

Effect of Central and Peripheral Fatigue on Throwing Accuracy and Velocity in Handball

A. Izadi¹, Sh. Tahmasebi Boroujeni², and M. Doosti³

1. M.A student in motor learning and control, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran

2. Associate Professor, Motor Behavior and Sport Psychology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran (Corresponding Author)

3. Ph. D student in motor learning, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 05
Jun 2019

Accepted: 13
Nov 2019

Keywords:
Mental
fatigue,
accuracy,
physical
fatigue,
velocity,
flicker fusion

Abstract

Fatigue is one of the factors affecting the performance of athletes. By understanding the consequences and impact of fatigue on the performance of individuals, certain considerations can be taken into account to prevent it during exercises. Therefore, knowing what an athlete goes through while experiencing central and peripheral fatigue can be the key to success for coaches. Thus, the present study aims to determine the effect of central and peripheral fatigue on throwing accuracy and velocity of handball players. To this purpose, 16 female players of University of Tehran Handball team (with the average age of 23 ± 4) were selected to participate in the study. Giving their informed consent and filling the Edinburgh Handedness Inventory questionnaire, participants took throwing accuracy and velocity pre-test for 11 times consecutively. Thereafter, they were assigned into two groups randomly: central fatigue group and peripheral fatigue group. Two-hour high-intensity physical exercise was used for the peripheral fatigue group and Stroop task was used for central fatigue group to induce mental fatigue. After the given intervention, post-test was conducted similar to the pre-test. Results of 2×2 compound variance of velocity variable indicated that main effect of test ($P = 0.021$) and interaction effect between group and test ($P = 0.01$) were significant. However, main effect of group ($P = 0.19$) was non-significant.

1. Email: Arezoo.izadi@ut.ac.ir

2. Email: shahzadtahmaseb@ut.ac.ir

3. Email: m.doosti@ut.ac.ir

Independent t-test results revealed that there is a significant difference between throwing velocity of the two groups ($P = 0.024$) in post-test, and peripheral fatigue group showed lesser velocity rate compared to central fatigue group. Nonetheless, regarding accuracy variable, no significance was found in the main effect of group ($P = 0.24$) and interaction effect between test and group ($P = 0.42$). Therefore, according to dynamic systems theory, peripheral fatigue has a negative impact on external features of movement, and it is as a result of reduced capacity of effectors; however, central fatigue fails to affect kinetic parameter (velocity).

Extended Abstract

Objective

One of the factors affecting the performance of athletes is fatigue, which can be examined in both central and peripheral dimensions. Peripheral and central fatigue can be created in competitions and exercises, which in any case leads to a decrease in coordination and an increase in error (1). Among sports, handball is one of the most popular sports in the world. Players in this sport have special needs depending on position of the game (2). In recent years, the effects of fatigue on the performance and physiological parameters of handball players have been studied (1, 2 & 3). However, there are very few studies that have considered peripheral and central fatigue at the same time in order to compare the simultaneous effects of them on athletes' performance. So, the purpose of this study was to investigate the effect of each type of fatigue on tasks with special needs for velocity and accuracy in handball shooting skills.

Instruments and Data Collection

Sixteen handball players from the University of Tehran with a history of 7

years of play with an average age of 23 ± 4 , all of whom were right-handed, were selected by available sampling method and randomly divided into 2 groups (8 participants for each group). To measure central fatigue, a Flicker-fusion device and a visual analog scale with schematic representations in the range of 0 to 100 for peripheral fatigue were used. Shot velocity was measured using a hockey shot speedometer located in the middle of the handball gate, and shot accuracy was measured by the Zinn Team Skill Battery. The central fatigue group participated in the pre-test on the first day after 5 minutes of general warm-up. In pretest, participants performed a total of 10 shots (five static shots and five jumping shots) from behind the 9-meter area to determine the accuracy, and then 3 static shots from behind the 6-meter area to determine the velocity. 48 hours later, while the participants were fasting, by doing of 20 minutes of Stroop test, developed mental fatigue and the absence of physical fatigue of the participants was controlled using the visual analog scale. After Stroop test, mental fatigue was measured

using Flicker-fusion and after confirmation of mental fatigue by analog visual scale, post-test shot velocity and accuracy were taken similar to the pre-test. In the peripheral fatigue group, the pretest of velocity and accuracy of the handball shot was performed similar to the central fatigue group. On the second day, after 2 hours of high-pressure handball training and confirmation of peripheral fatigue using a visual analog scale, the post-test of velocity and accuracy of the shot were measured.

Results

The results of analysis of variance with repeated measures in the variable of velocity shot showed that the main effect of the test ($F_{(1, 14)} = 6.75, P = 0.021, \eta^{2p} = 0.32$) was significant and according to the means, the velocity in the post-test (48.93) compared to the pre-test (51/50) has decreased. Also, the interaction effect of the test and the group ($F_{(1, 14)} = 69.03, P = 0.01, \eta^{2p} = 0.38$) was significant. But no significant

difference was observed between the groups ($F_{(1, 14)} = 1.88, P = 0.19, \eta^{2p} = 0.11$). The results of independent t-test in the velocity variable did not show a significant difference between the groups in pretest ($t_{(14)} = 0.001, P = 0.36$). However, there was a significant difference between groups in the post-test ($t_{(14)} = -2.75, P = 0.024$) and the velocity of the peripheral fatigue group (46 ± 1.77) in the post-test was lower compared to the central fatigue group (51.87 ± 5.76). Also, the results of analysis of variance test with repeated measures in the shot accuracy variable showed that the main effect of the test ($F_{(1, 14)} = 5.07, P = 0.04, \eta^{2p} = 0.26$) was significant and the accuracy in Post-test (12 ± 1.21) showed a significant decrease compared to the pre-test (15.12 ± 1.16). However, the interaction effect of the test and the group ($F_{(1, 14)} = 69.03, P = 0.43, \eta^{2p} = 0.04$) and the main effect of the group ($F_{(1, 14)} = 0.94, P = 0.34, \eta^{2p} = 0.06$) was not significant in the shot accuracy variable (Figure 1).

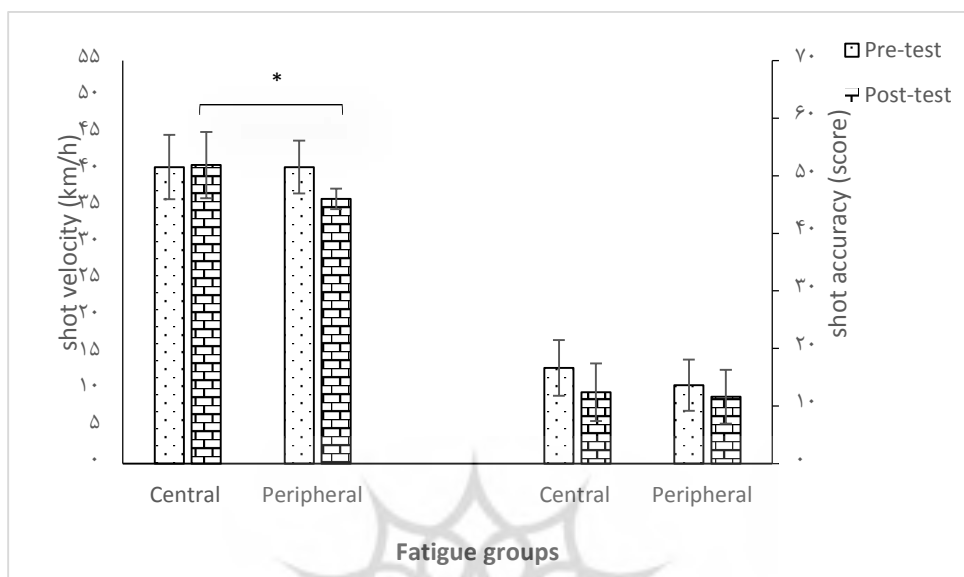


Figure 1: The Mean velocity and accuracy Of shot for each group: * = $P \leq 0.05$

