



Original Research

The Effect of Fatigue on Speed-Accuracy Exchange in Different Difficulty Indicators

Bahareh Rostami

M.Sc., Department of Motor Behavior, Islamic Azad University, Shushtar Branch, Shushtar, Iran

ARTICLE INFO

Received: 2020/04/21

Revised: 2020/02/04

Accepted: 2020/06/06

Keyword:

Difficulty index
Speed-precision
Fatigue

ABSTRACT

Introduction & Purpose: coaches' verbal aggression, competitive anxiety, and mental stubbornness are three important factors influencing athletes' experiences. This study aimed to examine the relationship between coaches' verbal aggressiveness and competitive anxiety with the meditation of mental toughness among adolescent athletes.

Methodology: In this cross-sectional study, One hundred and fifty-five girl martial arts athletes (Mage = 15.02, SD = 1.35) completed three questionnaires: coaches' verbal aggressiveness, competitive anxiety-2 and mental toughness in sport during their training sessions. The data were analyzed by using the correlation coefficient and Bootstrap test (to determine the mediating role of mental toughness).

Results: The results revealed that coaches' verbal aggressiveness associated positively with competitive anxiety and negatively with mental toughness. The effect of coaches' verbal aggressiveness on competitive anxiety was mediated by mental toughness.

Conclusion: All findings indicate that coaches' verbal aggressiveness increase competitive anxiety in adolescent athletes and self-compassion plays an important role in moderating the coaches' verbal aggressiveness and competitive anxiety among athletes.



اثر خستگی بر مبادله سرعت-دقت در شاخص‌های دشواری مختلف

بهاره رستمی

کارشناسی ارشد، گروه رفتار حرکتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر، شوشتر، ایران

چکیده

مقدمه و هدف: پرخاشگری کلامی مری، اضطراب رقابتی و سرسختی ذهنی سه عامل مهم اثرگذار بر تجربیات ورزشکاران هستند. هدف این پژوهش بررسی اثر پرخاشگری کلامی مری بر اضطراب رقابتی ورزشکاران نوجوان با نقش واسطه‌ای سرسختی ذهنی بود.

روش شناسی: در این مطالعه مقطعی، 155 دختر ورزشکار رزمی کار (میانگین و انحراف سنی = 1/35 ± 15/02 سال) سه پرسشنامه پرخاشگری کلامی مری، اضطراب رقابتی -2 و سرسختی ذهنی در ورزش را در طول جلسه تمرین تکمیل نمودند. داده‌ها با استفاده از ضریب همبستگی تحلیل شد و آزمون بوت استرپ جهت تعیین نقش واسطه‌ای سرسختی ذهنی استفاده شد.

نتایج: نشان داد که پرخاشگری کلامی مری با اضطراب رقابتی ارتباط مثبت و با سرسختی ذهنی ارتباط منفی معناداری دارد. همچنین تأثیر پرخاشگری کلامی مری بر اضطراب رقابتی، توسط سرسختی ذهنی واسطه شده است.

نتیجه گیری: نتایج به دست آمده از این پژوهش، اشاره دارد به اینکه پرخاشگری کلامی مری به افزایش اضطراب رقابتی در ورزشکاران نوجوان می‌انجامد و سرسختی ذهنی بالاتر به کاهش ادراک پرخاشگری کلامی مری و تجربه کمتر اضطراب رقابتی منجر می‌شود.

اطلاعات مقاله

دریافت مقاله: 99/02/02

بازنگری مقاله: 99/02/15

پذیرش مقاله: 99/03/17

کلید واژگان

شاخص دشواری
مبادله سرعت-دقت
خستگی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

