دانشگاه شهید بهشتی
فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی
بهار و تابستان ۱۳۹۷، دوره ۱۱، شماره ۱، صفحه‌های: ۴۴-۲۹

تاثیر هشت هفته تمرین عضلات تنفسی با دو پروتکل متفاوت بر فاکتورهای عملکردی و ریوی بازیکنان فوتبال

عبدالرحمن نجفی[۱]*، خسرو ابراهیم[۲]، سجاد احمدی‌زاد[۲]، غلامرضا جهانی قیه‌قشلاق[۲]

[۱] دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

[۲] گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی زنجان واحد ابهر، زنجان، ایران

دریافت مقاله: ۹۵/۱۰/۲۶ اصلاح مقاله: ۹۶/۸/۶ پذیرش مقاله: ۹۶/۹/۱۲

هدف: هدف این تحقیق بررسی تاثیر هشت هفته تمرین عضلات تنفسی با دو پروتکل متفاوت بر فاکتورهای ریوی و عملکردی بازیکنان فوتبال است.

روش‌ها: سی فوتبالیست آماده و جوان (۱۶ تا ۱۹ ساله) به ۳ گروه تجربی A، تجربی B و کنترل تقسیم شدند. هر ۳ گروه تمرین عادی فوتبال ۵ روز در هفته خود را داشتند. همه گروه‌ها ۵ بار در هفته و ۲ بار در روز به تمرین عضلات تنفسی پرداختند. در هر جلسه تمرین عضلات تنفسی گروه تجربی A تعداد ۳۰ نفس را در ۵۵ درصد دم بیشینه (MIP)، تجربی B تعداد ۵۰ نفس را در ۴۰ درصد MIP و گروه کنترل تعداد ۳۰ نفس را در ۱۵ درصد MIP انجام دادند. آزمون‌های MIP، اسپیرومتری، یویو سطح یک، آزمون وامانده‌ساز تناوبی استقامتی (RHIET) و آزمون رست قبل و بعد از هشت هفته تمرین عضلات تنفسی انجام شد. برای تحلیل داده‌ها از آنوای یک‌طرفه استفاده شد.

نتایج: در این پژوهش نشان داده شد که هشت هفته تمرین عضلات تنفسی MIP، مسافت دویدن را افزایش و سطح لاکتات خون، میزان درک فشار، درک تنگی نفس و شاخص خستگی دوی سرعت مکرر را در گروه های تجربی A و B در مقایسه با گروه کنترل کاهش داد ($P<0/05$) اما تاثیری بر VC، FVC، FEV1، PEF، MVV، میانگین توان و اوج توان نداشت ($P>0/05$).

نتیجه‌گیری: نتایج این تحقیق نشان داد تمرین عضلات تنفسی تاثیر مثبتی بر عملکرد بدنی بازیکنان فوتبال دارد و می‌تواند بخشی از برنامه بدن‌سازی پیش‌فصل فوتبال باشد.