Conclusion

Peripheral fatigue seems to affect larger muscle units more quickly. Therefore, the shooting velocity is more affected by peripheral fatigue due to the need for maximum power and the use of larger muscle units.; On the other hand, central fatigue limits athletic performance through increased perception of effort rather than cardiorespiratory and muscular mechanisms; Therefore, velocity has not been affected in mental fatigue. The results regarding central fatigue also indicate that studies on the effect of mental fatigue should be considered following a continuous attention-grabbing task that involves working memory involvement and inhibition of response for at least 30 minutes (4). Also, the main mechanism influencing mental fatigue is more perceived effort,

which may affect performance in different ways. Maintaining the desire to do the task well while creating fatigue, by increasing the importance of the task and providing feedback can be important in reducing performance due to fatigue. It is suggested that the psychological mechanisms resulting from peripheral fatigue be considered in future research. Finally, according to the theory of dynamic systems, it can be said that peripheral fatigue has a negative effect on the external characteristics of movement and is affected by a decrease in the capacity of the effectors, but central fatigue does not affect the parameter of movement (velocity).

Key words: Mental Fatigue, Accuracy, Physical Fatigue, Velocity, Flicker Fusion

مقاله پژوهشی

تأثیر خستگی مرکزی و محیطی بر سرعت و دقت شوت هندبال

آرزو ایزدی^۱، شهزاد طهماسبی بروجنی^۲، و معصومه دوستی^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد یادگیری و کنترل حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران
۲. دانشیار، گروه رفتار حرکتی و روان‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران (نویسنده مسئول)
۳. دانشجوی دکتری یادگیری حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران

چکیده

یکی از عوامل مؤثر بر عملکرد ورزشکاران خستگی است. با اطلاع از پیامدهای خستگی بر عملکرد افراد، می‌توان برای پیشگیری از آن در تمرینات ملاحظات ویژه‌ای در نظر گرفت. بنابراین دانستن این‌که در هنگام بروز خستگی مرکزی و محیطی، ورزشکار تحت چه شرایطی قرار می‌گیرد، می‌تواند کلید موفقیت هر مربی باشد. لذا، هدف از پژوهش حاضر تعیین تأثیر خستگی مرکزی و محیطی بر سرعت و دقت شوت بازیکنان هندبال بود. بدین منظور ۱۶ بازیکن دختر تیم هندبال دانشگاه تهران (با میانگین سنی 23 ± 4) در پژوهش حاضر شرکت داشتند. پس از کسب رضایت آگاهانه و تکمیل پرسش‌نامه دست برتری ادینبورگ، پیش‌آزمون سرعت و دقت شوت هندبال زمین در ۱۱ کوشش متوالی از شرکت‌کنندگان گرفته شد. سپس به طور تصادفی به دو گروه خستگی مرکزی و محیطی تقسیم شدند. گروه خستگی محیطی تحت دو ساعت تمرین پرفشار بدنی و گروه خستگی مرکزی به وسیله آزمون استروپ تحت خستگی ذهنی قرار گرفتند. پس از اعمال مداخله مورد نظر پس‌آزمون مشابه پیش‌آزمون گرفته شد. نتایج آزمون تحلیل واریانس مرکب ۲ در ۲، در متغیر سرعت نشان داد اثر اصلی آزمون ($P=0/021$) و اثر تعاملی آزمون و گروه ($P=0/01$) معنادار بود؛ ولی اثر اصلی گروه معنادار نبود ($P=0/19$). نتایج تی مستقل نشان داد بین سرعت شوت دو گروه در پس‌آزمون تفاوت معناداری وجود داشت ($P=0/024$) و سرعت گروه خستگی محیطی کمتر از خستگی مرکزی بود. با این حال در متغیر دقت هیچ یک از اثرات اصلی گروه ($P=0/24$) و تعاملی آزمون و گروه ($P=0/42$) معنادار نبود. بنابراین طبق نظریه سیستم‌های پویا خستگی محیطی تأثیر منفی بر ویژگی‌های بیرونی حرکت می‌گذارد و متأثر از کاهش ظرفیت اندام‌های مجری است ولی خستگی مرکزی بر پارامتر حرکت (سرعت) اثر گذار نیست.

تاریخ دریافت:

۱۳۹۸/۰۳/۱۵

تاریخ پذیرش:

۱۳۹۸/۰۸/۲۲

واژگان کلیدی:

خستگی ذهنی،

دقت، خستگی

جسمی، سرعت،

فلیکرفیوژن

مقدمه

خستگی پدیده‌ای پیچیده، چند وجهی و چند عاملی است که بروز آن در رشته‌های مختلف ورزشی به علل متفاوتی بستگی دارد. خستگی فقط به دلیل تمام شدن ذخایر انرژی بدن نیست بلکه ممکن است به دلیل فشارهای روانی، فشارهای ناشی از محیط، به هم خوردن هموستاز بدن و اختلال در سیستم عصبی مرکزی باشد. از دیدگاه فیزیولوژی خستگی به دو نوع خستگی مرکزی^۲ و محیطی^۳ اشاره دارد. خستگی مرکزی به دلیل فرآیندهای بالایی در سیناپس عصب-عضله رخ می‌دهد و خستگی محیطی به دلیل از دست رفتن نیروی انقباضی ناشی فرآیندهای سطح پایین‌تر رخ می‌دهد (نانو و همکاران، ۲۰۱۶^۴). خستگی محیطی و مرکزی ممکن است جدا یا بر حسب شرایط با هم اتفاق بیفتد (بالدینی و همکاران، ۱۹۸۷). با این حال، خستگی مرکزی بیشتر به عنوان حالتی روان‌شناختی تعریف می‌شود که به دلیل تحمل دوره‌ای که نیازمند فعالیت‌های شناختی است، ایجاد می‌گردد و با احساس خستگی و نبود انرژی خود را نشان می‌دهد (پنا و همکاران، ۲۰۱۸^۵). عواملی که می‌توانند در ایجاد خستگی مرکزی تأثیرگذار باشند عبارتند از مدت زمان فعالیت بدنی، استرس‌ها، مصرف دارو، بیماری، خواب