کنترل حرکتی شامل مطالعه مکانیسم‌های محیطی، رفتاری، عصبی و همکوشی‌ها¹ است که مسئول حرکت و استواری انسان هستند. همه‌ی مهارت‌های حرکتی، بدون توجه به سطح مهارت اجرا کننده، جلوه‌هایی از سیستم کنترل حرکتی هستند. هدف نهایی این سیستم، عضلات و مفاصل مسئول در اجرای عمل است. دو پیامد کنترل عضلانی در کنترل حرکتی چشمگیر است: کنترل حرکات و کنترل استواری یا قامت (ادوارز²، 2011). تئوریهای مختلفی در ارتباط با فهم کنترل حرکت مطرح شده‌اند که هر یک به جنبه‌های خاصی اشاره دارند. این تئوری‌ها ممکن است مزایا یا معایبی داشته باشند. از تئوری‌های کنترل حرکتی می‌توان به عنوان راهنمایی جهت درک عمل حرکتی استفاده کرد و همچنین این تئوری‌ها در ایجاد ایده‌های جدید مرتبط با چگونگی کنترل اعمال حرکتی کمک کننده هستند (اشمیت ولی³، 2005). یکی از تئوری‌های اصلی در کنترل حرکتی مباحث مربوط به مبادله سرعت و دقت در اجرا می‌باشد. مبادله‌ی سرعت - دقت⁴ به عنوان یکی از معمول‌ترین رخدادها در فعالیت‌های روزمره شناخته شده است. نخستین طبقه‌بندی مبادله‌ی سرعت - دقت در موقعیت‌هایی رخ می‌دهد که هدف، حرکت یک عضو یا سایر اندام‌های مجری با سرعت هرچه بیشتر برای رسیدن به هدفی همراه با حداقل تعداد خطا باشد (تادرو⁵، 2004). قانون فیتز بر یک رابطه‌ی معکوس بین دشواری حرکت و سرعتی که می‌تواند انجام شود، دلالت دارد. افزایش دشواری، میزان سرعت را کاهش می‌دهد، به عبارت بهتر زمان حرکت (MT⁶) افزایش می‌یابد. یک راه برای درک این مفهوم این است که در برخی موارد، فرد سرعت را در تبادل با دقت قرار می‌دهد و انجام این تبادل طوری است که میزان پردازش اطلاعات ثابت بماند در نتیجه‌ی این مسئله، افراد استراتژی‌های حرکت خود را کنترل می‌کنند (سلن و همکاران⁷، 2006). آنان می‌توانند سریع حرکت کنند (البته به قیمت از دست دادن دقت) و یا اینکه خیلی دقیق عمل کنند (البته به قیمت از دست دادن سرعت) این تبادل با عنوان مبادله‌ی سرعت - دقت بیان می‌شود (اشمیت و رایسبرگ⁸، 2008). مبادله‌ی سرعت - دقت تحت تاثیر برخی متغیرهای اجرا مانند دشواری تکلیف و خستگی قرار می‌گیرند به گونه‌ای که غالب تحقیقات صورت گرفته در این مورد به بررسی اندازه شاخص دشواری تنها بر زمان حرکت پرداخته‌اند کواوس و همکاران⁹ (2008)، مکنزی¹⁰ (2008)، نتایج تحقیقات منعکس کننده این است که شاخص‌های دشواری متفاوت، زمان حرکت (MT) را تحت تاثیر قرار می‌دهند، اما هنوز تحقیقات برای

روشن شدن ارتباط بین شاخص دشواری با میزان نمرات سرعت و دقت همچنان ادامه دارد. در همین راستا رضائی (1392)، در تحقیقی به بررسی سطوح متفاوت دشواری بر میزان نمرات دقت و سرعت ضربه تاب اسپین فورهند در ورزشکاران دختر نخبه تنیس روی میز پرداخت، در این مطالعه سه شاخص دشواری تعریف شده بود، نتایج نشان داد که تفاوت معناداری بین نمرات دقت و سرعت ضربه تاب اسپین فورهند آزمودنی‌ها در بلوک‌های با شاخص دشواری متفاوت وجود دارد. همچنین گارد¹¹ (2009)، نشان داد قانون فیتز که تابعی از فاصله و عرض هدف است می‌تواند مجدداً بر حسب شکل و مقیاس تفسیر شود. طبق نظر او، شکل حرکت که به وسیله نسبت عرض هدف و فاصله در یک فضای تک بعدی تعریف می‌شود، زمان حرکت را تعیین می‌کند، علاوه بر این پیچیدگی مهارت و سطح تبحر افراد از دیگر عوامل اثر گذار بر زمان حرکت می‌باشند.

احتمالاً خستگی نیز عامل دیگری است که بر نمرات دقت و سرعت تاثیر دارد و اگر هر یک از سیستم‌های حسی بینایی، دهلیزی و حسی پیکری، به علت خستگی موضعی (محیطی) اطلاعات نادرستی را انتقال دهند و یا سیستم اعصاب مرکزی به علت خستگی عمومی (مرکزی) مختل شود و اعمال جبرانی نیز کافی نباشد، عملکرد فرد پایین می‌آید (خانا¹²، 2008). در حقیقت خستگی از جمله عواملی است که فعالیت مداوم در حین ورزش را محدود کرده و اغلب با انجام حرکات ناماهرانه، همراه بوده و سریعاً باعث کاهش در توانایی اعمال نیروی عضلانی و در نتیجه باعث اختلال در کارایی عضلانی، مهارت و عملکرد فرد می‌شود (خانا، 2008). بیشتر مطالعات انجام شده در ارتباط با خستگی به بررسی نقش آن بر روی مولفه‌های تعادلی و کنترل پاسچر پرداخته‌اند، در همین راستا خانا و همکاران (2008)، فاکس و همکاران¹³ (2008)، در مطالعات خود نشان دادند که فعالیت‌های هوازی ومانده ساز منجر به افزایش نوسانات تعادلی و کاهش آن می‌شود. با توجه به اینکه حرکات دسترسی با دقت، با وجود تغییرپذیری اجتناب ناپذیر مکانیزم‌های عصبی-عضلانی، یکی از مسائل مهم زندگی است که برای تولید هرگونه فعالیت حرکتی سازگار شده مثل راه رفتن، نوشتن، دریافت کردن یا اشاره کردن باید حل شود (میسندرا¹⁴، 2011). برای حل این مسئله، یک پدیده فراگیر به عنوان مبادله سرعت - دقت مطرح می‌شود، در مرور تحقیقات انجام شده مشخص می‌شود که در زمینه نقش شاخص‌های دشواری بر عملکرد در رشته‌های ورزشی مطالعات کمی انجام شده است، علاوه بر این خستگی جز فاکتورهای اساسی و تاثیرگذار بر موفقیت