واژه‌های کلیدی: مسافت دویدن، لاکتات، اکسیژن بیشینه مصرفی

* نویسنده مسئول: عبدالرحمن نجفی، شماره تماس: ۰۹۱۲۰۲۱۳۴۸۹، ایمیل: ab_najafi@sbu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تمرین عضلات تنفسی[1] (RMT) که به‌طور گسترده‌ای در سه دهه گذشته مورد بررسی قرار گرفته برای افزایش عملکرد عضلات تنفسی و جلوگیری یا به تاخیر انداختن خستگی به‌ویژه در دیافراگم که در طول تمرین با شدت زیاد رخ می‌دهد به کار گرفته می‌شود. RMT ظرفیت ورزشی را در گروه‌های مختلف ورزشکاران بهبود می‌بخشد. زیرا از خستگی عضلات تنفسی جلوگیری می‌کند یا آن را به تاخیر می‌اندازد که به نوبه خود باعث کاهش جریان خون رقابتی بین عضلات تنفسی و حرکتی شده و باعث افزایش کارایی جریان خون در عضلات حرکتی در طول ورزش و نهایتاً افزایش کارایی انتقال اکسیژن به این عضلات می‌شود. به عبارت دیگر، RMT در طول فعالیت بدنی به‌طور بالقوه‌ای عضلات تنفسی را مقاوم به خستگی کرده و از لحاظ مکانیکی آنها را کاراتر می‌سازد. بنابراین این عضلات نیاز به کسر زیادی از برون‌ده قلبی نخواهند داشت تا از این طریق از هرگونه تاثیر بازخورد سمپاتیکی بر عروق عضلات حرکتی جلوگیری شود. مشابه با تمرین استقامتی عضلات حرکتی، RMT آنزیم‌های اکسایشی را افزایش و تغییراتی را در نسبت و اندازه نوع تار عضلات تنفسی ایجاد می‌کند که باعث بهبود ظرفیت هوازی عضلات اصلی و کمکی تنفسی شده و متابولیسم هوازی و انتقال اکسیژن را در این عضلات افزایش می‌دهد (۱ و ۲). به‌علاوه، تحقیقات نشان داده‌اند که RMT از طریق کاهش میزان درک تنگی نفس[2] (RPB)، کاهش میزان درک تلاش[3] (RPE)، کاهش پدیده بازخورد متابورفلکس، کاهش تولید لاکتات و افزایش فاصله دویدن منجر به افزایش عملکرد ورزشی می‌شود (۳ و ۶). مهمترین عامل تاثیرگذار توسط RMT افزایش آستانه متابورفلکس است که بهبود عوامل عملکردی دیگر ناشی از بهبود این متغیر است. به عبارت دیگر، با افزایش آستانه متابورفلکس خستگی دیافراگم در شدت بالاتری از ورزش اتفاق می‌افتد. به‌علاوه، بعد از RMT پاسخ‌های ادراکی (میزان درک تلاش و درک تنگی نفس) حتی در طول فعالیت زیربیشینه کاهش پیدا می‌کنند که منجر به حفظ سرعت و طول گام می‌شود و به نوبه خود بر مسافت دویدن تاثیر مطلوبی دارد. از طرف دیگر زمان بازیافت بین دوهای سرعت تکراری را کاهش می‌دهد (۲). فوتبال حرفه‌ای امروزه یکی از محبوب‌ترین و از لحاظ بدنی دشوارترین ورزش‌ها در دنیاست. یک ورزش تناوبی که نیاز به وهله‌های فعالیت پرشدت با دوره‌های بازیافت فعال و غیرفعال دارد و عملکرد منسجم در دوهای سرعت مکرر نیازمند بازیافت کافی بین آنهاست (۷ و ۸). در طول فعالیت شدید (دوهای سرعت و غیره) عضلات تنفسی[4] (RM) فعال‌تر از حالت استراحت هستند و به همین خاطر نیازمند حجم‌های قابل‌توجهی از کار متابولیکی بوده تا تنفس را به‌طور موثری حفظ کنند (۹). حدود ۵۱ درصد از بازی فوتبال بالای آستانه لاکتات (۷۵ درصد VO_2max) انجام می‌شود که ۳۰ درصد از این مقدار بالاتر از ۸۵ درصد VO_2max (خستگی دیافراگم اثبات‌شده در آزمون دوچرخه) است. به‌عبارت دیگر، ۳۰ دقیقه از زمان بازی فوتبال در دامنه خستگی دیافراگم قرار دارد که می‌تواند عملکرد در فوتبال را به‌طور قابل‌توجهی کاهش دهد (۱۰). بیشتر بررسی‌هایی که در حوزه RMT انجام شده‌اند اساساً روی فعالیت‌های استقامتی (یعنی دوی استقامت، سه‌گانه، قایق‌رانی و دوچرخه‌سواری) و افزایش عملکرد زمانی (تایم تریل[5]) تمرکز کرده‌اند و تاثیر RMT روی ورزشکاران رشته‌های تیمی مانند فوتبال، بسکتبال، فوتسال و هندبال کمتر گزارش شده است. از طرفی تنها یک پروتکل شناخته‌شده (۳۰ تکرار در ۶۰-۵۰ درصد فشار دمی حداکثر) برای تمرین عضلات تنفسی وجود دارد و این احتمال می‌رود که پروتکل تمرینی با تعداد تکرارهای بیشتر (۵۰ تکرار) در شدت پایین‌تر (۴۰ درصد فشار دمی حداکثر) شباهت بیشتری به الگوی حرکتی خود ورزش در هنگام وهله‌های فعالیت شدید