کم، مشکلات خانوادگی، کار شب. اغلب بیان شده است که ممکن است سیستم عصبی-مرکزی جایگاه خستگی مرکزی باشد (چافین، ۱۹۷۳^۶). پژوهش‌های پیشین نشان دادند خستگی مرکزی، موجب کاهش کارایی شناختی و رفتاری (بوکسیم و تاپز، ۲۰۰۸^۷؛ بوکسیم، مجمان و لوریست، ۲۰۰۵^۸؛ وندرلیندن و الینگ، ۲۰۰۶^۹) کاهش بازده انجام کار (ارقامی، قریشی، کمالی و فرهادی، ۲۰۱۳^{۱۰})، کاهش میزان درگیری نواحی مغزی مرتبط (لوب پیشانی) و افزایش تعداد خطا و افزایش زمان واکنش می‌شود. به طور کلی خستگی ذهنی می‌تواند پردازش اطلاعات، تصمیم‌گیری و در نهایت عملکرد را تخریب کند (پنا و همکاران، ۲۰۱۸^{۱۱}). همچنین پژوهشی در زمینه خستگی ذهنی مردان و زنان نشان داد که تفاوت معناداری بین آنها وجود ندارد (جیدری فرد و لواندر، ۲۰۱۹^{۱۲}). عواقب خستگی ذهنی ناشی از دو مفهوم مجزا است: ممکن است مانع انجام عمل به وسیله افزایش احساس خستگی "من نمی‌توانم انجام دهم، خسته‌ام" ایجاد شود یا با کاهش اهمیت موفقیت در تکلیف "من احساس خوبی از انجام دادن آن ندارم، ارزشش را ندارد" خود را نشان دهد (دانتزر، هیجینن، کاولارس و کاپرونل، ۲۰۱۳^{۱۳}). در همین راستا، فرضیه کاهش ذخایر انرژی برای اتمام عملکرد در نتیجه خستگی ذهنی رد شده است و پژوهش‌ها نشان داده اند خستگی ذهنی باید در راستای اختصاص منابع افراد در پاسخ به اهمیت ادراک شده تکلیف در حال انجام در نظر گرفته شود (گ و دارت، رولند و هاتینکا، ۲۰۱۸^{۱۴}).

-
1. Email: Arezoo.izadi@ut.ac.ir
 2. Email: shahzadtahmaseb@ut.ac.ir
 3. Email: m.doosti@ut.ac.ir
-

-
8. Boksem, Tops
 9. Boksem, Meijman, Lorist
 10. Van der Linden, Eling
 11. Jaydari Fard, Lavender
 12. Dantzer, Heijnen, Kavelaars, Capuron
 13. Godart, Roelands, Hettinga

-
1. Fatigue
 2. Central
 3. Circumferential
 4. Nunu
 5. Penna
 6. CNS
 7. Chaffin

خود را از دست داده و در تعامل با دیگر سیستم‌ها نمی‌تواند عملکرد خوبی را به نمایش بگذارد و این‌گونه خستگی محیطی باعث تخریب عملکرد می‌شود. همچنین، پژوهش‌ها در زمینه خستگی محیطی به اهمیت بازیابی ذخایر انرژی و ارتباط مستقیم خستگی فیزیکی و عملکرد فرد (رنگلن، راستاد و برگسن،^۶ ۲۰۰۶)، افزایش میزان آسیب دیدگی ورزشکاران هندبال در نتیجه خستگی محیطی (زیبس و همکاران،^۷ ۲۰۱۱) شده است و همچنین تأثیر خستگی بر تغییرات سرعت (عدم افزایش سرعت به واسطه خستگی) اشاره می‌کنند. در پژوهشی که همزمان تأثیر خستگی مرکزی و محیطی بر هماهنگی ورزشکاران بررسی شد، نتایج حاکی از آن بود که اثر منفی خستگی محیطی بر هماهنگی دو دستی ورزشکاران بیشتر از خستگی مرکزی بوده است. (ظهیری، شهبازی، کردی و کلخوران، ۲۰۱۷).

در میان رشته‌های ورزشی، هندبال یکی از رشته‌های پرطرفدار حال حاضر دنیا است. بازیکنان این رشته ورزشی نیازهای ویژه‌ای بر حسب موقعیت و پست بازی دارند (پنا و همکاران، ۲۰۱۸). در این رشته مهیج، قدرت و سرعت بازیکنان بسیار حائز اهمیت است، به گونه‌ای که در سطوح پیشرفته عموماً بازیکنان هندبال دارای بالاترین قدرت بدنی هستند. سرعت و دقت شوت بازیکنان این رشته از عوامل اصلی موفقیت آنان برای رسیدن به گل و پیروزی است. خستگی محیطی و مرکزی می‌تواند در مسابقه و تمرینات ایجاد شود که در هر صورت به کاهش هماهنگی و افزایش خطا می‌انجامد (نانو و همکاران، ۲۰۱۶). طی سال‌های اخیر، پژوهش‌های متعددی اثرات خستگی مرکزی و محیطی را به صورت اختصاصی روی این رشته ورزشی مورد

در مقاله مروری که در سال ۲۰۱۸ بین ۲۹ مقاله منتشر شده از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۸ در بررسی اثر خستگی ذهنی انجام شد، نتایج بیانگر این است که خستگی ذهنی باعث کاهش عملکرد در ورزش‌های با شدت پایین می‌شود و در ورزش‌های با شدت بالا تأثیر گذار نیست. همچنین بیان شده است این اثر منفی در نتیجه افزایش فشار ادراک شده است (پیچروکس و لیپر،^۱ ۲۰۱۸).

در سال ۱۹۸۴ نظریه‌ای توسط محققان دانشگاه کالمرز^۲ مطرح شد که عبارت بود از خستگی فیزیولوژیک با تغییرات عملکردی محل اتصال عصب به عضله (خستگی محیطی) یا تغییر عملکرد مغز و نخاع (خستگی سیستم عصبی مرکزی) به وجود می‌آید. از سوی دیگر، خستگی محیطی نیز عبارت است از زمانی که فرد به سطحی فراتر از حد فیزیولوژیک خود رسیده و با هشدار عدم توان برای ادامه فعالیت رو به رو شده است و ادامه آن فعالیت در چنین شرایطی، کاهش هماهنگی، تمرین زدگی، بازیابی ضعیف و کاهش برون‌ده توان عضلات را ایجاد کند (هیرامان، ۲۰۱۳). از رویکرد سیستم‌های پویا^۳ به این مفهوم اشاره می‌شود که سیستم‌های مختلف بدن مثل سیستم عضلانی، سیستم گوارشی، سیستم عصبی و... با یکدیگر همکاری کرده و با تأثیر از محیط، حرکتی را شکل می‌دهند. این نظریه به مفاهیمی مانند خودسازمانی، حالات جاذب، و... اشاره دارد (رزنام، ۲۰۰۹). بنابراین به نظر می‌رسد، خستگی محیطی از دیدگاه این نظریه می‌تواند در عملکرد فرد اثرگذار باشد. وقتی یکی از سیستم‌های بدن مانند سیستم اسکلتی-عضلانی با کاهش ذخایر انرژی خود رو به رو شده باشد و مفهوم خستگی محیطی در آن سیستم رخ داده باشد، کارایی

