

بررسی تغییرات زمان واکنش انتخابی هنگام اجرای یک فعالیت فزاینده و ارتباط آن با ضربان قلب و آستانه لاکتات

❖ ملیحه نعیمی کیا؛ کارشناس ارشد تربیت بدنی دانشگاه تهران
❖❖ دکتر عباسعلی کائینی؛ دانشیار دانشگاه تهران
❖❖❖ دکتر احمد فرخی؛ استادیار دانشگاه تهران
❖❖❖❖ امین غلامی؛ دانشجوی دکتری رفتار حرکتی
❖❖❖❖ ندا خالدی؛ کارشناس ارشد تربیت بدنی دانشگاه تهران

چکیده: هدف این پژوهش، بررسی تغییرات زمان واکنش انتخابی هنگام اجرای یک فعالیت ورزشی فزاینده در شدتهای متفاوت و ارتباط آنها با ضربان قلب و آستانه لاکتات است. به این منظور، ۱۲ دانشجوی دختر ۱۹ تا ۲۳ ساله رشته تربیت بدنی دانشگاه تهران با میانگین VO_{2max} معادل ۴۷/۲۶ میلی لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه برای شرکت در آزمون انتخاب شدند. آزمودنیها در یک فعالیت فزاینده، روی نوار گردان قرار گرفتند. مرحله اول، با سرعت چهار مایل در ساعت شروع شد و پس از آن در فاصله های دو دقیقه ای، یک مایل در ساعت بع سرعت دستگاه افزوده شد تا زمانی که آزمودنی دیگر قادر به ادامه فعالیت نبود. قبل و هنگام اجرای فعالیت، هر ۳۰ ثانیه یک بار آزمون زمان واکنش دو انتخابی از آزمودنیها گرفته می شد. هنگام اجرای فعالیت، ضربان قلب و اطلاعات مربوط به گازهای تنفسی آزمودنیها، ثبت می شد. تجزیه و تحلیل داده ها نشان دادند: زمان واکنش انتخابی در ابتدای فعالیت نسبت به مقدار استراحتی افزایش و سپس کاهش یافت و در شدت تقریباً ۷۰ درصد، حداکثر اکسیژن مصرفی به حداقل میزان خود رسید و پس از آن تا پایان فعالیت، مجدداً افزایش یافت. همچنین، حداقل زمان واکنش هنگام اجرای فعالیت هرگز به مقدار استراحتی نرسید و تقریباً هشت درصد بیشتر بود. بین نمره های زمان واکنش انتخابی و ضربان قلب آزمودنیها هنگام اجرای فعالیت در شدتهای متفاوت، ارتباط معناداری مشاهده نشد ($r = 0/124$). بهترین زمان واکنش در ضربان قلب تقریباً ۱۷۰ ضربه در دقیقه یا در شدت تقریباً ۸۶ درصد ضربان قلب بیشینه به دست آمد. همچنین، بار کار مربوط به حداقل زمان واکنش انتخابی، تقریباً هشت درصد از شدت مربوط به آستانه لاکتات قرار داشت. نتیجه گیری:

زمان واکنش انتخابی هنگام فعالیت، می تواند با وجود اثر منفی تکلیف دوگانه و نیز تغییرات فیزیولوژیکی ناشی از فعالیت مانند انباشت اسید لاکتیک و افزایش ضربان قلب بهبود یابد، اما مقدار آن از مقدار استراحتی پایین تر نمی رود.

واژگان کلیدی: زمان واکنش انتخابی، فعالیت فزاینده، آستانه لاکتات

❖ E_mail:

مقدمه:

زمان واکنش^۱ (RT) به عنوان یک مهارت روانی حرکتی، یکی از عامل‌های مهمی به شمار می‌رود که در اجرای بیشتر فعالیت‌های ورزشی، نقش ارزنده‌ای ایفا می‌کند [۹].

زمان واکنش را می‌توان فاصله زمانی بین ارائه یک محرک و پاسخ فرد دانست. از این رو، RT به دو بخش پیش حرکتی و بخش حرکتی تقسیم می‌شود. زمان پیش حرکتی و حرکتی، دو دوره مجزا و متفاوت قبل از پاسخ حرکتی را نشان می‌دهند و فرایندهای متفاوت آماده سازی حرکت را منعکس می‌کنند. فرد در زمان پیش حرکتی، اطلاعات مربوط به محرک را پردازش ادراکی و شناختی می‌کند و در زمان حرکتی، برونداد حرکتی پاسخ، آغاز می‌شود که در طول آن، عضلات خاص درگیر در عمل شروع به فعالیت می‌کنند و برای تولید حرکت قابل مشاهده آماده می‌شوند. زمان واکنش (ساده، انتخابی، افتراقی) را می‌توان شاخص سرعت پردازش اطلاعات و تصمیم‌گیری در پاسخ نیز قلمداد کرد [۱]. پژوهشگران دریافته‌اند که زمان واکنش خصوصاً زمان واکنش انتخابی^۲ (CRT)، تحت تأثیر ویژگی‌های فردی و عامل‌های محیطی بسیاری از جمله: شدت و نوع محرک، سطح برانگیختگی، فعالیت بدنی و میزان خستگی قرار می‌گیرد [۳، ۹، ۱۷]. حفظ زمان واکنش مطلوب، هنگام اجرای یک فعالیت ورزشی درمانده ساز برای ورزشکاران اهمیت خاصی دارد. فعالیت بدنی، باعث تغییرات گوناگون فیزیولوژیکی و روان شناختی می‌شود. برخی از این تغییرات همچون افزایش تهویه ریوی و ضربان قلب، به بهبود اجرا کمک می‌کند و برخی دیگر از جمله افزایش اسید لاکتیک خون و عضله باعث افت اجرا می‌شود [۲].