www.SID.ir

Archive of SID

(افزایش تعداد تنفس به ۴۰ تا ۵۰ بار در دقیقه) داشته باشد (۱۱). بنابراین این پرسش مطرح می‌شود که آیا هشت هفته RMT با دو پروتکل متفاوت بر فاکتورهای عملکردی و ریوی بازیکنان فوتبال آماده، تاثیرگذار است؟

روش پژوهش

آزمودنی‌های پژوهش

آزمودنی‌های این تحقیق شامل ۳۰ نفر از بازیکنان تیم فوتبال مقاومت تهران بودند که در لیگ دسته اول جوانان تهران حضور داشتند. آنها در دامنه سنی ۱۶ تا ۱۹ سال قرار داشتند و به‌طور تصادفی به سه گروه تقسیم شدند: گروه تجربی A، گروه تجربی B و گروه کنترل. از تمام آزمودنی‌ها درخواست شد تا پرسش‌نامه سلامت و سابقه پزشکی و همچنین رضایت‌نامه شرکت در آزمون را قبل از شرکت در تحقیق تکمیل کنند. همچنین برای آشناسازی آزمودنی‌ها با روند کار تمام فرآیند آزمون و نحوه اندازه‌گیری‌ها برای آنها توضیح داده شد.

جدول ۱. ویژگی فردی آزمودنی‌ها (میانگین ± انحراف معیار)

متغیرها / گروه ها	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	درصد چربی بدن	شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)
تجربی A	۱۶/۵۰ ±۰/۷۲	۱۷۵/۳۱±۵/۹۰	۶۵/۰۷ ±۶/۲۱	۱۳/۱۷ ±۲/۲۱	۲۱/۲۵ ±۱/۵
تجربی B	۱۶/۷۱ ±۰/۵۵	۱۷۴/۷۵±۵/۳۷	۶۴/۳۵ ±۶/۰۲	۱۳/۲۶±۲/۴۹	۲۱/۱۲ ±۱/۷
کنترل	۱۶/۶۸±۰/۸۰	۱۷۵/۶۴±۵/۳۲	۶۵/۶۰ ±۵/۸۶	۱۳/۲۴±۲/۸۱	۲۱/۳۶ ±۱/۸

پروتکل پژوهش

آزمودنی‌ها در اولین جلسه با روش و پروتکل تمرینی و کار با دستگاه پاوربریز[۶] برای تمرین عضلات تنفسی آشنا شدند و ویژگی‌های آنتروپومتریکی و ترکیب بدنی آنها اندازه‌گیری شد. همچنین در ابتدا قدرت عضلات تنفسی با استفاده از دستگاه پاوربریز نوع K (۱۱) و سپس ظرفیت‌های عملکردی ریوی با استفاده از اسپیرومتر[۷] اندازه‌گیری شد.

در جلسه دوم، آزمون برآورد توانایی دوی سرعت مکرر (RAST)[۸] نیز انجام شد (۱۲).

در جلسه سوم، آزمودنی‌ها آزمون بازگشت به حالت اولیه Yo-Yo سطح یک[۹] را برای اندازه‌گیری مسافت دویدن و VO_2max انجام دادند (۱۳).

در جلسه چهارم، آزمودنی‌ها آزمون تناوبی استقامتی[۱۰] (RHIET) را انجام دادند (۱۴). برای ریکاوری کامل از آزمون، فاصله بین آزمون‌ها از همدیگر ۴۸ ساعت در نظر گرفته شد و سعی شد آزمون‌ها قبل و بعد از دوره تمرینی برای جلوگیری از تاثیر زمان‌های مختلف، هر روز در یک زمان مشخص انجام شود.