5. Rosenbaum
6. Ronglan, Raastad, Børghesen
7. Zebis

1. Pageaux, Lepers
2. Chalmers university
3. Hiranman
4. Dynamic system

حداد بعد از مدتی استراحت از بین می‌رود؛ در حالی که خستگی ذهنی در اثر زمان به وجود می‌آید و ممکن است به صورت مزمن خود را نشان دهد. در چنین شرایطی اقدامات جبرانی برای از بین بردن خستگی ذهنی به سختی تأثیر گذار است. انگیزش افراد در دستیابی به اهداف تمرینی به طور ملموس تحت تأثیر خستگی (به ویژه خستگی ذهنی) قرار می‌گیرد که همین امر موجب افت عملکرد ورزشکاران می‌گردد (گودارت و همکاران، ۲۰۱۸). لذا پیشگیری از ایجاد خستگی به خصوص خستگی ذهنی و آگاهی از اثرات هر یک از انواع خستگی در ورزش حرفه‌ای بسیار حائز اهمیت است (میزونو و همکاران، ۲۰۱۱). به علاوه، با بررسی انجام شده روی مطالعات پیشین خلأ در نظر گرفتن نیازهای تکلیف در بررسی اثرات انواع خستگی به چشم می‌خورد. مطالعات پیشین نشان داده‌اند زمانی که بازیکنان با تجربه در آزمون‌های اختصاصی رشته ورزشی تمرین می‌کنند، سیستم عصبی عضلانی مطابق الگوی شرایط مسابقه رفتار می‌کند، که این شرایط در تمرینات غیراختصاصی رخ نمی‌دهد (نانو و همکاران، ۲۰۱۶). عامل سرعت و دقت در پرتاب‌های شوت هندبال، در شرایط متفاوت از هم، اهمیت پیدا می‌کنند. شوت‌های پشت منطقه ۹ متر اصولاً جزء تمریناتی به شمار می‌رود که برای دقت شوت در تمرینات استفاده می‌شود و از طرفی، سرعت پرتاب‌های پشت منطقه ۶ متر، از اهمیت بیشتری در تمرینات و مسابقات برخوردار است.

بنابراین سؤال اصلی این تحقیق این است که انواع خستگی چه تأثیری بر سرعت و دقت شوت بازیکنان هندبال بر اساس نیازهای تکلیف می‌گذارد؟

بررسی قرار داده‌اند. نتایج تحقیقی در این زمینه نشان داد خستگی مرکزی موجب کاهش عملکرد در بازیکنان هندبال شد ولی اثری روی بازگشت ضربان قلب (HRR) نداشت (پنا و همکاران، ۲۰۱۸). همچنین نشان داده شد که وجود خستگی ذهنی روی قدرت درون‌گرا در عضلات دست بازیکنان هندبال هنگام شوت، اثر بیشتری نسبت به قدرت برون‌گرا می‌گذارد؛ اما روی سرعت توپ بازیکنان اثرگذار نیست (آندرد، کافکس، بندیتو سیلوا، سیلوا و لیرا، ۲۰۱۶). به علاوه، در پژوهشی روی بازیکنان هندبال نشان داده شد که هر دو متغیر سرعت و دقت پرتاب تحت تأثیر خستگی محیطی قرار می‌گیرند؛ با این حال عنوان شد این کاهش عملکرد، زمانی آغاز می‌شود که مقدار خستگی فیزیولوژیک زیاد و بسیار زیاد باشد (نانو و همکاران، ۲۰۱۶).

با در نظر گرفتن مطالعات انجام شده به نظر می‌رسد، تحقیقاتی که همزمان بعد خستگی محیطی و مرکزی را بررسی کند تا بتواند تأثیر همزمان این دو را بر عملکرد ورزشکاران دریابد، بسیار اندک است. این موضوع نیز در پژوهش‌هایی که در رشته هندبال انجام شده است، به چشم می‌خورد. تفاوت عوامل و تأثیرات ناشی از خستگی محیطی و مرکزی به دلیل مکانیزم متفاوت این دو نوع خستگی، برای مربیان و ورزشکاران جهت سازماندهی تمرینات حائز اهمیت است. در حالت خستگی محیطی الیاف عضلانی نیروی کمتری تولید می‌کنند، سرعت کوتاه شدن آن‌ها کمتر می‌شود و رابطه نیرو-سرعت تغییر پیدا می‌کند. بنابراین کاهش توان خروجی، بیشتر از کاهش نیرو است. همچنین خستگی الیاف وابسته به متابولیسم هوازی بسیار کندتر از الیاف بزرگ‌تر و تندتر است (گلهوفر، تاوبه و بونیلسن، ۲۰۱۵). از سویی، خستگی محیطی به عنوان خستگی

روش‌شناسی پژوهش

طرح تحقیق حاضر به صورت پیش‌آزمون - پس‌آزمون گروه‌های تصادفی بود و به روش نیمه‌تجربی انجام شد.

شرکت‌کنندگان

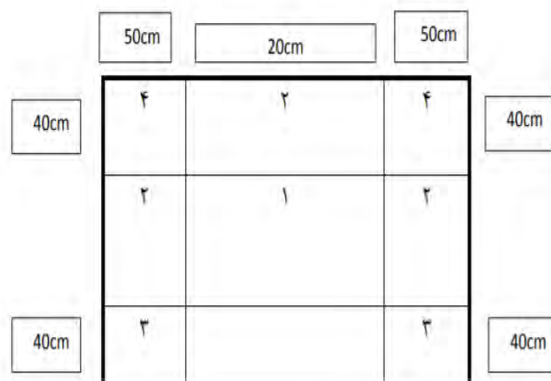
۱۶ شرکت‌کننده از میان کلیه بازیکنان هندبال دانشگاه تهران با سابقه هفت سال بازی هندبال با میانگین سنی 23 ± 4 که همگی راست دست بودند به صورت نمونه‌گیری در دسترس در این پژوهش حضور داشتند. شرکت‌کننده‌ها بر اساس اطلاعات پرسش‌نامه جمعیت‌شناختی که توسط افراد تکمیل شد، فاقد هر گونه مشکل اسکلتی-عضلانی تأثیرگذار بر پژوهش بودند.

ابزار

برای اندازه‌گیری سرعت شوت بازیکنان از یک دستگاه کانادایی سرعت سنج (دستگاه سرعت سنج شوت هاکی) استفاده شد که در نقطه وسط دروازه هندبال (فاصله دستگاه با هر تیرک دروازه یک و نیم متر بود) قرار داده شد. شرکت‌کنندگان باید به نقطه‌ای مشخص شده در بالای این دستگاه از خط شش متر به صورت ثابت شوت می‌کردند. در طول این تحقیق فاصله این دستگاه با دیوار پشتی تور دروازه ۲۰ سانتی‌متر بود و

همواره دستگاه در جای ثابتی قرار داشت. سرعت شوت آنها با دستگاه به این صورت اندازه‌گیری شد که در روی دیوار (وسط دروازه) نقطه‌ای قرمز رنگ (به ابعاد ۲۱ در ۳۰ سانتی متر) مشخص شد. زیر این نقطه دستگاه مربوطه نصب شد. بازیکنان می‌بایست شوت هندبال خود را با بیشترین توان خود و محکم به آن نقطه قرمز رنگ در وسط دروازه می‌زدند. به محض اصابت توپ به آن نقطه، دستگاه سرعت شوت فرد را روی نمایشگر خود نشان می‌داد. همچنین، به منظور سنجش میزان دقت شوت بازیکنان هندبال از آزمون شوت هندبال زین استفاده شد. این آزمون توانایی شوت و پاس در هندبال را به وسیله امتیازبندی می‌سنجید. بدین صورت که مطابق شکل یک دروازه به نه قسمت مجزا تقسیم شد. دو گوش بالا چهار امتیاز دو گوش پایین سه امتیاز، کناره‌های دروازه و بخش میانی‌بالا دو امتیاز، و بخش میانی دروازه یک امتیاز دارد. مجموع حداکثر امتیاز ۴۰ است. روایی این آزمون از ۸۲ تا ۸۹ گزارش شده است. همچنین پایایی این آزمون ۰.۸۳ گزارش شده است (هیرمان، ۲۰۱۲).