8. schmidt and raisberg

9. kavas et al

10. macanzi

11. gared

12. khana et al

13. faxc et al

14. minsdera

1. synergistic

2. edwards

3. schmidt and lee

4. speed-accuracy trade-off .fitts

5. tadruo

6. movement time

7. selan et al

عمل آمد. این نرم افزار، در محیط ویندوز طراحی شده که قابلیت ارائه‌ی اهداف به شکل مربع و دایره و خط را دارد. فاصله‌ی بین اهداف قابل تغییر است، که فاصله‌ی دهی با دقتی در سطح میلی متر است. حرکت نیز براساس خواست محقق در جهات عمودی، افقی و مورب امکان تنظیم دارد. داده‌ها بوسیله‌ی قلم نوری و پد به نرم افزار داده می‌شود. نرم افزار تعداد حرکات صحیح و خطا در طول ضربه به دو هدف، تعداد ضربات صحیح و خطا به یک هدف، زمان انجام یک حرکت، میانگین زمانی حرکت فرد، خطای زمان بندی، خطای متغیر را نمایش می‌دهد. لازم به ذکر است که ضرب آهنگ پاسخ دهی آزمودنی‌ها قابل تغییر بود و آزمودنی‌ها با ضرب آهنگ‌های آهسته و سریع به اشکال دو و سه هدفه جهت تعیین سطوح مختلف دشواری پاسخ می‌دادند و در نهایت پاسخ‌ها به صورت خودکار توسط نرم افزار مربوطه ثبت شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها ابتدا با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک نرمال بودن توزیع‌ها بررسی، و سپس از آزمون آنوای مکرر و t همبسته جهت تاثیر سطوح مختلف خستگی بر نمرات دقت - سرعت آزمودنی‌ها با شاخص‌های دشواری مختلف استفاده شد همچنین جهت تعیین دقیق اختلاف بلوک‌ها از آزمون تعقیبی LSD استفاده شد. برای محاسبات از نرم‌افزار آماری spss نسخه 21 استفاده شد.

یافته‌ها

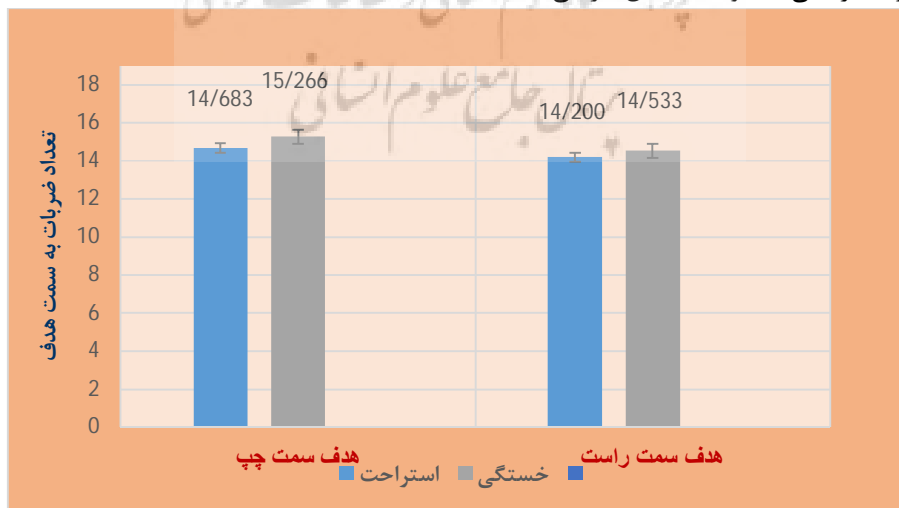
نتایج حاصل از آزمون t همبسته نشان داد خستگی بر تعداد ضربات به هدف سمت راست ($t=-0/553, P=0/589$)، و هدف سمت چپ ($t=-0/590, P=0/565$) در مبادله سرعت-دقت در سطح دشواری دو هدفه با ضرب آهنگ تند، همچنین بر تعداد ضربات به سمت هدف راست ($t=-1/694, P=0/112$) و هدف چپ ($t=-1/582, P=0/136$) در مبادله سرعت-دقت در سطح دشواری دو هدفه با ضرب آهنگ آهسته تاثیر ندارد.

