نیز بین دو سطح افقی و عمودی در پهنای موثر هدف تفاوت معناداری وجود ندارد.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از اجرای این پژوهش، بررسی تاثیر محدودسازی زمانی و سطح حرکتی بر دقت فضایی تکلیف سرعت-دقت فیتز هنگام حرکت با بخش‌های دیستال و پروگزیمال دست دانشجویان دختر دانشگاه شهید چمران اهواز بود. طبق تجزیه و تحلیل حاصل از پژوهش، در بررسی بین تعداد ضربات به هدف سمت راست، در زمان‌های محدود شده مختلف، در بخش‌های دیستال و پروگزیمال در هر دو سطح افقی و عمودی نشان داده شد اثر اصلی زمان محدود شده و تعامل بخش با زمان‌های محدود شده، معنادار بود. در بخش پروگزیمال و دیستال در انجام حرکت در سطح افقی و عمودی، تغییرات زمان محدود شده، تاثیر معنی‌داری بر تعداد ضربات درست به هدف سمت راست داشت. همچنین در بررسی بین تعداد ضربات به هدف سمت چپ، در زمان‌های

محدود شده مختلف، در بخش‌های دیستال و پروگزیمال در هر دو سطح افقی و عمودی نشان داده شد اثر اصلی زمان محدود شده و تعامل صفحه حرکت با بخش نیز معنادار بود.

در بخش پروگزیمال و دیستال در انجام حرکت در سطح افقی و عمودی، تغییرات زمان محدود شده، تاثیر معنی‌داری بر تعداد ضربات درست به هدف سمت چپ داشت. نتایج نتایج نشان داد که شرکت‌کننده‌ها در هدف سمت راست بهتر عمل کردند و این شاید به دلیل برتری چشم راست بود. زیرا در یکی از تحقیقات در مورد چشم‌برتری، لوند (۱۹۳۲)، گزارش داد که وقتی شرکت‌کننده‌ها از چشم برتر خود استفاده می‌کردند، در تکالیف هدف‌گیری به نتایج بسیار بالایی دست می‌یافتند (تقی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳). همچنین طاهرپوری (۱۳۹۳)، در تحقیق خود بیان کرد که افراد در هنگام استفاده از چشم برتر خود دقیق‌تر هستند و تصاویر دیده شده توسط چشم برتر واضح‌تر و بزرگتر است. همچنین محو شدن تصویری که با چشم غالب دیده می‌شود، آرام‌تر صورت می‌گیرد.

پس به نظر می‌رسد برای بررسی تفاوت دقت بین صفحات افقی و عمودی و بخش پروگزیمال و دیستال، باید از هدف سمت راست

زیرا حرکت در مفصل مچ نسبت به بازو با دشواری کم تری رخ می‌دهد.

پژوهش حاضر با نتایج لاکوانیتی و همکاران^۴ (۱۹۸۷) نیز همخوانی داشت، زیرا در این مطالعه ثابت شد که دامنه حرکات زاویه‌ای آرنج و شانه تقریباً با اندازه و وضعیت ترسیم یا نوشتن متن تنظیم می‌شد، در حالی که دامنه حرکات مچ و انگشت کوچک است و وابسته به اندازه نیست. نتیجتاً هر چه حرکات زاویه‌ای بزرگتر باشد مقدار مشارکت حرکات مفاصل دیستال در مقایسه با مفاصل پروگزیمال کم تر است. این رابطه غیرخطی حرکات شانه و آرنج به‌طور محکم با هم جفت هستند، در حالی که حرکات مفاصل دیستال به اندازه مفاصل پروگزیمال جفت نیستند. از طرف دیگر حرکات مفاصل دیستال (مچ) دقت حرکت را افزایش می‌دهد.

همچنین آبروز و همکاران^۵، ۱۹۹۹ طی مطالعه‌ای ثابت کردند که یک اثر سازنده متفاوت از مکانیسم‌های تسهیل یا بازداری درون‌قشری در تمام بخش‌های قشر حرکتی است. تسهیل و بازداری درون‌قشری که در عضلات پروگزیمال و دیستال دست قرار گرفته‌اند، در یک مسیر مشابه فعالیت می‌کنند. بازه زمانی این اثرات (تسهیل و بازداری) در هر دو نوع عضله مشابه است، اما تفاوت‌های کمی وجود دارد که به موجب آن برای عضلات پروگزیمال نسبت به عضلات