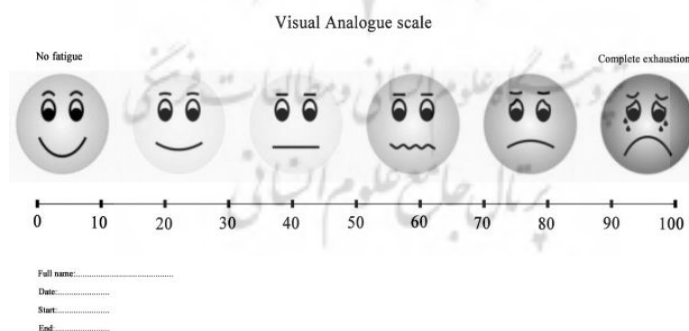
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۱- نحوه امتیازدهی دقت شوت هندبال در آزمون زین

احساس خستگی ذهنی هم‌بستگی وجود دارد (شانکار و پسودس، ۲۰۰۷). میزان خستگی محیطی نیز با استفاده از مقیاس قیاسی بینایی^۳ در فرد با صورتک‌های شماتیک بررسی شده است. این مقیاس میزان خستگی را در دامنه‌ای بین ۰ (بدون خستگی) تا ۱۰۰ (خستگی کامل) می‌سنجد (شکل ۲).

همچنین، میزان خستگی مرکزی افراد با دستگاه فلیکرفیوژن (مدل ۵۰۲ با شماره سریال ۹۳۰۰۶ ساخت کشور ژاپن) اندازه‌گیری شد که مطالعات با استفاده از دوز ۵ میلی‌گرم دیازپام (والیوم) نشان دادند بین تغییر فرکانس فلیکرفیوژن و



شکل ۲- مقیاس قیاسی بینایی خستگی

3. Shankar, Pesudovs
4. Visual analogue scales

1. Flicker-Fusion
2. Shunkar, Pesudovs

شیوه گردآوری داده‌ها

تمامی شرکت‌کنندگان پیش از اجرای تحقیق، فرم رضایت‌نامه، فرم اطلاعات فردی و پرسش‌نامه دست برتری ادینبورگ را تکمیل کردند. سپس شرکت‌کننده‌ها به صورت تصادفی ساده به دو گروه هشت نفره تقسیم شدند. شرکت‌کنندگان گروه خستگی مرکزی در روز اول، پس از ۵ دقیقه گرم کردن عمومی در پیش‌آزمون سرعت و دقت شوت شرکت کردند. بدین صورت که مجموع ۱۰ شوت (پنج شوت ثابت و پنج شوت در حال پرش) از پشت منطقه نه متر (که غالباً برای شوت زن‌ها در تمرینات به منظور افزایش دقت آنها و افزایش درصد گل زدن آنها به کار برده می‌شود) برای تعیین میزان دقت و سپس سه شوت به صورت ثابت از پشت منطقه شش متر (غالباً سرعت توپ زن‌ها از این منطقه از اهمیت زیادی برخوردار است) برای تعیین سرعت، اجرا کردند. در کوشش‌های سرعت بهترین سرعت شوت در بین سه کوشش به عنوان رکورد ثبت

گردید. ۴۸ ساعت بعد و در حالی که شرکت‌کنندگان روزه بودند (ظهیری و همکاران، ۲۰۱۷)، با استفاده از آزمون استروپ (به مدت ۲۰ دقیقه) در این افراد خستگی ذهنی ایجاد شد. با انجام کوشش‌ها در نوبت صبح، عدم وجود خستگی جسمی شرکت‌کنندگان با استفاده از مقیاس قیاسی بینایی کنترل گردید. بعد از انجام آزمون استروپ، خستگی ذهنی آنها با استفاده از فلیکرفیوژن اندازه‌گیری شد و پس از تأیید خستگی ذهنی با استفاده از مقیاس قیاسی بینایی خستگی شرکت‌کنندگان، پس‌آزمون سرعت و دقت شوت آنها مورد ارزیابی قرار گرفت. در گروه خستگی محیطی نیز ابتدا پیش‌آزمون سرعت و دقت شوت هندبال پس از پنج دقیقه گرم کردن، مشابه گروه خستگی مرکزی گرفته شد. در روز دوم پس از ۲ ساعت تمرین پرفشار هندبال با استفاده از مقیاس قیاسی بینایی و تأیید میزان خستگی محیطی آنها، پس‌آزمون سرعت و دقت شوت اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- اطلاعات توصیفی سرعت و دقت شوت هندبال

گروه	تعداد	سرعت شوت (کیلومتر بر ساعت)		دقت شوت	
		(میانگین و انحراف استاندارد)		(میانگین و انحراف استاندارد)	
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
خستگی محیطی	۸	۴/۵۹	۴۶ ± ۱/۷۷	۴/۴۷	۱۳/۶۲ ± ۱۱/۶۲
خستگی مرکزی	۸	۵/۵۸	۵۱/۸۷ ± ۵/۷۶	۴/۸۳	۱۶/۶۲ ± ۱۲/۳۷

روش پردازش داده‌ها

برای اطمینان از همگنی واریانس‌ها از آماره لاون و جهت بررسی توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون شاپیروویلیک استفاده شد. برای هر یک از متغیرهای دقت و سرعت شوت، از تحلیل واریانس با اندازه‌های

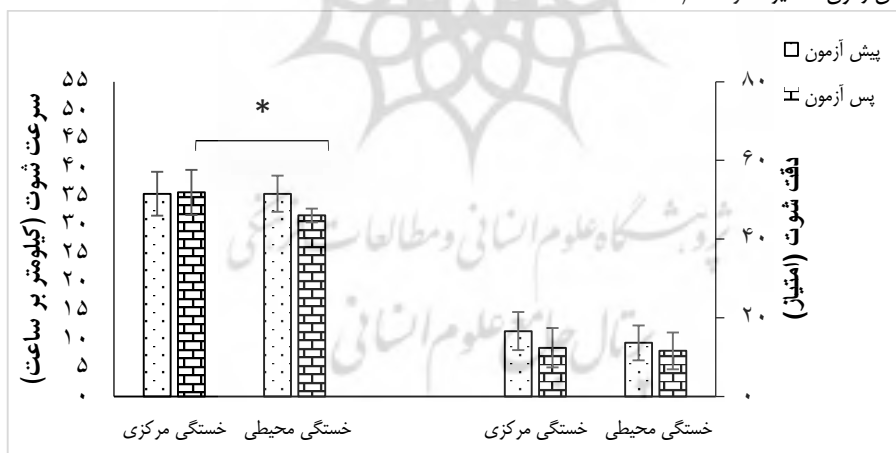
تکراری دو (گروه) در دو (آزمون) استفاده شد که در عامل آخر خود دارای اندازه‌های تکراری است. داده‌ها در نرم افزار اس پی اس نسخه ۲۲ و در سطح معناداری $P \leq 0.05$ انجام شد.