محققان رابطه بین انباشت اسید لاکتیک

درون عضله ای و کاهش اوج تنش را تأیید کرده‌اند. این تأثیر به افزایش اسید لاکتیک و متعاقب آن تراکم یون هیدروژن و کاهش PH مربوط است [۱۰]. پاره‌ای از مطالعات نیز، فایده‌های روان شناختی فعالیت بدنی از جمله کاهش اضطراب و افزایش سرعت پردازش اطلاعات را نیز نشان داده‌اند [۱۴]. همچنین زمان واکنش به عنوان شاخص سرعت پردازش اطلاعات، نقش بسیار مهمی در بیشتر رشته‌های ورزشی ایفا می‌کند و حفظ آن در طول فعالیت‌های طولانی و درمانده ساز اهمیت ویژه‌ای دارد. از این رو، محققان به دنبال آن هستند که دریابند، زمان واکنش، هنگام فعالیت بدنی چه تغییراتی می‌یابد و چه عامل‌هایی می‌توانند هنگام اجرای این گونه فعالیت‌ها بر آن تأثیر بگذارند.

از این رو، یکی از متغیرهایی که می‌تواند آثار ناشی از فعالیت را تحت تأثیر قرار دهد، شدت فعالیت بدنی یا بار کار است. بسیاری از آثار فعالیت از جمله مقدار اسید لاکتیک، ضربان قلب و همچنین تغییرات هورمونی با مدت و شدت فعالیت تغییر می‌کنند، به طوری که می‌توان از ضربان قلب به عنوان شاخصی برای شدت تمرین و ارزیابی آثار تمرین استفاده کرد. یکی دیگر از شاخص‌های شدت تمرین، آستانه بی‌هواری یا آستانه لاکتات است؛ نقطه‌ای که لاکتات خون در جریان فعالیت‌هایی با شدت فزاینده شروع به تجمع می‌کند و به فراتر از مقادیر استراحتی خود می‌رسد [۱۶] چون شدت فعالیت می‌تواند آثار فیزیولوژیک ناشی از فعالیت را تحت تأثیر قرار دهد، احتمال دارد که آثار روانی فعالیت نیز با تغییر شدت تحت تأثیر قرار گیرند. از این رو ممکن است که زمان

1. Reaction time

2. Choice reaction time

دارد، آنها همچنین دریافتند که بهترین زمان واکنش در ضربان قلب، ۱۶۴ ضربه در دقیقه است. همچنین، چمورا و همکارانش^۶ در سال ۱۹۹۸ تحقیق دیگری انجام دادند که نتایج آن نشان داد زمان واکنش، در شدت بالای آستانه لاکتات، از دقیقه پنجم تا پایان فعالیت کاهش می‌یابد. در صورتی که ضربان قلب، لاکتات خون و کاتکولامینها به تدریج افزایش می‌یافتند. این محققان همبستگی معناداری را بین زمان واکنش و غلظتهای آدرنالین ($r = 0/651$) و نورآدرنالین ($r = 0/678$) به دست آوردند. آنها بیان داشتند که هنگام تمرین زیر آستانه لاکتات، زمان واکنش تقریباً تا ۴۰ دقیقه کاهش یافت، سپس به نهایت افت خود رسید و در همین مقدار باقی ماند. این وضعیت، با تغییرات اندکی در لاکتات خون و کاتولامینها همراه بود [۱۳]. مک موریس و همکارانش^۷ (۲۰۰۰) نیز در تحقیقی نشان دادند که فعالیت، هیچ تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر متغیرهای زمان واکنش صوتی و زمان واکنش کل بدن ندارد.

کولاردنو و همکارانش^۸ (۲۰۰۱) نیز زمان واکنش ساده دونگان ورزشی را هنگام فعالیت ۹۰ دقیقه‌ای زیربیشینه با شدت ثابت در آستانه تهویه‌ای بررسی کردند و نشان دادند که لا وجود اثر منفی تکلیف دوگانه، یک مهارت شناختی ساده می‌تواند هنگام تمرین بهبود یابد. آنها اظهار داشتند که ابتدای فعالیت، زمان واکنش افزایش می‌یابد اما بعد از ۴۰ دقیقه، بهبود بارزی در آن مشاهده می‌شود. نتایج این

واکنش نیز به عنوان یک مهارت ادراکی - حرکتی هنگام اجرای یک فعالیت فزاینده دچار تغییراتی شود. درباره تغییرات زمان واکنش پس از اجرای فعالیت بندی و تمرینهای ورزشی تحقیقاتی شده‌اند که گاهی نتایج آنها متناقض هستند. بزای نمونه، مک کوی و ریک^۱ (۱۹۸۲) پس از یک سلسله تمرینهای بدنی و ذهنی، کاهش معناداری را در زمان واکنش آزمودنیها مشاهده کردند [۹]. در صورتی که اوئیس و اسپینکز^۲ (۲۰۰۱) در تحقیقی نشان دادند که بعد از یک فعالیت ۱۰ دقیقه‌ای با شدتهای کم و متوسط و زیاد، هیچ تغییری در زمان واکنش ساده و انتخابی ایجاد نشده است.