ورزشی افراد بشمار می‌رود بنابراین با توجه به آنچه گفته شد در تحقیق حاضر به بررسی نقش خستگی بر مبادله سرعت-دقت با سطح دشواری مختلف پرداخته شد تا مشخص گردد خستگی چه میزان و بیشتر کدام سطح دشواری تکلیف را تحت تاثیر خود قرار می‌دهد.

روش شناسی

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی می‌باشد. این پژوهش با توجه به هدف از نوع پژوهش‌های کاربردی است، که در آن به بررسی اثر خستگی بر مبادله سرعت-دقت در شاخص دشواری‌های مختلف در دختران کاراته کار پرداخته می‌شود. جامعه آماری شامل ورزشکاران زن رشته کاراته شهر اهواز با دامنه سنی 13 تا 17 سال می‌باشد که با توجه به حجم وسیع جامعه برای انتخاب نمونه از روش نمونه‌های در دسترس استفاده شد که در نهایت تعداد 15 نفر انتخاب و با اجرای آزمون‌های مورد بررسی در پژوهش شرکت کردند.

روش اجرای بدین صورت بود که ابتدا از شرکت کنندگان آزمون مبادله سرعت-دقت با شاخص دشواری‌های مختلف در شرایط بدون خستگی گرفته شد سپس برای اعمال خستگی از پروتکل تغییر یافته آستراند استفاده شد. بدین صورت که پس از ارائه توضیحات مناسب، از هر آزمودنی خواسته شد که برای گرم کردن به مدت 3 دقیقه بر روی تردمیل با سرعت 2 مایل بر ساعت (3/28 km/h) و شیب 0% راه برود. در پایان این 3 دقیقه گرم کردن برای 3 دقیقه سرعت تا میزان 5 مایل بر ساعت (8/2 km/h) با شیب 0% افزایش یافت. پس از 3 دقیقه دویدن با شیب 0%، شیب هر 2 دقیقه به میزان 2/5٪ افزایش یافت تا زمانی که پروتکل خستگی و واماندگی به پایان رسید یعنی زمانی که فرد دیگر قادر به ادامه پروتکل نبود. در این حالت دوباره از شرکت کنندگان آزمون مبادله سرعت دقت با استفاده از نرم افزار که توسط مهندسين رشته ریاضی به خواست محقق طراحی شد به



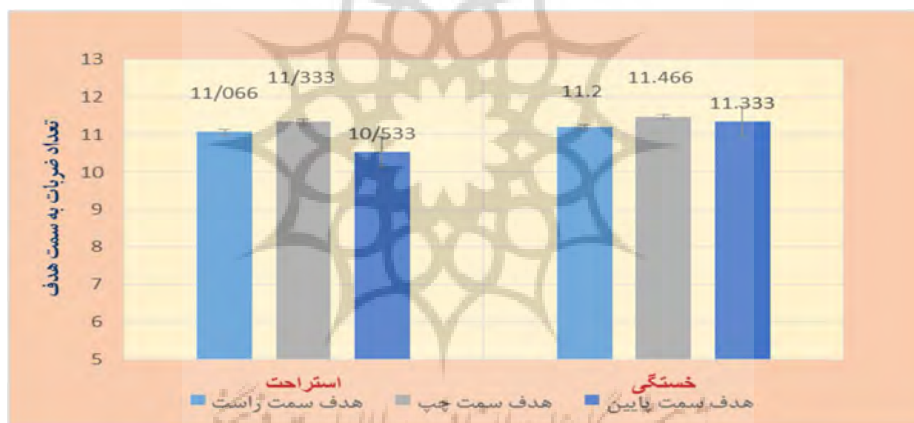
نمودار 1. تعداد ضربات به سمت اهداف راست و چپ، در شرایط استراحت و خستگی با ضرب آهنگ تند