نتایج

($t(14)$) تفاوت معناداری را در بین گروه‌ها نشان نداد. با این حال بین پس‌آزمون دو گروه در سرعت تفاوت معنادار بود ($t(14) = -2/75$ ، $P = 0/024$) و سرعت گروه خستگی پیرامونی ($46 \pm 1/77$) در پس‌آزمون نسبت به گروه خستگی مرکزی ($51/87 \pm 5/76$) در پس‌آزمون کمتر بود.

همچنین، نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری در متغیر دقت شوت نشان داد اثر اصلی آزمون ($F(1, 14) = 69/03$ ، $P = 0/010$ ، $\eta^2 P = 0/38$) و اثر اصلی گروه ($F(1, 14) = 69/03$ ، $P = 0/010$ ، $\eta^2 P = 0/38$) و اثر اصلی آزمون و گروه ($F(1, 14) = 69/03$ ، $P = 0/010$ ، $\eta^2 P = 0/38$) معنادار است. اما تفاوت معناداری بین گروه‌ها مشاهده نشد ($F(1, 14) = 1/88$ ، $P = 0/19$ ، $\eta^2 P = 0/11$). نتایج آزمون تی مستقل در پیش‌آزمون متغیر سرعت ($F(1, 14) = 0/94$ ، $P = 0/34$ ، $\eta^2 P = 0/06$) در متغیر دقت شوت معنادار نبود.

اطلاعات توصیفی امتیازات سرعت و دقت شرکت‌کنندگان در جدول یک نشان داده شده است. نتایج آزمون شاپیروویلیک نشان داد داده‌ها هم در سرعت و هم در دقت از توزیع طبیعی برخوردار هستند ($P > 0/05$). نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری در متغیر سرعت شوت نشان داد اثر اصلی آزمون ($F(1, 14) = 69/03$ ، $P = 0/010$ ، $\eta^2 P = 0/38$) و اثر اصلی گروه ($F(1, 14) = 69/03$ ، $P = 0/010$ ، $\eta^2 P = 0/38$) معنادار است. اما تفاوت معناداری بین گروه‌ها مشاهده نشد ($F(1, 14) = 1/88$ ، $P = 0/19$ ، $\eta^2 P = 0/11$). نتایج آزمون تی مستقل در پیش‌آزمون متغیر سرعت ($F(1, 14) = 0/94$ ، $P = 0/34$ ، $\eta^2 P = 0/06$) در متغیر



شکل ۳- نمودار دقت و سرعت شوت در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

طبق نتایج، سرعت در شرایط خستگی محیطی به صورت معناداری کمتر از خستگی ذهنی بود. با این حال دقت بین خستگی مرکزی و محیطی تفاوت معناداری

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر خستگی مرکزی و محیطی بر سرعت و دقت شوت بازیکنان هندبال بود.

فعالیت بازی شبیه‌سازی شده ایجاد کردند، اما دو تحقیق حاضر به وسیله دو ساعت تمرین بدنی پرفشار هندبال ایجاد شد. به علاوه، نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های نانو و همکاران (۲۰۱۶) که هر دو متغیر دقت و سرعت تحت تأثیر خستگی محیطی قرار گرفتند، در تناقض است. در تحقیق آنان خستگی محیطی به صورت افزایشی در چهار مرحله ایجاد شد. طبق یافته‌های ایشان کاهش سرعت بلافاصله بعد از مرحله اول تمرینات اتفاق افتاد در صورتی که کاهش دقت تنها در انتهای پروتکل تحقیق اتفاق افتاد. آنها بیان کردند کاهش دقت متأثر از خستگی فیزیولوژیک در سطح بسیار بالاست.

از دیدگاه نوروفیزیولوژی خستگی ذهنی از طریق دو مکانیسم بر عملکرد اثر می‌گذارد؛ سیستم بازداری ذهنی و تسهیل ذهنی. سیستم بازداری ذهنی با افزایش فشار درک شده، عملکرد ورزشکاران را مهار می‌کند. از سوی دیگر، تسهیل ذهنی با افزایش انگیزه به وسیله یک پاداش، عملکرد ورزشکاران را تسهیل می‌کند. (گودارت و همکاران، ۲۰۱۸). همچنین خستگی ذهنی می‌تواند به وسیله دستکاری انگیزش درونی ورزشکاران و ارزش پاداش تکلیف، روی عملکرد اثر بگذارد. نتایج مطالعه حاضر در خصوص اثرات خستگی مرکزی، در تعارض با یافته‌های لوریست و همکاران (۲۰۰۹) است که از داده‌های الکتروانسفالوگرافی برای مطالعه خستگی مرکزی روی برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری استفاده کرده‌اند و نشان داده‌اند با افزایش خستگی مرکزی، میزان درگیری نواحی از مغز (لوب پیشانی) که با اعمال کنترل اجرایی در ارتباط است، کاهش می‌یابد و در نتیجه موجب افزایش تعداد خطا و افزایش زمان واکنش می‌شود (لوریست و همکاران، ۲۰۰۹). به علاوه، نتایج تحقیق حاضر با یافته‌هایی که تخریب عملکرد فیزیکی به واسطه خستگی ذهنی را نشان داده

نداشت، هر چند دقت در پس‌آزمون نسبت به پیش-آزمون کاهش داشت. این نتایج با یافته‌های ظهیری و همکاران (۲۰۱۷) که به تأثیر زیاد خستگی محیطی به نسبت خستگی مرکزی بر روی هماهنگی دو دستی دست یافتند، همسو است. همچنین با نتایج یافته‌هایی که به کاهش سرعت دوبدن در هنگام خستگی فیزیکی اشاره می‌کند هم‌راستا است (کاتین، پایلر، داربین و کورالسرتین و بیلت، ۲۰۰۲). به علاوه یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج پژوهش القانم (۲۰۱۲) که نشان‌دهنده تخریب عملکرد بازیکنان فوتبال در هنگام خستگی است از این منظر که خستگی محیطی موجب کاهش سرعت شوت بازیکنان هندبال شد، با نتایج تحقیق حاضر هم‌راستا بود (القانم، ۲۰۱۲).