سیدالحسینی (۱۳۷۹) نیز پس از دو نوع تمرین ذهنی و بدنی زمان واکنش انتخابی، کاهش معناداری را مشاهده کرد. اهمیت داشتن زمان واکنش مطلوب هنگام اجرای یک فعالیت بدنی درمانده‌ساز، دانشمندان علوم ورزشی را بر آن داشته است که تغییرات آن را هنگام فعالیتهای با شدت فزاینده تا سر حد خستگی نیز بررسی کنند. به همین منظور، لوئیت و گوئین^۳ (۱۹۷۱) در تحقیقی دریافتند که سریع‌ترین زمان واکنش آزمودنیها در ضربان قلب ۱۱۵ ضربه در دقیقه حاصل می‌شود. بندر و مک گلین^۴ (۱۹۷۶) نیز در پژوهشی اعلام کردند که زمان واکنش با افزایش شدت فعالیت افزایش می‌یابد، همچنین بهترین زمان واکنش در شدت تقریباً ۴۰ درصد ضربان قلب بیشینه به دست می‌آید. چمورا و نزار^۵ (۱۹۹۴) با مطالعه زمان واکنش انتخابی ۱۲ مرد جوان فوتبالیست هنگام اجرای یک تمرین فزاینده در شدتهای متفاوت دریافتند، زمان واکنش با افزایش بار کار تا شدت تقریباً ۷۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) به طور تدریجی کاهش می‌یابد که این نقطه به طور معناداری بالاتر از آستانه لاکتات قرار

1. Mackoy, Rick (1982)
2. Oweis, Spinks (2001)
3. Levitt & Gutin (1971)
4. Bender & McGlynn (1976)
5. Chmura & Nazar (1994)
6. Chmura. et. al (1998)
7. Memorris & et. al (2000)
8. Collordeau et. al (2001)

حجم نمونه در این تحقیق با توجه به پژوهشهای اندک انجام شده در خارج از کشور و تعداد نمونه‌های در دسترس و شایسته (افرادی که با آزمون بروس و ارزیابی ترکیبات بدنی، برای انجام آزمون مناسب تخصیص داده شدند)، برای انجام تحقیق تعیین شدند. برای انتخاب نمونه، از دانشجویان دختر دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران برای شرکت در اجرای این تحقیق دعوت شد. پس از تکمیل پرسشنامه مربوطه به اطلاعات فری (به منظور محدود کردن دامنه سنی آزمودنیها بین ۱۹ تا ۲۳ سال و همچنین شناسایی اعضای تیم ملی و افرادی که دارای آسیب دیدگی احتمالی هستند) کسانی که واجد شرایط نبودند، حذف شدند و ترکیب بدنی افراد باقیمانده، به وسیله دستگاه تجزیه و تحلیل ترکیبات بدن ارزیابی شد. آنگاه، از آزمون توان هوازی بروس برای تعیین حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_2max) و نیز ضربان قلب بیشینه استفاده شد. سپس ۱۲ نفر از افرادی که از نظر VO_2max و ضربان قلب بیشینه تقریباً نزدیک به هم بودند و از نظر ترکیب بدنی نیز تفاوت زیادی با هم نداشتند، برای انجام تحقیق انتخاب شدند.

مرحله های اجرای تحقیق

پس از انتخاب آزمودنیها، از آنها خواسته شد که تمرینهای خود را به مدت ۴۸ ساعت قطع کنند. سپس آنها برای آشنا شدن با دستگاه سنجش زمان واکنش دو انتخابی آکادمی ملی المپیک، به تمرین با این دستگاه پرداختند؛ بدین گون که روی نوار گردان می ایستادند و در صورتی که دستگیره‌های دستگاه را در دست می گرفتند، هر ۳۰ ثانیه یک بار، یک محرک نوری به آنها وارد می شد. قبل از وارد کردن محرک نوری به وسیله دستگاه، واحد صوتی آن صدایی را برای پیش آگاهی آزمودنی ایجاد می کرد. سپس محرک وارد

تحقیقات نشان می دهند، این احتمال وجود دارد که زمان واکنش هنگام یک فعالیت ورزشی دچار تغییر شود، اما شیوه‌های استفاده شده در این پژوهشها، منجر به تناقضهایی در نتایج آنها شده‌اند. همچنین در برخی از این تحقیقات، فعالیت‌هایی با فاصله‌های استراحتی استفاده شده‌اند که احتمال دارند، باعث تغییرات فیزیولوژیک ناشی از فعالیت در این فاصله‌ها شوند و سپس، آثار احتمالی آن بر زمان واکنش نیز تغییر یابند. از این رو، با توجه به نقش و اهمیت زمان واکنش هنگام اجرای فعالیت‌های ورزشی، تحقیقات بیشتری لازم هستند که این موضوع را بیشتر بررسی کنند. محقق با بررسی پژوهشهای داخل کشور نشان می دهد که متأسفانه تا کنون پژوهشی در مورد موضوع تحقیق حاضر صورت نگرفته است. همچنین، تحقیقات اندک انجام شده در خارج از کشور نیز بیشتر روی مردان جوان صورت گرفته‌اند. بنابراین، در این تحقیق سعی شده است که ضمن بررسی تغییرات زمان واکنش دختران ورزشکار ۱۹ تا ۲۳ ساله هنگام اجرای یک فعالیت فزاینده بدون فاصله‌های استراحتی، رابطه این تغییرات با ضربان قلب و آستانه لاکتات آنها نیز بررسی شود.