بعد از انجام این جلسات آزمودنی‌ها به مدت هشت هفته، ۵ روز در هفته و ۲ مرتبه در روز با دستگاه پاوربریز نوع پلاس[۱۱] تمرین عضلات تنفسی داشتند. فاصله زمانی ۲ مرتبه در روز حداقل ۶ ساعت برای جلوگیری از خستگی عضلانی در نظر گرفته شد. هر جلسه تمرینی از ۳۰ تنفس در ۶۰-۵۰ درصد[۱۲] MIP (فشار دمی بیشینه) برای گروه تجربی A، ۵۰ تنفس در ۴۰ درصد MIP برای گروه تجربی B و در ۱۵ درصد MIP (که تاثیری بر افزایش قدرت و استقامت عضله تنفسی نخواهد داشت) برای گروه کنترل تشکیل شد.

بعد از انجام هشت هفته RMT تمام آزمون‌های انجام‌شده در پیش‌آزمون دوباره به همان ترتیب تکرار شدند. ساعت تمرین عضلات تنفسی به ترتیب ۸ صبح و ۴ بعد از ظهر بود و تمرین اصلی فوتبال نیز هر روز ساعت ۴ تا ۶ بعد از ظهر انجام می‌شد. تمرین دوم عضلات

www.SID.ir

Archive of SID

تنفسی قبل از شروع تمرین فوتبال انجام می‌شد.

اندازه‌گیری قد، ترکیب بدنی و حجم‌های ریوی: پس از اندازه‌گیری قد و ترکیب بدنی، حجم‌های ریوی آزمودنی‌ها نیز در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری حجم‌های ریوی آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه اسپیرومتر (میکرولب-اسپیرومتری، آمریکا[۱۳]) ۳ مرتبه انجام و بهترین عملکرد آنها ثبت شد. متغیرهای ریوی مورد بررسی در این پژوهش یعنی ظرفیت حیاتی[۱۴] (VC)، ظرفیت حیاتی اجباری[۱۵] (FVC)، حداکثر تنفس ارادی[۱۶] (MVV)، حجم هوای بازدم در ثانیه اول از ظرفیت حیاتی اجباری[۱۷] (FEV1.0) و عملکردهای جریان بازدمی اوج[۱۸] (PEF) از داده‌های ثبت‌شده جمع‌آوری شد.

اندازه‌گیری قدرت (MIP) و تمرین عضلات تنفسی با استفاده از دستگاه پاوربریز: فشار دمی بیشینه (MIP) با دستگاه پاوربریز نوع K (پاوربریز کی‌اچ‌وان، بریتانیا[۱۹]) اندازه‌گیری شد. از دو روش برای تعیین شدت دستگاه برای تمرین عضلات تنفسی استفاده می‌شد. در روش اول ۵۰ الی ۶۰ درصد MIP تعیین‌شده برای گروه تجربی A، ۴۰ درصد MIP برای گروه تجربی B و ۱۵ درصد MIP برای گروه کنترل روی دستگاه پاوربریز نوع پلاس (پاوربریز پلاس، بریتانیا[۲۰]) (دستگاه تمرین عضلات تنفسی) اعمال شد. شدت تمرینی تعیینی برای گروه کنترل صرفا با این روش قابل انجام بود.

در روش دوم شدت تمرین با استفاده از تکرار تنفس تا خستگی عضلات تنفسی تعیین شد. ۳۰ تکرار تا مرز خستگی عضلات تنفسی معادل ۶۰-۵۰ MIP و ۵۰ تکرار معادل ۴۰ درصد MIP بود. تنفس به شکل دم‌های عمیق و سریع ۲-۱ ثانیه‌ای با بازدم‌های ۴-۳ ثانیه‌ای انجام می‌شد. شدت تمرینی هر هفته برای گروه A و B افزایش می‌یافت اما برای گروه کنترل تا پایان دوره تمرینی ثابت بود (۱۱).