نتایج آلدمن (۱۹۶۵) نیز نشان داد سرعت در شرایط خستگی فیزیکی کاهش می‌یابد. از سوی دیگر اثر خستگی محیطی، بر واحدهای حرکتی بزرگ‌تر، بیشتر است (گلهوفر و همکاران، ۲۰۱۵). بنابراین سرعت تولید توان، در مهارت شوت به دلیل واحدهای عضلانی بزرگ‌تر از خستگی محیطی بیشتر تأثیر می‌پذیرد. با این حال، نتایج تحقیق حاضر، با یافته‌های آلدرد و همکاران (۲۰۱۶) که عدم تأثیرپذیری سرعت از خستگی محیطی را مشاهده کرده بودند، در تضاد است. با وجود این، در تحقیق آنان خستگی محیطی در قدرت درون‌گرا و برون‌گرا عضلات شانه اثرگذار بود. آنها بیان می‌کنند شوت یک مهارت پیچیده چند مفصلی است؛ به همین دلیل ممکن است کاهش قدرت عضلات شانه به تنهایی برای کاهش سرعت کافی نباشد. همچنین بیان می‌کنند اگر چه خستگی محیطی روی سرعت اثرگذار نبود، ممکن است روی الگوی هماهنگی اثرگذار بوده باشد. از طرفی، تفاوت نوع ایجاد خستگی در تحقیق حاضر و تحقیق آلدرد و همکاران (۲۰۱۶) می‌تواند از دلایل تناقض باشد. آنها خستگی محیطی را به وسیله

اطلاعات، تصمیم‌گیری و در نهایت کاهش عملکرد شود (پنا و همکاران، ۲۰۱۷). در مورد عدم تأثیرپذیری سرعت از خستگی ذهنی یافته‌ها نشان می‌دهد خستگی ذهنی نیز نمی‌تواند متغیرهای فیزیولوژیکی از جمله قدرت را تحت تأثیر قرار دهد (ون کستم و همکاران، ۲۰۱۷^۲) و از آنجا که این مؤلفه‌های فیزیولوژیکی از جمله قدرت یکی از عوامل تعیین‌کننده در ایجاد سرعت بالا است، پس به نظر می‌رسد این که در گروه خستگی مرکزی، سرعت شوت بازیکنان تفاوت معناداری نکرده است، قابل توجه است. چرا که خستگی ذهنی عملکرد ورزشی را به جای مکانیسم‌های قلبی تنفسی و عضلانی، از طریق ادراک تلاش بیشتر محدود می‌کند (مارکورا و همکاران، ۲۰۰۹). به علاوه طبق یافته‌های پیشین، خستگی ذهنی روی ورزش‌های مداوم و با شدت کمتر از حداکثر اثرگذار است (پیجروکس و لیپر، ۲۰۱۸). بنابراین تکلیف شوت هندبال به عنوان یک مهارت مجرد که تقریباً نیازمند حداکثر انرژی برای حداکثر سرعت است، تحت تأثیر خستگی ذهنی قرار نگرفته است. همچنین از دیدگاه سیستم‌های پویا پردازش از پایین به بالا است که بر همین اساس خستگی مرکزی نباید تأثیر خاصی بر ویژگی‌های بیرونی حرکت می‌گذاشت. بنابراین کاهش ظرفیت و خستگی در سیستم عصبی مرکزی موجب افت سرعت نمی‌شود؛ چرا که وابستگی سرعت بیشتر به ظرفیت فیزیولوژیک است تا فرآیندهای زیربنایی کنترلی. در پایان، به نظر می‌رسد قید تکلیف، بر اثرگذاری انواع خستگی تأثیرگذار بوده است. تکلیف نیازمند سرعت بالا، سریع‌تر تحت تأثیر خستگی محیطی قرار می‌گیرند؛ اما تکلیف نیازمند دقت بیشتر متأثر از خستگی مرکزی است. با این حال پیشنهاد می‌گردد در پژوهش‌های آینده با کنترل قیود تکلیف در اندازه‌گیری‌های متغیر سرعت و دقت، تکلیفی که

بود (مارکورا، استاینو و مانینگ، ۲۰۰۹^۱)، در هر دو متغیر دقت و سرعت با یافته‌های تحقیق حاضر ناهمسو بود؛ که این اختلاف می‌تواند به متغیرهای فیزیکی مد نظر این نتایج که از جمله آن ضربان قلب بود، برگردد. همچنین عامل مدت تمرین بسیار مهم است. ممکن است ۲۰ دقیقه آزمون استروپ خستگی ذهنی را در حدی که موجب تخریب عملکرد شود، ایجاد نکرده باشد. چرا که اکثر تحقیقات گذشته، حداقل ۳۰ دقیقه برای این آزمون در نظر گرفته بودند. تمرین کمتر از ۳۰ دقیقه در تکلیفی که به دنبال ایجاد خستگی ذهنی ناشی از آن هستیم، باعث کاهش عملکرد ورزشی نمی‌شود و تنها افت عملکرد شناختی را به همراه دارد (گودارت و همکاران، ۲۰۱۸). در همین راستا طی یک مقاله مروری در سال ۲۰۱۸ عنوان شد مطالعات در زمینه اثر خستگی ذهنی باید به دنبال یک تکلیف توجه طلب مداوم که دارای درگیری حافظه کاری و بازداری پاسخ به مدت حداقل ۳۰ دقیقه می‌شود، مورد ملاحظه قرار گیرد (پیجروکس و لیپر، ۲۰۱۸). در این تحقیق زمان آزمون استروپ به دلیل روزه‌داری شرکت‌کننده‌ها در ماه رمضان کاهش یافت. بنابراین به نظر می‌رسد روزه‌داری در ساعات اولیه صبح که پس‌آزمون گرفته شده است، تأثیر چندانی بر خستگی ذهنی نگذاشت و کاهش در نظر گرفته شده در مدت زمان آزمون استروپ را جبران نکرده است. با این حال، اگر چه هر دو گروه کاهش را در دقت نشان دادند، اما، در مقایسه‌های درون گروهی نشان داده شد که تنها گروه خستگی مرکزی کاهش معناداری را از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون دارند. این مسأله که خستگی ذهنی باعث کاهش دقت می‌شود می‌تواند وابسته به توجه فرد باشد. پژوهش‌ها نیز نشان داده‌اند که خستگی مرکزی باعث کاهش توجه به هدف می‌شود (بوکسیم و همکاران، ۲۰۰۵). چرا که خستگی مرکزی می‌تواند موجب تخریب پردازش

تشویق) و ارائه بازخورد (کاهش بار شناختی تکلیف) می‌تواند در افت عملکرد ناشی از خستگی مهم باشد. در همین راستا می‌توان مکانیسم‌های روان‌شناختی حاصل از خستگی محیطی را نیز در پژوهش‌های آینده مورد ملاحظه قرار داد.

در نهایت، از محدودیت‌های تحقیق حاضر می‌توان به کم بودن تعداد نمونه و عدم کنترل تفاوت‌های فردی اشاره کرد. استفاده از طرح درون‌گروهی برای کنترل تفاوت‌های فردی می‌تواند به اطلاعات بهتری در این زمینه منتهی شود.

تشکر و قدردانی

از ورزشکاران شرکت‌کننده در پژوهش حاضر و کارکنان آزمایشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران به دلیل همراهی در این پژوهش سپاسگزاری می‌شود.