استفاده کرد. در پهنای مؤثر هدف و همچنین تعداد ضربات درست به هدف راست در زمان متوسط (۳۰۰ هزارم ثانیه) در هر دو سطح افقی و عمودی، عملکرد بخش دیستال بهتر از بخش پروگزیمال بود. در نتیجه دقت در بخش دیستال، در هر دو سطح افقی و عمودی نسبت به بخش پروگزیمال بیش تر بود. نتیجه پژوهش حاضر با یافته‌های فیتز^۱ (۱۹۵۴) و پنفیلد و راسموسن^۲ (۱۹۵۰) مبنی بر این که مچ و انگشتان نسبت به بازو، به دلیل محدوده بیش تری که روی قشر حرکتی و در نتیجه عصب‌رسانی‌های نرونی بیش تر، از کنترل بالاتری برخوردار است، همخوانی داشت. زیرا ممکن است کنترل بالاتر در انگشتان و مچ باعث دقت بالاتر نسبت به بازو شود و دقت بیش تر باعث خطای کم تر شود.

همچنین با نتایج لنگلف و همکاران^۳ (۱۹۷۶) نیز همخوانی داشت. زیرا در این مطالعه ثابت شد که سریع‌ترین حرکات برای ID معین به‌وسیله انگشتان و آهسته‌ترین حرکات به‌وسیله بازو بود. به این دلیل که امکان دارد حرکتهایی که آهسته‌تر انجام می‌شوند، در حالت قیود زمانی با دقت کم تری انجام شوند.

همچنین پژوهش حاضر با نتایج مطالعه لنگلف و همکاران (۱۹۷۹) به این دلیل همخوانی داشت که در نتایج لنگلف و همکاران شیب منحنی شاخص دشواری برای عملکردهای انگشت و مچ نسبت به عملکرد بازو کم تر بود.

4. Lacquaniti et al
5. Abbruzzese et al

1. Fitts
2. Pennfield & Rasmussen
3. Langloff et al

مهتاب فلاح و همکاران: تاثیر محدودسازی زمانی و سطح حرکتی بر دقت فضایی تکلیف سرعت-دقت فیتز در حرکت با ...
دیستال بازدارنده کوچکتر و تسهیل بزرگتر ظاهر می‌شود. پس می‌توان گفت که تسهیل بزرگتر در عضلات پروگزیمال، در حرکات کوچک، نسبت به عضلات دیستال باعث ایجاد دقت کم تری در حرکات می‌شود که همین همخوانی خود را با یافته‌ها نشان داد.

از طرفی با نظر ولکر و همکاران (۲۰۱۵) مبنی بر اینکه دقت در مفصل شانه نسبت به مچ کم تر است، همخوانی داشت. البته یافته‌ها با نتیجه تحقیق بویل^۱ (۲۰۱۰) مبنی بر وجود تفاوت در دقت حرکتی حرکات آرنج و مچ همخوانی نداشت. البته در تحقیق بویل نقش بینایی موجود در تکالیف فیتز نادیده گرفته شد. نتایج پژوهش حاضر با نظریه تغییرپذیری تکانه قابل توجیه است. طبق این نظریه هر چه مقدار نیروی عضلانی به کار رفته در حرکت بیش تر باشد تغییرپذیری در حرکت نیز بیش تر می‌شود. از طرفی به دلیل اینکه عضلات پروگزیمال نسبت به دیستال در فعالیت‌های قدرتی مشارکت بیش تری دارند و عضلات دیستال در فعالیت‌های دقیق شرکت می‌کنند (اسکیپاتی و همکاران^۲، ۱۹۹۶)، مقدار نیروی عضلانی بخش پروگزیمال از بخش دیستال بیش تر است. به همین دلیل در بخش دیستال نسبت به بخش پروگزیمال تغییرپذیری کم تر و دقت بیش تری مشاهده شد. در زمان خیلی کوتاه (۲۵۰ هزارم ثانیه) و همچنین زمان طولانی (۳۵۰ هزارم ثانیه) در تعداد ضربات درست

در نتیجه به نظر می‌رسد عضلات پروگزیمال در زمان متوسط (۳۰۰ هزارم ثانیه) از ۶۵٪ نیروی بیشینه خود استفاده کردند. زیرا در این زمان دارای کم‌ترین تعداد ضربات درست به هدف بودند و این احتمالاً به دلیل تغییرپذیری حداکثر، در این زمان بود. از طرف دیگر عضلات دیستال در زمان طولانی (۳۵۰ هزارم ثانیه) دارای کم‌ترین تعداد ضربات درست به هدف بودند که این موضوع ظاهراً برخلاف مبادله سرعت-دقت

1. Boyle
2. Schieppati et al

اجرا شد ناهمخوان بود. علت ناهمخوانی به این دلیل است که تحقیق پدرسن و هورن‌بک با تبلت و گوشی هوشمند و با انگشت سبابه انجام شد، در صورتی که پژوهش حاضر با پد لمسی و قلم نوری انجام شد.