روش شناسی

روش تحقیق حاضر از نوع توصیفی است که در آن، تغییرات زمان واکنش انتخابی هنگام اجرا یا یک فعالیت فزاینده در شدتهای متفاوت و نیز استراحت مقایسه شده‌اند. به علاوه، رابطه این تغییرات با ضربان قلب و آستانه لاکتات ارزیابی شده است.

آزمودنیها:

جامعه آماری این تحقیق را ۳۰۰ نفر دانشجوی دختر ورزشکار ۱۹ تا ۲۳ ساله دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران تشکیل دادند.

درست تشخیص نمی داد، زمان واکنش برای او صفر ثبت می شد که به منزله خطا در تشخیص محرک بود و در صورت تشخیص صحیح، زمان واکنش آزمودنی ثبت می شد. هنگام اجرای فعالیت، سیستم رایانه ای متصل به دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی، اطلاعات مخابره شده از این دستگاه را در مورد گازهای تنفسی و ضربان قلب نیز ثبت می کرد. همچنین، آستانه لاکتات VO₂max و ضربان بیشینه هر آزمودنی نیز به وسیله دستگاه مشخص می شد. سپس، تمام VO₂ها و ضربانهای قلب ثبت شده در هر ۳۰ ثانیه که همزمان با اجرای تکلیف زمان واکنش بود، برای هر آزمودنی یادداشت می شد. از این اطلاعات، برای تعیین شدت فعالیت در هر مرحله استفاده شد.

روشهای آماری

در تحقیق حاضر، از آمار توصیفی برای طبقه بندی و تنظیم داده ها و از آمار استنباطی، برای تجزیه و تحلیل اطلاعات استفاده شد با توجه به اینکه داده های تحقیق از نوع پارامتریک بودند، برای بررسی تغییرات زمان واکنش در سطوح متفاوت شدت فعالیت، از آزمون تحلیل واریانس یکطرفه اندازه های تکراری استفاده شد. برای مقایسه میانگین نمره های زمان واکنش آزمودنیها در بار کار مربوط به حداقل زمان واکنش با میانگین نمره های سطح استراحتی آنها، از آزمون t وابسته و برای بررسی ارتباط بین نمره های زمان واکنش و ضربان قلب در سطوح متفاوت شدت، از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد [۸]. وضعیت بار کار مربوط به حداقل زمان واکنش نسبت به آستانه لاکتات نیز به صورت توصیفی بررسی و از نمودار استفاده شد. لازم به ذکر است که تمام محاسبات آماری به وسیله نرم افزار رایانه ای SPSS10 و SPSS11 انجام شدند.

می شد و آزمودنی با روشن شدن یکی از لامپ های چپ یا راست دستگاه، باید کلید قرار داده شده در دستگیره مربوطه به همان سمت را می فشرد. آزمودنیها تمرین را تا زمانی ادامه می دادند که خطای آنها به حداقل می رسید.

جلسه آزمون هنگام صبح در مرکز سنجش قابلیت های جسمانی آکادمی ملی المپیک، در دمای ۲۷ درجه سانتی گراد برگزار شد. آزمودنیها در صورتی که ماسک تنفسی، یونیت قابل حمل pu، دستگاه بی سیم، دستگاه مخابره کننده ضربان قلب و باتری به وسیله کمربندهای حمایت کننده به آنها متصل شده بود و دستگیره های مربوطه به دستگاه سنجش زمان واکنش را در دست داشتند، روی نوار گردان قرار گرفتند. ابتدا، به همان حالت به مدت سه دقیقه بدون حرکت، هر ۳۰ ثانیه یک بار آزمون زمان واکنش انتخابی از آنها گرفته می شد. سپس، فعالیت در شیب صفر درصد و با سرعت چهار مایل در ساعت برای گرم کردن شروع شد و بعد از سه دقیقه، یک مایل در ساعت به سرعت آن افزوده شد و بعد از آن، هر دو دقیقه یک بار بدون فاصله استراحت، یک مایل در ساعت به سرعت دستگاه افزوده می شد تا زمانی که آزمودنی دیگر قادر به ادامه فعالیت نبود. هنگام فعالیت نیز هر ۳۰ ثانیه یک بار، یکی از لامپهای جهت نمای واحد نمایش دهنده تحریک دستگاه سنجش زمان واکنش که روبه روی آزمودنیها در فاصله ۱/۵ متری قرار داشت، روشن می شد. قبل از روشن شدن لامپها، واحد صوتی دستگاه صدایی را برای پیش آگاهی آزمودنی ایجاد می کرد و سپس یکی از لامپها روشن می شد و آزمودنی باید با توجه به جهت تحریک، کلید دستگیره مربوطه به همان جهت را می فشرد. به محض فشار دادن یکی از کلیدها، لامپ جهت نما خاموش می شد. در صورتی که آزمودنی جهت تحریک را

یافته ها

شدت تقریباً ۷۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی به حداقل میزان خود می‌رسد و پس از آن تا پایان فعالیت، دوباره افزایش می‌یابد (نمودار ۱) (جدول ۱ و ۲). همان‌طور که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود، منحنی تغییرات زمان واکنش انتخابی آزمودنیها در شدتهای متفاوت فعالیت، به شکل تقریباً U است که

یافته‌های تحقیق نشان دادند که تفاوت معناداری بین میانگین نمره‌های زمان واکنش انتخابی آزمودنیها در شدتهای متفاوت وجود دارد ($p < 0/05$)؛ بدین معنا که زمان واکنش آزمودنیها در ابتدای فعالیت نسبت به سطح استراحتی، افزایش و سپس کاهش می‌یابد و در