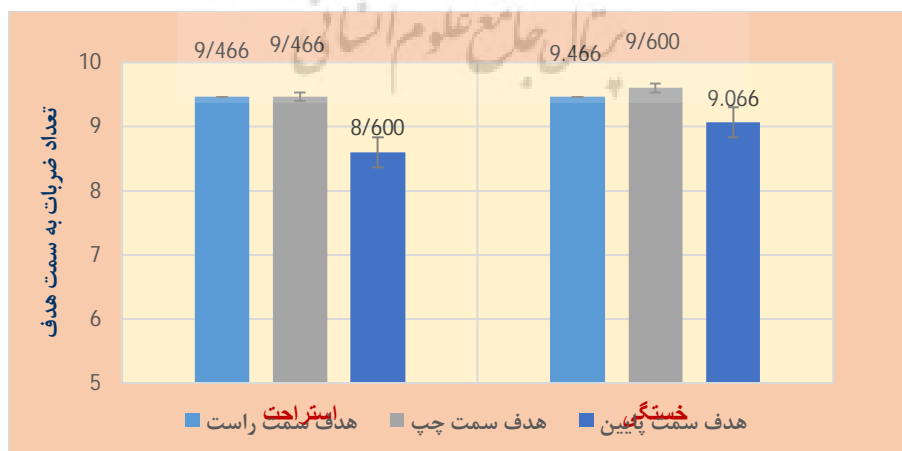
نمودار 2. تعداد ضربات به سمت اهداف راست و چپ، در شرایط استراحت و خستگی با ضرب آهنگ آهسته

تاثیر دارد ($t=-2/449$ ، $P=0/028$). بعلاوه آزمون t وابسته برای مقایسه بین تعداد ضربات به سمت هدف پایین در شرایط استراحت و خستگی نشان می‌دهد که خستگی بر تعداد ضربات به سمت هدف پایین، در مبادله سرعت - دقت در سطح دشواری سه هدفه با ضرب آهنگ تند تاثیر دارد ($t=-3/284$ ، $P=0/011$).

نتایج آزمون t وابسته نشان داد خستگی بر تعداد ضربات به سمت هدف راست ($t=-0/521$ ، $P=0/610$) و هدف چپ ($t=-0/487$ ، $P=0/634$) در مبادله سرعت - دقت در سطح دشواری سه هدفه با ضرب آهنگ آهسته تاثیر ندارد. اما اثر خستگی بر تعداد ضربات به سمت هدف پایین، در مبادله سرعت - دقت در سطح دشواری سه هدفه با ضرب آهنگ آهسته



نمودار 3. تعداد ضربات به سمت هدف در مبادله سرعت - دقت در سطح دشواری سه هدفه با ضرب آهنگ آهسته



نمودار 4. تعداد ضربات به سمت هدف در مبادله سرعت - دقت در سطح دشواری سه هدفه با ضرب آهنگ تند

جدول 1. نتایج تحلیل واریانس درون گروهی با اندازه گیریهای تکراری برای مقایسه پهنای موثر هدف (We) در سطح دشواری متفاوت

گروه	منبع	مجموع مجزورات	درجه آزادی	مربع میانگین	f	سطح معنی داری
استراحت	عامل	113/123	2	56/561	2/500	0/100
	خطا	633/434	28	22/623		
خستگی	عامل	210/142	1/194	176/056	3/135	0/089
	خطا	938/326	16/711	56/152		

باتوجه به نتایج حاصل از جدول در پهنای موثر هدف (We) در سطح دشواری متفاوت (راست، چپ، پایین) در شرایط استراحت، بین اهداف سمت راست، چپ و پایین تفاوت وجود ندارد (P=0/100، f=2/500). اما در شرایط خستگی، بین اهداف سمت راست، چپ و پایین تفاوت وجود دارد (P=0/089، f=3/135). نتایج آزمون پیگردی LSD و آمار توصیفی در اهداف سمت راست، چپ و پایین در شرایط استراحت و خستگی در جداول زیر آمده است.

جدول 2. نتایج آمار توصیفی پهنای موثر هدف (We) در سطح دشواری متفاوت در اهداف راست، چپ و پایین

میانگین	انحراف استاندارد	هدف	گروه
13/470	7/084	هدف راست	استراحت
10/371	3/906	هدف چپ	
13/947	5/325	هدف پایین	
15/829	9/785	هدف راست	خستگی
10/561	2/906	هدف چپ	
13/641	4/232	هدف پایین	

جدول 3. آزمون پیگردی LSD برای مقایسه پهنای موثر هدف (We) در سطح دشواری متفاوت در اهداف راست، چپ و پایین

هدف راست	هدف چپ	هدف پایین	گروه
0/122			استراحت
0/804	0/022		
0/066			خستگی
0/369	0/006		

هدف (We) در سطح دشواری دو هدفه با ضرب آهنگ آهسته در شرایط استراحت، بین اهداف سمت راست، چپ و پایین تفاوتی مشاهده نشد اما در شرایط شاخص دشواری سه هدفه با ضرب آهنگ تند خستگی تاثیر معناداری بر عملکرد آزمودنی ها داشت. یافته های این بخش از مطالعه با نتایج مطالعات کوان و همکاران (2013) و مینسدرا و همکاران (2011) که در مطالعات خود نشان دادند در اجرای تکالیف هدف زنی شاخص های دشواری متفاوت تاثیرات متفاوتی بر عملکرد آزمودنی ها دارد همخوان است. علاوه بر این نتایج تحقیق کواکس¹ (2009) تاییدی بر یافته های پژوهش حاضر می باشد. با بررسی نتایج مطالعه آنها مشخص شد که با وجود تغییرات در اندازه و فاصله اهداف متفاوت آزمودنی ها