در ابتدا و انتهای تمرین از روش اول برای اندازه‌گیری قدرت عضلات تنفسی و همچنین تعیین شدت اولیه استفاده شد و از روش دوم هم برای تمرین و افزایش مقاومت در طول هشت هفته استفاده شد. در ضمن تمام جلسات تمرین با نظارت کامل انجام شد.

اندازه‌گیری VO_2max و مسافت دویدن با استفاده از آزمون یویو سطح یک: این آزمون از فواصل دویدن ۴۰ متری (۲۰+۲۰ متری) و راه رفتن ۱۰ متری (۵+۵ متری) و زمان ۱۰ ثانیه استراحت بین هر تکرار تشکیل می‌شود که سرعت دویدن به وسیله یک بوق شنیداری تنظیم می‌شود و هر چه مسافت بیشتری طی شود سرعت دویدن بیشتر می‌شود. بازیکنان از قیف اول که حد فاصل ۵ متر را مشخص می‌کند با شنیدن بوق شروع به دویدن می‌کنند. با شنیدن بوق دوم باید پایشان خط انتها را لمس کند. سپس با شنیدن بوق سوم به سمت نقطه شروع می‌دوند و با شنیدن بوق باید خط را قطع کرده باشند. سپس فاصله ۵ متر را راه رفته و سر خط شروع دوباره با شنیدن بوق، می‌دوند. در هر یک از مراحل اگر آزمودنی ۲ بار نتواند خط‌های انتهایی مسافت دویدن را لمس کند مسافت در آن مرحله برای او محاسبه می‌شود (۳، ۱۵).

محاسبه VO_2max از طریق تست Yo-Yo سطح یک (۱۳):

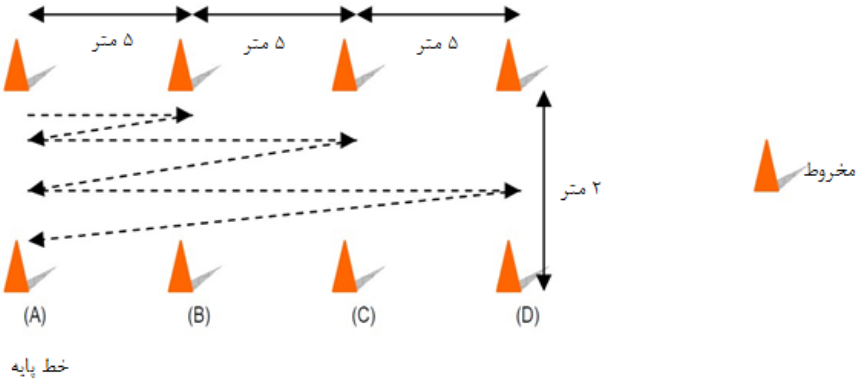
VO_2max (میلی لیتر/دقیقه/کیلوگرم) = IR۱ مسافت (متر) × ۰/۰۰۸۴ + ۳۶/۴

پروتکل تمرین بلندمدت وامانده‌ساز RHIET برای اندازه‌گیری میزان درک فشار، درک تنگی نفس و لاکتات: برای تمرین بلندمدت وامانده‌ساز از آزمون تناوبی استقامتی RHIET به‌عنوان پروتکل تمرینی استفاده شد. الگوی اجرایی آن بدین صورت بود که هشت مخروط در دو ردیف چهارتایی با فاصله دو متر از همدیگر قرار گرفته و در ردیف‌های چهارتایی فاصله مخروط‌ها از یکدیگر پنج متر بود. هر آزمودنی با فرمان شروع، اجرای تمرین را آغاز کرده پنج متر اول را به‌صورت رفت‌وبرگشت انجام داده دوباره از مخروط اول تا مخروط سوم که ۱۰ متر است را

www.SID.ir

Archive of SID

به شکل رفت‌وبرگشت پیموده و در نهایت دوباره تا مخروط چهارم که در فاصله ۱۵ متری قرار دارد رفت‌وبرگشت را انجام می‌داد. در یک بار تکرار این الگوی تمرینی کل مسافت طی‌شده ۶۰ متر است که طی ۳۰ ثانیه انجام می‌شود. هر آزمودنی باید شش بار بدون استراحت در زمان‌های ۳۰ ثانیه‌ای این تست را اجرا می‌کرد که در نهایت کل زمان تست ۱۸۰ ثانیه طول می‌کشید. اگر هر آزمودنی در حین اجرای یک تکرار زودتر از ۳۰ ثانیه رفت‌وبرگشت را کامل می‌کرد باید تا انتهای زمان ۳۰ ثانیه منتظر مانده و سپس مرحله بعدی را آغاز می‌کرد (۱۴).