وقتی که فرد از انگشت سبابه استفاده می‌کند، عضلات مچ دست منقبض نیست ولی وقتی قلم به دست می‌گیرد عضلات مچ دست در صفحه عمودی به حالت اکستنشن منقبض می‌شود ولی در صفحه افقی اگر هم انقباضی داشته باشد از حالت عمودی خیلی کم تر است.

با توجه به به یافته‌های مطالعه حاضر پیشنهاد می‌شود که برای انجام مهارت‌های دستی که دقت و سرعت دارای اهمیت است و در سطوح افقی و عمودی انجام می‌شود، بهتر است از صفحه افقی جهت انجام این مهارت‌ها استفاده کرد. همچنین در حرکاتی که نیاز به سرعت و دقت دارند تمرکز بیش تر بر روی بخش دیستال باشد و از ایجاد محدودیت برای این قسمت پرهیز گردد. علاوه بر این برای مهارت‌هایی که نیاز به دقت فضایی دارند، در صورتی که کاهش سرعت به اجرای مهارت خدشه‌ای وارد نمی‌کند، از محدوده‌های زمانی طولانی‌تر استفاده شود که فرد فرصت اصلاح خطا داشته باشد.

بود. این کاهش با الگوی برنامه حرکتی GMP قابل تفسیر است. نظریه برنامه GMP بیان می‌کند در حرکات سریع، الگوی عمل جدید نمی‌تواند قبل از تکمیل مهارت و وقوع خطا انتخاب گردد (اشمیت و لی، ۲۰۰۵). پس چون زمان کلی حرکت تغییر کرده است، به نظر می‌رسد که الگوی برنامه حرکتی جدیدی ایجاد شده است و این الگوی عمل جدید دچار خطا شده است. این خطا تعداد ضربات درست به هدف را کاهش داده است.

پژوهش حاضر با نتایج یافته‌های گراسمن و همکاران^۱ (۲۰۱۱) مبنی بر این که عمل ضربه در سطوح عمودی نسبت به سطوح افقی آهسته‌تر انجام شد، همخوانی داشت. در پژوهش حاضر همانند مطالعه گراسمن و همکاران شرایط قرار گرفتن ساعد همسان است. دست در صفحه افقی تکیه‌گاه دارد ولی در صفحه عمودی تکیه‌گاهی ندارد. همچنین نتایج با مطالعه ولکر و همکاران^۲ (۲۰۱۵) مبنی بر اینکه، عمل روی سطح افقی نسبت به سطح عمودی سریع‌تر است و با خستگی کم تری همراه است، همخوانی داشت. این امکان وجود دارد حرکتی که سریعتر و با خستگی کم تر اجرا می‌شود، وقتی در شرایط قیود زمانی قرار می‌گیرد، با دقت بیشتر همراه می‌شود. ولی با یافته‌های تحقیق پدرسن و هورن‌بک^۳ (۲۰۱۲) که ثابت کرد ضربات پیوسته ۵٪ روی سطح عمودی سریعتر و با خطای کم‌تر

1. Grossmann et al
2. Voelker et al
3. Pedersen & Hornbæk

منابع

- اشمیت، ریچاردای و لی، تیموتی.دیی(۲۰۰۵). یادگیری و کنترل حرکتی، ترجمه حمایت‌طلب، رسول و قاسمی، عبدالله(۱۳۹۱) تهران:انتشارات علم و حرکت.
- تقی زاده، ف، دانشفر، الف و شجاعی، م.(۱۳۹۳). اثر الگوی ترجیح جانبی چشم و دست، تکلیف و سطح مهارت بر عملکرد بازیکنان تنیس روی میز. نشریه رفتار حرکتی، ۶(۱۵)، ۱۲۷-۱۴۰.
- طاهرپوری، ط.(۱۳۹۳). تأثیر همسو و دگرسو بر یادگیری مهارت پرتاب آزاد بسکتبال. پایان-نامه دانشگاه شهید چمران اهواز. رفتار حرکتی.
- عظیمی، ر.(۱۳۹۲). اثر کانون توجه، پیچیدگی تکلیف و سطح مهارت بر مبادله سرعت-*computing systems*(pp. 303-310). ACM
- Bi, X., Grossman, T., Matejka, J., & Fitzmaurice, G.(2011). Magic desk: bringing multi-touch surfaces into desktop work. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*(pp. 2511-2520). ACM.
- Boyle, J. B.(2010). *Control of wrist and arm movements of varying difficulties*(Doctoral dissertation, Texas A&M University).
- دقت در دختران جوان؛ پژوهشگاه علوم و تحقیقات اطلاعات ایران.
- عموزاده خلیلی، م، یادگاری، ه(۱۳۸۲). مقایسه میزان رشد حرکات ظریف و دقیق در کودکان مهدهای کودک شهری و روستایی سمنان. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی سمنان. جلد ۵، شماره ۱ و ۲.
- لاتاش، ال. مارک(۲۰۰۸) اصول کنترل حرکتی، ترجمه دوستان، محمدرضا، هاشمی، معصومه، شمشیری، سارا، علوی، خلیل(۱۳۹۴): انتشارات حتمی.
- نیک‌نام، م و دوستان، م.(۱۳۹۶). بررسی تأثیر بازخورد دامنه‌ای فضایی و زمانی بر کاهش خطای دقت زمانبندی و فضایی تکلیف مبادله سرعت-دقت فیتز. فصلنامه علمی-پژوهشی عصب‌روانشناسی، ۳(۱۱)، ۲۳-۳۸.
- Abbruzzese, G, Assini, A, Buccolieri, A, Schieppati, M, & Trompetto, C.(1999). Comparison of intracortical inhibition and facilitation in distal and proximal arm muscles in humans. *The Journal of physiology*, 514(3), 895-903.
- Balakrishnan, R., & MacKenzie, I. S.(1997). Performance differences in the fingers, wrist, and forearm in computer input control. In *Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human factors in*