جدول ۱. نتایج مربوط به آزمون ماخلی

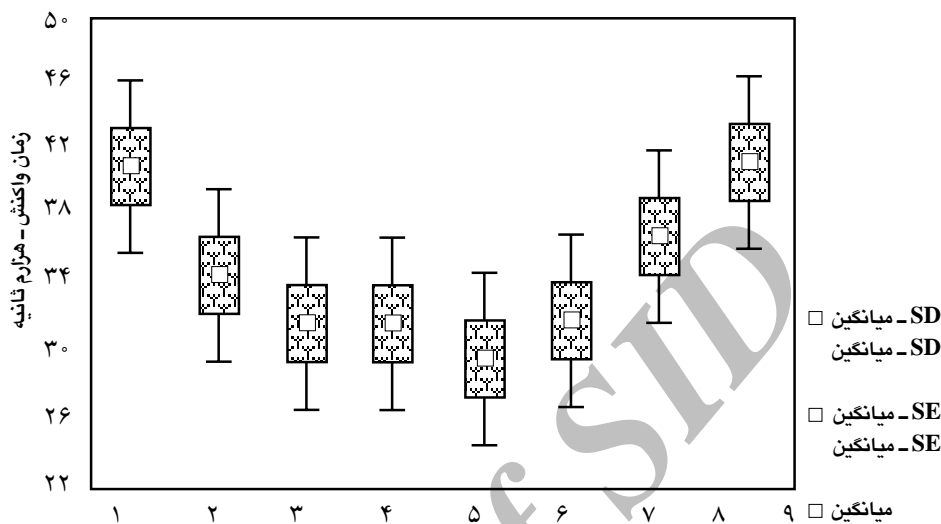
نتیجه	احتمال پذیرش (p)	درجه آزادی	ماخلی Mauchlysw	شاخص آماری متغیر
فرض همگی واریانس‌ها رد می‌شود.	۰/۰۰۱	۲۷	۰/۰۰۱	زمان واکنش انتخابی

جدول ۲. نتایج مربوط به آزمون هانیه - فلت (HF)

نتیجه	احتمال پذیرش (p)	F محاسبه شده	میانگین مجذورات	مجموع مجذورات	درجه آزادی (df)	شاخص آماری متغیر
تفاوت معنادار است	۰/۰۰۰	۱۰/۰۰۷	۳/۲۸۶	۰/۱۲۰	۰/۶۴۴	بین مرحله‌ای
			۳/۲۸۴	۰/۱۳۲	۴۰/۰۸	درون مرحله‌ای

جدول ۳. نتایج آزمون t وابسته در مورد نمره‌های زمان واکنش انتخابی قبل از شروع فعالیت و در بار کار مربوط به حداقل زمان واکنش

نتیجه	احتمال پذیرش (p)	t محاسبه شده	درجه آزادی (df)	انحراف استاندارد	میانگین (هزارم ثانیه)	تعداد	شاخص آماری متغیر
تفاوت معنادار است	۰/۰۲۶	۲/۵۷۲	۱۱	۰/۰۲۶۳	۰/۲۸۶	۱۲	قبل از شروع فعالیت
				۰/۰۴۷۳	۰/۲۹۷	۱۲	شدت ۷۰٪ Vo2max



نمودار ۱. تغییرات زمان واکنش در شدت‌های متفاوت فعالیت

زمان واکنش - هزارم ثانیه

جدول ۴. نتایج مربوط به آزمون ضریب همبستگی پیرسون

متغیرها	r محاسبه شده	احتمال پذیرش (p)	نتیجه
زمان واکنش انتخابی	۰/۱۲۴	۰/۲۲۸	ارتباط معنادار نیست
ضربان قلب			

نرسیده است و تقریباً هشت درصد بیشتر از آن است. (جدول ۳).

نتایج مربوط به ضریب همبستگی بین نمره‌های زمان واکنش انتخابی و ضربان قلب آزمودنی‌ها هنگام اجرای فعالیت در شدت‌های متفاوت، ارتباط معناداری را نشان نداد ($r = 0/124$) (جدول ۴). ضربان قلب در طول فعالیت به طور خطی افزایش یافت در صورتی که تغییرات زمان واکنش، منحنی U شکلی را طی کرد.

نشاندهنده کاهش تدریجی زمان واکنش تا شدت ۷۰ درصد و افزایش تدریجی مجدد آن بعد از این شدت است.

علاوه بر این، نتایج پژوهش نشان می‌دهند که بین میانگین نمره‌های زمان واکنش انتخابی آزمودنی‌ها قبل از شروع فعالیت و در بار کار مربوط به حداقل زمان واکنش، تفاوت معناداری وجود دارد ($p < 0/05$). این موضوع نشان می‌دهد، حداقل زمان واکنش هنگام اجرای فعالیت هنوز به مقدار استراحتی

جدول ۵. شاخص‌های آماری مربوط به بار کار مربوط به آستانه لاکتات

خطای معیار میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	تعداد آزمودنی	شاخص آماری متغیر
۰/۹۲۴	۳/۲۰۲	۶۲/۲۵ درصد Vo2max	۱۲	بار کار مربوط به آستانه لاکتات (بر مبنی درصدی از VO2max)