آزمونهای پیگردی نشان می دهد که هم در شرایط استراحت و هم در شرایط خستگی بین پهنای موثر هدف (We) در سطح دشواری سه هدفه با ضرب آهنگ تند در هدف سمت چپ و هدف پایین تفاوت معناداری وجود دارد (به ترتیب $p=0/022$ و $p=0/006$).

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که در شرایط ضرب آهنگ تند و آهسته با شاخص دشواری سه هدفه خستگی تاثیر معناداری بر عملکرد آزمودنی ها داشت اما در شرایط با شاخص دشواری دو هدفه تاثیر معناداری مشاهده نشد. علاوه بر این در پهنای موثر

نمرات متفاوتی در شرایط استراحت و خستگی کسب کردند و اختلاف بین نمرات آنها معنادار بود. همچنین نتایج این بخش از مطالعه با نتایج هکر (1977) و فیتز (1954) که در آن تغییرات در عرض و فاصله بعنوان عامل تعیین کننده در زمان و عملکرد بود همخوان است.

طبق معادله فیتز، دشواری حرکت ترکیبی است از مسافتی که اندام طی می کند و پهنای هدف مورد نظر. علاوه بر این هکر در سال (1974) اشاره کرد که شکل یک حرکت، تنها عامل تعیین کننده زمان حرکت نیست. او پیشنهاد کرد که می توان نسبت بین فاصله و عرض هدف حرکت را بررسی نمود و از آن به عنوان یک ماهیت اساسی و مهمی در کنترل حرکتی و انتقال یادگیری نام برد. این مطلب امروزه با مفهوم شاخص دشواری (ID) مورد مطالعه قرار می گیرد. احتمال می رود در اثر ایجاد برنامه حرکتی خاص برای مهارت ویژه، نوعی نسبت بین فاصله و عرض هدف در ذهن ایجاد می شود که ارتباط مستقیمی با شاخص دشواری قانون فیتز دارد. همانطور که در بخش یافته های تحقیق بیان شد در ضرب آهنگ تند با شاخص دشواری سه هدفه در شرایط خستگی و استراحت تاثیر معناداری در عملکرد آزمودنی ها مشاهده شد اما در ضرب آهنگ آهسته در شاخص های دشواری دو هدفه و سه هدفه تفاوتی بین نمرات آزمودنی ها مشاهده نشد. مطابق قانون فیتز کاهش سرعت حرکت، اجرای یک حرکت دقیق را ممکن می سازد، به عبارت دیگر بین سرعت و دقت مبادله ای صورت می گیرد. بنابراین افزایش سرعت منجر به افزایش شاخص دشواری می گردد کوتاهترین زمان حرکت مربوط به شرایطی با کمترین نسبت بین دامنه هدف و پهنای هدف می باشد. شاخص دشواری یک عنصر کلیدی در کنترل حرکتی است و یک عامل مهم در بازنمایی مشترک ادراک و عمل است، که بر روی کنترل ساختار و عملکرد تاثیر می گذارد. با توجه به نتایج پژوهش حاضر مشخص می شود که اجرای عملکرد در شاخص های دشواری مختلف متفاوت می باشد، به نظر می رسد این عامل منجر به تفاوت عملکرد آزمودنی ها در شرایط تکلیف شده است این بخش از یافته ها با نتایج مطالعات رضائی (1392)، سالمین و همکاران (2013)، کاواس و همکاران (2008)، مکزی (2008)، که در مطالعات خود نشان دادند هنگامی که تاکید بر سرعت است نمرات دقت کاهش می یابد به عبارتی با افزایش شاخص دشواری عملکرد تحت تاثیر قرار می گیرد همخوان است.