- Crossan, A., Williamson, J., Brewster, S., & Murray-Smith, R.(2008). Wrist rotation for interaction in mobile contexts. In *Proceedings of the 10th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services*(pp. 435-438). ACM.
- Elliott, D., Hansen, S., Grierson, L. E., Lyons, J., Bennett, S. J., & Hayes, S. J.(2010). Goal-directed aiming: two components but multiple processes. *Psychological bulletin*, 136(6), 1023.
- Fitts, P.(1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47(6). 381-191.
- Gilliot, J., Casiez, G., & Roussel, N.(2014). Impact of form factors and input conditions on absolute indirect-touch pointing tasks. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*(pp. 723-732). ACM.
- Ifft, J, Peter, A,Lebedev, Mikhail, A.L.Nicolelis, Miguel(2011) Cortical correlates of fits law. Volume 5 | Article 85 | 1
- Jagacinski, R. J., & Monk, D. L.(1985). Fitts' Law in Two dimensions with hand and head movements movements. *Journal of Motor Behavior*, 17(1), 77-95.
- Lacquaniti, F., Ferrigno, G., Pedotti, A., Soechting, J. F., & Terzuolo, C.(1987). Changes in spatial scale in drawing and handwriting: kinematic contributions by proximal and distal joints. *The journal of Neuroscience*, 7(3), 819-828.
- Lohman, D. F.(2014). Estimating individual differences in information processing using speed-accuracy models. In *Abilities, Motivation and Methodology*(pp. 141-186). Routledge.
- MacKenzie, I. S., & Isokoski, P.(2008). Fitts' throughput and the speed-accuracy tradeoff. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*(pp. 1633-1636). ACM.
- Oldfield, R. C.(1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113.
- Olson, D, Russel, C, Sprinkle, D.H.(2014). Circumplex model: Systemic assessment and treatment of families. Routledge.
- Pedersen, E. W., & Hornbæk, K.(2012). An experimental comparison of touch interaction on vertical and horizontal surfaces. In *Proceedings of the 7th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Making Sense Through Design*(pp. 370-379). ACM.
- Pennfield, W., & Rasmussen, T.(1950). The cerebral cortex of man: A clinical study of

- localization of function. New York: Macmillan.
- Rozand, V., Lebon, F., Papaxanthis, C., & Lepers, R.(2015). Effect of mental fatigue on speed-accuracy trade-off. *Neuroscience*, 297, 219-230.
- Schieppati, M., Trompetto, C., & Abbruzzese, G.(1996). Selective facilitation of responses to cortical stimulation of proximal and distal arm muscles by precision tasks in man. *The Journal of Physiology*, 491(Pt 2), 551.
- Schmidt, R. A., & Wrisberg, C. A.(2008). *Motor learning and performance: A situation-based learning approach*. Human kinetics.
- Voelker, S., Matviienko, A., Schöning, J., & Borchers, J.(2015). Combining Direct and Indirect Touch Input for Interactive Desktop Workspaces using Gaze Input.
- Woodworth, R. S.(1899). Accuracy of voluntary movement. *The Psychological Review: Monograph Supplements*, 3, i-114.
- Zhai, S., Milgram, P., & Buxton, W.(1996). The influence of muscle groups on performance of multiple degree-of-freedom input. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*(pp. 308-315). AC