(۲۰۰۰) که هیچ تغییری در زمان واکنش هنگام فعالیت مشاهده نکردند، همخوانی ندارد. ممکن است که علت این ناهمخوانی، روشهای استفاده شده در این تحقیقات و جنسیت آزمودنیها باشد، زیرا در تمام این تحقیقات آزمودنیها مرد بودند، اما در تحقیق حاضر آزمودنیها دختران دانشجو بودند. کولاردو و همکارانش (۲۰۰۱) نیز در تحقیقی دریافتند که زمان واکنش ساده در ابتدای فعالیت زیر بیشینه با شدت ثابت در آستانه تهویه ای افت می کند، اما بعد از ۴۰ دقیقه بهبود می یابد. این یافته تا حدودی با نتایج تحقیق حاضر همسوست. با وجود این ممکن است که فعالیت بدنی به کار گرفته شده در تحقیق آنها (۹۰ دقیقه دویدن به طور مداوم در آستانه تهویه ای) و نیز استفاده از آزمون زمان واکنش ساده موجب تفاوتی با نتایج تحقیق حاضر شده باشد.

یافته دیگر تحقیق نشان می دهد که میانگین بهترین زمان واکنش انتخابی هنگام اجرای فعالیت، تقریباً هشت درصد بیشتر از مقدار آن در حالت استراحت است. این یافته، نتایج چمورا و نزار (۱۹۹۴) را در این خصوص تأیید نمی کند. آنها بیان داشتند که حداقل زمان واکنش در شدت ۷۵ درصد تقریباً ۸۷ درصد مقدار آن در حالت استراحت است؛

بهترین زمان واکنش در ضربان قلب تقریباً (۱۷۰ ضربه در دقیقه) ۸۶ درصد ضربان قلب بیشینه حاصل شد. همچنین، آزمودنیها به طور میانگین در شدت ۷۰ درصد VO2max تقریباً هشت درصد بیشتر از شدت مربوط به آستانه لاکتات (۶۲/۲۵ درصد VO2max) به بهترین زمان واکنش خود دست یافتند (جدول ۵). این نتیجه نشان می دهد که آزمودنیها بعد از رسیدن به آستانه لاکتات بهترین زمان واکنش را کسب کرده اند.

بحث و نتیجه گیری

بررسی نتایج نشان می دهد که ابتدای فعالیت، زمان واکنش انتخابی نسبت به مقدار استراحتی افزایش می یابد و سپس با افزایش بار کار تا شدت تقریباً ۷۰ درصد VO2max به طور تدریجی کاهش خواهد یافت. ولی بعد از آن دوباره افزایش می یابد. این نتایج با یافته های چمورا و نزار (۱۹۹۴)، مینی بر اینکه زمان واکنش با افزایش بار کار تا شدت ۷۵ درصد VO2max کاهش می یابد، تقریباً همسوست، اما با یافته های بندر و مک گلین (۱۹۷۶) و نیز مالومسوکي و اسمودیس (۱۹۷۰) که بیان کردند، با افزایش شدت فعالیت، زمان واکنش به طور تدریجی افزایش می یابد و همچنین با یافته های مک موریس و همکارانش

1. Malomsoki & Szmudis (1970)

به آستانه لاکتات رسیدند. این موضوع نشان می‌دهد که بار کار مربوط به حداقل زمان واکنش تقریباً هشت درصد بیشتر از بار کار مربوط به آستانه لاکتات است. این یافته نیز با نتایج جمورا و نزار (۱۹۹۴) تقریباً همسوست. آنها بیان کردند که بار کار و ضربان قلب مربوط به حداقل زمان واکنش، به طور معناداری بیشتر از بار کار و ضربان قلب مربوط به آستانه لاکتات بود.

هنگام فعالیت بدنی، بهبود اجرای یک مهارت شناختی را می‌توان از طریق تأثیر مثبت برانگیختگی افزایش یافته ناشی از فعالیت و نیز فعال سازی سیستم عصبی مرکزی توجیه کرد. برانگیختگی افزایش یافته ناشی از فعالیت نیز با افزایش ضربان قلب؛ افزایش تنفس و تهویه و ریوی؛ افزایش کاتکولامینها و نیز افزایش امواج عصبی مغزی ارتباط دارد. طبق نظریه U وارونه، بهترین اجرای شناختی نیز با سطح برانگیختگی بهینه ناشی از فعالیت ارتباط دارد. این تأثیر سودمند با نظریه استربروک (بهره‌گیری از نشانه‌ها) توجیه می‌شود. طبق این نظریه، افزایش تدریجی در برانگیختگی باعث یاریکی ادراکی می‌شود و محرکهای محیطی نامربوط حذف می‌شوند که پیرو آن، توجه به نشانه‌های مربوط به فعالیت بیشتر می‌شود. بنابراین، اجرا بهبود می‌یابد و هنگامی که برانگیختگی تا نقطه‌ای افزایش یابد که محرکهای محیطی مربوط نیز حذف می‌شوند، اجرا آسیب می‌بیند [۱۵]. تأثیر مثبت انگیزتگی، اغلب به یک عامل فیزیولوژیک یا عصبی فیزیولوژیک مربوط می‌شود که تحت تأثیر فعالیت قرار دارد. احتمال دارد که برخی از این عاملها شامل افزایش دمای مرکزی بدن، جریان خون قشر مغز یا افزایش کاتکولامینها باشند. افزایش قابل توجه ضربان قلب هنگام فعالیت نیز، می‌تواند به عنوان شاخص افزایش در