مطابق قانون فیتز افزایش در شاخص دشواری منجر به کاهش سرعت و دقت در حرکات آزمودنی ها می شود و هنگامی که ID افزایش می یابد زمان حرکت به طور خطی بالا می رود با توجه به اینکه در بعضی حرکات با افزایش دامنه حرکت زمان حرکت ثابت می ماند و فرد سرعت را در تبادل با دقت قرار می دهد و انجام این تبادل طوری است که میزان پردازش اطلاعات ثابت بماند همچنین میزان تغییر پذیری و نوسانات عضلانی (نوفه) در حرکات با پهنای هدفهای متفاوت بیشتر است و سیستم عصبی مرکزی

احتمالا به استراتژی بهینه حسی- حرکتی برای ایجاد عملکردهای پرهزینه تکیه می کند (لیو و تودوارد، 2007). علاوه بر این در شرایط خاص خستگی می تواند یک متغیر تاثیر گذار بر اجرای آزمودنی ها باشد. خستگی نیز عامل دیگری است که بر اجرا تاثیر دارد و اگر هر یک از سیستم های حسی بینایی، دهلیزی و حسی پیکری، به علت خستگی موضعی (محیطی) اطلاعات نادرستی را انتقال دهند و یا سیستم اعصاب مرکزی به علت خستگی عمومی (مرکزی) مختل شود و اعمال جبرانی نیز کافی نباشد، عملکرد بر هم می ریزد (خانا، 2008). در حقیقت خستگی از جمله عواملی است که فعالیت مداوم در حین ورزش را محدود کرده و اغلب با انجام حرکات ناماهرانه، همراه بوده و سریعاً باعث کاهش در توانایی اعمال نیروی عضلانی و در نتیجه باعث اختلال در کارایی عضلانی، مهارت و عملکرد فرد می شود (خانا، 2008). خستگی یکی از مهمترین عوامل محدود کننده تمرین مداوم در ورزش است. که اغلب همراه با افزایش حرکات ناماهرانه می باشد. تاثیر فوری خستگی، کاهش در توانایی اعمال نیروی عضلانی است. که این کاهش توانایی می تواند کارایی عضله، مهارت و عملکرد را دچار اشکال نماید. همچنین خسته کردن یک عضله، سیستم بازخوردی عصبی- عضلانی مفصل را مهار می کند. کنترل حرکتی به مکانیسم های آوران حسی و حس عمقی مانند گیرنده های گلژی، دوک و گیرنده های مفصلی وابسته است. همچنین خستگی باعث بی حس شدن دوک های عضلانی می شود و این به کاهش پاسخ عضلانی وبران و کاهش توانایی می انجامد. بهبود عملکرد به کاهش یا تاخیر در آغاز شدن خستگی مربوط می شود. همانطور که در بخش یافته ها بیان شد خستگی بر میانگین وقفه در شاخص دشواری سه هدفه سمت چپ، در سطح دشواری سه هدفه با ضرب آهنگ آهسته تاثیر دارد. همچنین در پهنای موثر هدف (We) در سطح دشواری سه هدفه با ضرب آهنگ آهسته در شرایط خستگی، بین اهداف سمت راست، چپ و پایین تفاوت وجود داشت. می توان گفت هنگامی که شاخص دشواری در سطح بالاتری باشد دقت ضربات کاهش می یابد خستگی نیز می تواند به عنوان یک شاخص تاثیر گذار باشد و دقت حرکت را تحت تاثیر قرار دهد این بخش از مطالعه با نتایج مطالعات کالینگ (2007)، کاواس (2008)، ماکنیز (2008)، کوین (2007)، که در مطالعات خود نشان دادند افزایش شاخص دشواری اجرای آزمودنی ها را هنگامی تاکید بر دقت بود تحت تاثیر قرار می دهد همخوان است. به طور کلی می توان گفت مدل خطی ساده که به وسیله فیتز پیشنهاد شد برای درک اصول کلی و اساسی در ارتباط پیچیده بین محدودیت های محیطی و کینماتیک حرکت کمک زیادی می کند. یک جنبه اصلی در این خصوص، شاخص دشواری است که حجم اطلاعاتی را که برای اطمینان از پایان دقیق حرکت بر روی یک هدف با عرض و فاصله ثابت و یا متغیر نیاز است را اندازه می گیرد. نسبت عرض و فاصله که عامل مشهودی در زمان حرکت است می تواند عامل تعیین