نیازمند هر دو پارامتر باشد مورد بررسی قرار گیرد تا اطلاعات کامل‌تری از تأثیرگذاری خستگی مرکزی و محیطی بر تعامل سرعت و دقت به دست آید. در واقع اثر خستگی مرکزی و محیطی بر مبادله سرعت-دقت مورد بررسی قرار بگیرد. همچنین بررسی اثر جنسیت به عنوان یک عامل واسطه‌ای در تأثیرگذاری انواع خستگی بر عملکرد، از موضوعات جالب توجهی است که می‌توان در پژوهش‌های آینده به آن پرداخت. از سوی دیگر، طبق نتایج مطالعات مروری (پیجروکس و لیپر، ۲۰۱۸؛ گودارت، رولند و هاتینکا، ۲۰۱۸) مکانیزم اصلی تأثیرگذار در خستگی ذهنی، فشار ادراک شده بیشتر است که ممکن است از مسیرهای مختلف بر عملکرد اثر بگذارد. در این میان نقش انگیزش و ارزش-گذاری اهمیت تکلیف بسیار حائز اهمیت است. نگه داشتن میل به انجام تکلیف در حد مطلوب، حین ایجاد خستگی از طریق افزایش اهمیت تکلیف (پاداش و

منابع

- Alghannam, A. F. (2012). Metabolic limitations of performance and fatigue in football. . *Asian Journal of Sports Medicine*, 3(2), 65.. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.watres.2004.02.026>
- Andrade, M. S., De Carvalho Koffes, F., Benedito-Silva, A. A., Da Silva, A. C., & De Lira, C. A. B. (2016). Effect of fatigue caused by a simulated handball game on ball throwing velocity, shoulder muscle strength and balance ratio: A prospective study. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 8(1), 1–7. Retrieved from <https://doi.org/10.1186/s13102-016-0038-9>
- Arghami, S., Ghoreishi, A., Kamali, K., & Farhadi, M. (2013). Investigating the Consistency of Mental Fatigue Measurements by Visual Analog Scale (VAS) and Flicker Fusion Apparatus. *J Ergon*, 21(2), . 2013; 1 (1) :66-72.
- Balduini, F. C., Vegso, J. J., Torg, J. S., & Torg, E. (1987). Management and rehabilitation of ligamentous injuries to the ankle. *Sports Medicine*, 4(5), 364–380.
- Boksem, M. A., & Tops, M. (2008). Mental fatigue: costs and benefits. *Brain Research Reviews*, 59(1), 125–139.
- Boksem, M. A., Meijman, T. F., & Lorist, M. M. (2005). Effects of mental fatigue on attention: an ERP study. . *Cognitive Brain Research*, 25(1), 107–116..
- Chaffin, D. B. (1973). Localized muscle fatigue—definition and measurement. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 15(4), 346–354.

8. Cottin, F., Papelier, Y., Durbin, F., Koralsztein, J. P., & Billat, V. L. (2002). Effect of fatigue on spontaneous velocity variations in human middle-distance running: Use of short-term Fourier transformation. *European Journal of Applied Physiology*, 87(1), 17–27. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0582-8>
9. Dantzer, R., Heijnen, C. J., Kavelaars, A., Laye, S., & Capuron, L. (2014). The neuroimmune basis of fatigue. *Trends in neurosciences*, ۳۷(۱), ۳۶–۴۶.
10. Gollhofer, A., Taube, W., & Nielsen, J. B. (2015). *Motor control and learning*. (M. Shahbazi, M. Ghoogaghi, F. Hassan Barani, & E. Hatami SHahmir, Eds.).
11. Hiranman, B. Y. (2012). *Development of Skill Tests of Team Handball Game for Junior Level Male Handball Players of Maharashtra*. Savitribai Phule Pune University.
12. Jaydari Fard, S., & Lavender, A. P. (2019). A comparison of task-based mental fatigue between healthy males and females. *Fatigue: Biomedicine, Health & Behavior*, 1-11..
13. Lorist, M. M., Bezdán, E., ten Caat, M., Span, M. M., Roerdink, J. B. T. M., & Maurits, N. M. (2009). The influence of mental fatigue and motivation on neural network dynamics; an EEG coherence study. *Brain Research*, 1270, 95–106. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2009.03.015>
14. Marcora, S. M., Staiano, W., & Manning, V. (2009). Mental fatigue impairs physical performance in humans. *Journal of Applied Physiology*, 106(3), 857-. Retrieved from <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.91324.2008>
15. Mizuno, K., Tanaka, M., Yamaguti, K., Kajimoto, O., Kuratsune, H., & Watanabe, Y. . (2011). Mental fatigue caused by prolonged cognitive load associated with sympathetic hyperactivity. *Behavioral and brain functions*, 7(1), 17..
16. Nuño, A., Chiroso, I. J., van den Tillaar, R., Guisado, R., Martín, I., Martínez, I., & Chiroso, L. J. (2016). Effects of fatigue on throwing performance in experienced team handball players. *Journal of Human Kinetics* 54(1), 103-113.
17. Pageaux, B., & Lepers, R. (2018). The effects of mental fatigue on sport-related performance. *Prog Brain Res*, 240, 291-315. ۲۹۱-۳۱۵, ۲۴۰.
18. Penna, E. M., Campos, B. T., Pires, D. A., Nakamura, F. Y., Mendes, T. T., Lopes, T. R., ... & Prado, L. S. (2018). Mental fatigue does not affect heart rate recovery but impairs performance in handball players. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 24(5), 347-351.
19. Ronglan, L. T., Raastad, T., & Børgesen, A. (2006). Neuromuscular fatigue and recovery in elite female handball players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* , ۳۷(۴), ۶۶۷-۶۷۳.
20. Rosenbam and Magil. (2015). *motor control human*.
21. Schiphof-Godart, L., Roelands, B., & Hettinga, F. J. (2018). Drive in sports: how mental fatigue affects endurance performance. *Frontiers in psychology*, 9.. *Frontiers in Psychology*, 9..
22. Shankar, H., & Pesudovs, K. (2007). Critical flicker fusion test of potential vision.. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, ۳۳(۲), ۲۳۹-۲۴۲.
23. Van Cutsem, J., Marcora, S., De Pauw, K., Bailey, S., Meeusen, R., & Roelands, B. (2017). The effects of mental fatigue on physical performance: a systematic review , ۴۷(۸), ۱۰۶۹-۱۰۸۸.
24. Van der Linden, D., & Eling, P. (2006). Mental fatigue disturbs local processing more than global processing. *Psychological Research*, ۷۰(۵), ۳۹۰-۴۰۲.

25. Zahiri, A., Shahbazi, M., Kordi, M. R., & Kalkhoran, J. F. (2017). The Effect of Central and Peripheral Fatigue on Coordination of Student Athletes. *Journal of Development and Motor Learning*, 9(1), 123-136.
26. Zebis, M. K., Bencke, J., Andersen, L. L., Alkjaer, T., Suetta, C., Mortensen, P., ... & Aagaard, P. (2011). Acute fatigue impairs neuromuscular activity of anterior cruciate ligament-agonist muscles in female team handball players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(6), 833-840..

ارجاع‌دهی

ایزدی، آرزو؛ طهماسبی بروجنی، شهزاد؛ و دوستی معصومه. (۱۳۹۹).
تأثیر خستگی مرکزی و محیطی بر سرعت و دقت شوت هندبال.
مطالعات روان‌شناسی ورزشی، ۹(۳۱)، ص. ۶۲-۲۴۵.
شناسه دیجیتال: 10.22089/spsyj.2019.7517.1805

Izadi, A; Tahmasebi Boroujeni, SH; & Doosti, M. (2020). Effect of Central and Peripheral Fatigue on Throwing Accuracy and Velocity in Handball. *Sport Psychology Studies*, 9(31); Pp: 245-62. In Persian. DOI: 10.22089/spsyj.2019.7517.1805