یعنی حدود ۰/۰۴۵ ثانیه کمتر از آن است. شاید دلیل این ناهمخوانی، تفاوت روش آنها با تحقیق حاضر باشد که محققان از یک فعالیت فزاینده به طور متناوب با فاصله‌های استراحت یک دقیقه‌ای روی دوچرخه کارسنج استفاده کردند [۱۲]. در صورتی که فعالیت مورد نظر در تحقیق حاضر، دوییدن روی نوار گردان بدون فاصله‌های استراحتی و به طور فزاینده بود. نتایج دیگر به دست آمده از پژوهش حاضر نشان می‌دهد که بین تغییرات زمان واکنش انتخابی و ضربان قلب ارتباط معناداری ($r = 0/124$) وجود ندارد و به طور متوسط، بهترین زمان واکنش در شدت تقریباً ۸۶ درصد ضربان قلب بیشینه یا در (۱۷۰ ضربه در دقیقه) ضربه در دقیقه حاصل شده است. از طرف دیگر، لوبیت و گوتین (۱۹۷۱) در تحقیقی اعلام داشتند، سریع‌ترین زمان واکنش آزمودنیها وقتی بود که ضربان قلب آنها هنگام تمرین به ۱۱۵ ضربه در دقیقه رسید. آنها بیان داشتند، تکالیفی که تا حد زیادی مستلزم پردازش اطلاعات هستند، در سطوح فعالیت با شدت پایین (۱۱۵ ضربه) در دقیقه اجرای بهتری دارند و در سطوح بالاتر (۱۷۵ ضربه در دقیقه) اجرا، ضعیف‌تر شدند [۱۸]. بندر و مک‌گلین نیز به این نتیجه رسیدند که بهترین زمان واکنش در شدت ۴۰ درصد ضربان قلب بیشینه به دست می‌آید [۱۱]. نتایج تحقیق حاضر، یافته‌های آنها را تأیید نمی‌کند. همچنین، چمورا و نزار (۱۹۹۴) اعلام کردند که ضربان قلب مربوط به بهترین زمان واکنش، تقریباً ۱۶۴ ضربه در دقیقه است [۱۲]. بنابراین، نتایج تحقیق حاضر تقریباً با آن هم‌راستا هستند و دلیل احتمالی این تفاوت اندک نیز ممکن است که جنسیت آزمودنیها باشد، زیرا محققان از آزمودنیهای مردان جوان استفاده کردند. یافته‌های دیگر تحقیق نشان می‌دهد که آزمودنیها در بار کار تقریباً ۶۲ درصد VO_{2max}

برانگیختگی توجیه شود. نتایج تحقیق حاضر، مبنی بر بهبود زمان واکنش هنگام اجرای فعالیت نیز اهمیت عاملهای انگیزش را در روابط بین فعالیت و فرایندهای شناختی تأیید می‌کند.

افزایش زمان واکنش در شروع فعالیت، تأثیر منفی تکلیف دوگانه را هنگام تمرین نشان می‌دهد و مبین آن است که مرحله اول دوییدن روی نوار گردان، می‌تواند به عنوان یک دوره تطبیقی که به توجه نیاز دارد، در نظر گرفته شود. در مرحله اول آزمون، دلیل احتمالی افزایش قابل ملاحظه در زمان واکنش این است که حرکت روی نوار گردان در دقیقه‌های نخست به صورت خود سازمانی انجام نمی‌شود و به توجه نیاز دارد [۱۴]. بنابراین، محدود بودن توجه برای اجرای دو تکلیف همزمان دوییدن روی نوار گردان و زمان واکنش، باعث آسیب رساندن به اجرا می‌شود، اما پس از آن به توجه کمتری نیاز دارد و اجرا بهبود می‌یابد.

چمورا و همکارانش در تحقیق دیگری در سال ۱۹۹۸ بیان کردند که فعالیت کورتکس مغز با افزایش حجم تمرین به تدریج افزایش می‌یابد تا به سطح بهینه خود برسد و در ادامه افزایش حجم، سبب افت آن می‌شود [۱۳].

تأثیر فعالیت بر عملکرد مغز از طریق آزمایش حیوانی صورت گرفته است. فعالیت، منجر به افزایش مقادیر کلسیم پلاسما و سپس از پلاسما به مغز منتقل می‌شود. این فرایند به نوبه خود، ترکیب و سنتز دوپامین مغز را از طریق یک سیستم وابسته به کالمودولین افزایش می‌دهد و مقادیر افزایش یافته دوپامین، عملکردهای متفاوت مغز را هماهنگ و یکپارچه می‌سازد [۲۲]. این موضوع می‌تواند توجیه خوبی برای افزایش سرعت پردازش اطلاعات باشد که در سیستم عصبی مرکزی رخ می‌دهد و نتیجه آن،

بهبود زمان واکنش است. در این تحقیق، بار تمرین مربوطه به حداقل زمان واکنش از آستانه لاکتات فراتر رفته است که نشان می‌دهد، شاید انگیزتگی ناشی از فعالیت در آستانه لاکتات و پایین تر از آن، به مقدار بهینه خود نرسیده باشد. افزایش اسید لاکتیک درون ماهیچه ممکن است که افزایش انعکاسی درون دادهای سمپاتیکی را برای افزایش کاتکولامینها تحریک کند [۱۳]، افزایش کاتکولامینها خو شاخصی از برانگیختگی است که پیرو آن آثار مثبت نیز ظاهر می‌شود. از این رو، بهبود زمان واکنش بعد از آستانه لاکتات رخ می‌دهد. چمورا و نزار (۱۹۹۴) رابطه U شکلی را بین غلظت اسید لاکتیک پلاسما و زمان واکنش به دست آورند و بیان داشتند که بهترین زمان واکنش به طور معناداری بیشتر از آستانه لاکتات قرار دارد [۱۲].