- Gesetzes der konstanten Figurzeit [Accuracy constraints and required duration for guided. Hoffmann, E.R., 1992, Fitts law wit transmission dely. Ergonomics 35-37-48.
- Hoffmann, E.R., 1996, the use of transported mass and constant force on time for ballistic and visually controlled movement. 38-951-970.
- Kovacs, A.J., Shea, Buchanan, Perceptual influences on Fitts' law, Springer-Verlag, 2008, 190, 99-103.
- MISSENERD* AND L. FERNANDEZ (2011) MOVING FASTER WHILE PRESERVING ACCURACY: Neuroscience 197 (2011) 233-241.
- Magil, R. (2011). Moto learning :concepts and applications. Boston, MA: mcgraw-hill
- Mackenzie, I.S., fits law as a research and desing tool in human- computer interaction, human- computer interaction, 7,1992, 91-139.
- Meyer DE, Abrams RA, Kornblum S, Wright CE, Smith JEK. Optimality in human motor performance: Ideal control of rapid aimed movements. Psychological Review. 1988; 95:340-370. [PubMed: 3406245].
- Palmer J, Huk AC, Shadlen MN. The effect of stimulus strength on the speed and accuracy of a perceptual decision. Journal of Vision. 2005:376-404. [PubMed: 16097871].
- Schmidt, R.A, and Lee, T.D. (2005). Motor control and learning: A behavioral empgsis (3 rd ed). Champaign, IT: human kinetics.
- Sleimen-Malkoun (2013) Age-related changes of movement patterns in discrete Fitts' task: <http://www.biomedcentral.com/1471-2202/14/145>.
- Schmidt R A. Motor schema theory after 27 years: Reflections and implications for a new theory. Res Q Exercise Sport. 2003;74(4):75-366.
- Sherwood D E, Lee T D. Schema theory: Critical review and implications for the role of cognition in a new theory of motor learning. Res Q Exercise Sport. 2003;74(4):82-376.
- Saunders JA, Knill DC. Humans use continuous visual feedback from the hand to control both the direction and distance of pointing movements. Experimental Brain Research. 2005; 162:458-473.
- Snyder LH, Calton JL, Dickinson AR, Lawrence BM. Eye-hand coordination: saccades are faster when accompanied by a coordinated arm movement. Journal of Neurophysiology. 2002; 87:2279-2286. [PubMed: 11976367].
- Viviani P, Schneider R. A developmental study of the relationship between geometry and kinematics in drawing movements. J Exp Psychol: Human Perception and Performance. 1991;17(1):198.
- Wong J, Wilson ET, Malfait N, Gribble PL (2009) Limb stiffness is modulated with spatial accuracy requirements during movement in the absence of destabilizing forces. J Neurophysiol 101:1542-1549

کننده در یادگیری حرکتی باشد. همانطور که در بخش یافته ها مشخص شد جنبه های زمانی مهارت، در نتیجه رشد الگوی نسبی اجراکننده تغییر می کند و این تغییرات در جهت افزایش و یا کاهش زمان کلی ایجاد خواهد شد. به عبارت دیگر، محدودیت های که قانون فیتز نشأت می گیرد ممکن است سبب القای ماهیت های اساسی در رشد مهارت و افزایش یادگیری گردد، در نتیجه شاخص دشواری می تواند یک ماهیت حیاتی در کنترل حرکتی باشد.

منابع

- طاهری، حمیدرضا و همکاران: تاثیر دست کاری فاصله و عرض هدف بر یادگیری مهارت پرتاب بسکتبال با تاکید بر شاخص دشواری 1393: نشریه رفتار حرکتی، شماره 19.
- مهديه رضایی. تاثیر شاخص های دشواری بر میزان دقت و سرعت ضربه ی فورهند تاپ اسپین بازیکنان ماهر تنیس روی میز: پایان نامه کارشناسی ارشد: دانشگاه کرمان 1392
- Abrams RA, Meyer DE, Kornblum S. Speed and accuracy of saccadic eye movements: Characteristics of impulse variability in the oculomotor system. Journal of Experimental Psychology: Human perception and Performance. 1989; 15:529-543. [PubMed: 2527960].
- Andres, R, O., Hartung, K.j., 1989. Prediction of heard movement time using fits law. Hum. Factors 31,703-713.
- Frak V, Paulignan Y, Jeannerod M (2001) Orientation of the opposition axis in mentally simulated grasping. Exp Brain Res 136:120-127.
- Buchanan, J.J., & Horak, F.B. (2003). Voluntary control of postural equilibrium patterns. Behavioural Brain Research, 143:121-140.
- Bairda, Kevin M, The effects of probe length on Fitts' law, Applied Ergonomics, 2002, 33, 9-14.
- COLING, DRURY & ERROL R, HOFFMANN, A model for movement time on data-entry keyboards, Ergonomics, 2007, 35, 2, 129-147.
- Kovacs, A.J, Shea, Buchanan, Perceptual influences on Fitts' law, Springer-Verlag, 2008, 190, 99-103.
- Edwards, W.H. (2011). Motor learning and control; from theory to practice. Yolanda cossio. Le.
- Fitts, P., m., 1954 the informiton capcity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. j. exp. Psychol. 47, 381-391.
- Heuer, Herbert. "Invariant relative timing in motor-program theory." Advances in psychology 81 (1991): 37-68.
- Hacker, W. (1974). Anforderungen an Regulation und Zeitbedarf bei geführten Bewegungen: Zur Gültigkeit des Derwort—Von Weizsacker'schen

ارجاع: رستمی بهاره، اثر خستگی بر مبادله سرعت- دقت در شاخص های دشواری مختلف، مجله علوم حرکتی و رفتاری، دوره 3، شماره 2، تابستان 1399، صفحات 159-166.