این نتیجه نشان می‌دهد که به افزایش اسید لاکتیک تا حد مشخصی فراتر از آستانه لاکتات، زمان واکنش بهبود می‌یابد و پس از آن افزایش اسید لاکتیک سبب افت اجرا می‌شود. همین وضعیت در مودر کاتکولامینها نیز صدق می‌کند و نتایج تحقیق حاضر نیز این یافته‌ها را تأیید قرار می‌کنند. با توجه به نتایج تحقیق، به طور خلاصه می‌توان گفت که با وجود عاملهای منفی، از جمله اثر تکلیف دوگانه و نیز تغییرات فیزیولوژیک، اثر مثبت انگیزتگی ناشی از فعالیت می‌تواند موجب بهبود یک مهارت ادراکی- حرکتی همچون زمان واکنش انتخابی هنگام اجرای یک فعالیت درمانه‌یاز شود، به شرط آنکه این انگیزتگی، در مقدار بهینه و مطلوبی باشد. بنابراین، شدت فعالیت را باید طوری تنظیم کرد که انگیزتگی مطلوب در فرد ایجاد شود تا تصمیم‌گیری، سرعت پردازش اطلاعات و عکس العمل وی دچار اختلال نشود.

منابع و مأخذ

۱. مگیل، ریچارد، (۱۳۸۰)، یادگیری حرکتی و مفاهیم و کاربردها، مترجم: سیدمحمدکاظم واعظ موسوی و معصومه شجاعی، تهران، خانه، ص ۴۳۶.
۲. ویلمور، جک، اج، کاسیتل. دیوید، ال، (۱۳۷۸)، فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی، مترجم: ضیاء معینی و همکارانش، تهران، میتکران.
۳. سندگل، حسین، (۱۳۷۲)، فیزیولوژی ورزش، انتشارات کمیته ملی المپیک، چاپ اول.
۴. رسایی، جواد. کائینی، عباسعلی، ناظم، فرزاد، (۱۳۷۳)، سازگاری هورمون و ورزش، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.
۵. کائینی، عباسعلی، (۱۳۸۴)، فیزیولوژی ورزشی، انتشارات دانشگاه پیام نور
۶. وین سنت، ویلیام جی، (۱۳۷۸)، آمار در تربیت بدنی و علوم ورزشی، مترجم: وازگن میناسیان، انتشارات سازمان تربیت بدنی.
۷. سرمد، زهره. بازرگان، عباس. حجازی، الهه، (۱۳۷۹)، روشهای تحقیق در علوم رفتاری، انتشارات آگه.
۸. کوهن، لوئیس. هالیدی، میشل، (۱۳۷۸)، آمار در علوم تربیتی و تربیت بدنی، مترجم: علی دلاور، چاپ دوم، تهران، رشد.
۹. سیدالحینی، مهدی، (۱۳۷۹)، تأثیر دو نوع تمرینات ذهنی و بدنی بر زمان واکنش (ساده و انتخابی) دانشجویان پسر غیر نخبه دانشگاه تربیت بدنی دانشگاه تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
۱۰. میرزایی، بهنام، (۱۳۷۹)، بررسی تأثیر دو نوع برنامه منتخب گرم کردن بر غلظت اسید لاکتیک خون متعاقب یک فعالیت شدید بیشینه، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
11. Bender. V. L, McGlynn.G.H. (1976). the Effect of Various Levels of strenuous to Exhaustive Exercise on Reaction Time. *Europ. J. Appl. physiol.* (976). 35: 95 - 101.
12. Chmura. J, Nazar. K. (1994). Choice Reaction Time during graded exercise in relation to blood Lactate and plasma catecholamine thresholds. *Int.J. sport Med.* (1994). 15: 172 - 176.
13. Chmura. J, krysztofiak. H, nazar. K. (1998). psychomotor performance during prolonged exercise above and below the blood lactate threshold. *Eur J Appl physiol* (1998). 77: 77 - 80.
14. Collordeau. M. Brisswolter. J. (2001). Effects of a prolonged run on simple reaction time of weel trained runners. *Perceptual and motor skills.* (2001). 93: 679 - 689.
15. Gill. L. Diane. (2000). *Psychological Dynamics of sports and exercise.* 2ed Human Kinetics.
16. Genovey. H, Stamford. BA. (1982). effects of prolonged warm up exercise above and below anaerobic threshold maximal performance. *European physiology applied.* 48(3).
17. Kosinski, R. (1999). A literature review on reaction time. www.biae.clemson.edu
18. Levitt. S, Gutin. B. (1971). Multiple choice reaction time and movment time during physical exertion. *Research Quarterly.* 42: 405 - 410.
19. Mcmorris. T. Sproule. J. (2000). Performance of a psychomotor skill following rest, exercise at the plasma epinephrine threshold and maximal intensity exercise, perceptual and motor skills. 2000. 91: 553 - 562.
20. Malomsoki. J, Szmodis. I. (1970) Visual response time changes in athletes during physical effort. *Int. Z. angew. physiol.* 29: 65 - 72.
21. Oweis, P. Spinks, W. (2001). Biopsychological, affective and cognitive responses to acute physical aciatity. *J sports Med PHYS Fitness* 2001. 41: 528 - 38.
22. Sutoo. D, Akiyama. K. (2003). Regulation of brain function by exercise *Neurobiology of Disease* (2003). 13: 1 - 14.