شکل ۱. آزمون تناوبی استقامتی وامانده‌ساز (RHIET)

در این تحقیق ابتدا لاکتات پایه آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه لاکتومتر (اسکوت، آلمان[۲۱]) از انگشت اشاره اندازه‌گیری شد. آزمودنی‌ها ۳ نوبت RHIET را با فواصل استراحتی ۳ دقیقه انجام دادند. بلافاصله بعد از اتمام هر نوبت ضربان قلب آزمودنی‌ها ثبت شد. همچنین بلافاصله بعد از اتمام نوبت سوم RPE (مقیاس بورگ ۱۵ امتیازی) و RPB (مقیاس بورگ ۱۰ امتیازی) (۶) آزمودنی‌ها جمع‌آوری شد. ۳ الی ۵ دقیقه بعد از اتمام آزمون RHIET اندازه‌گیری لاکتات از انگشت اشاره آزمودنی‌ها انجام شد تا میزان غلظت لاکتات آزمون تعیین شود.

آزمون RAST برای اندازه‌گیری شاخص خستگی، اوج و میانگین توان در دوی سرعت مکرر: آزمون RAST شامل ۶ دوی سرعت (حداکثر) ۳۵ متری با ۱۰ ثانیه ریکاوری بین تکرارها بود. آزمون‌شونده قبل از آزمون وزن‌کشی می‌کرد. سپس بعد از گرم کردن برای انجام آزمون آماده می‌شد. دو مخروط در هر یک انتهای ۳۵ متر تنظیم شده و ۲ آزمون گیرنده یکی برای ثبت رکورد و دیگری برای اندازه‌گیری زمان ۱۰ ثانیه ریکاوری لازم بود. آزمون‌شونده در یک انتهای ۳۵ متر قرار می‌گرفت و با فرمان «برو» با حداکثر سرعت به انتهای دیگر استارت می‌زد و پس از ۱۰ ثانیه ریکاوری، دوی سرعت بعدی را از همان انتها شروع می‌کرد. کار به همین شکل برای ۶ تکرار انجام می‌شد.

در این تحقیق از سیستم سرعت‌سنج فوتوسل (نیوتست پاور، فنلاند[۲۲]) استفاده شد که حاوی نرم‌افزاری بود که تست RAST را بدون نیاز به آزمون گیرنده و کرنومتر اندازه‌گیری و ذخیره می‌کرد.

فرمول‌های تست RAST

توان = وزن بر حسب کیلوگرم ضرب در مسافت به توان ۲ تقسیم بر زمان به توان ۳

توان = (وزن (کیلوگرم) × (مسافت)^{۲}) ÷ (زمان)^{۳}

با توجه به دستورالعمل‌های زیر توان بیشینه، توان حداقل، توان متوسط و شاخص خستگی مشخص می‌شود:

توان بیشینه = حداکثر توان بین ۶ تکرار

www.SID.ir

Archive of SID

توان حداقل = حداقل توان بین ۶ تکرار

توان متوسط = مجموع توان ۶ تکرار تقسیم بر ۶

شاخص خستگی = (توان بیشینه - توان حداقل) ÷ مجموع توان برای ۶ مرحله دویدن (۱۲).

تحلیل آماری

برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ استفاده شد. برای تعیین توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک[۲۳] و در صورت طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آمار پارامتریک استفاده شد. از تحلیل واریانس یک‌طرفه[۲۴] برای وجود تفاوت معنادار استفاده شد. در صورت وجود تفاوت معنادار میان داده‌های ۳ گروه از آزمون تعقیبی توکی برای تعیین محل تفاوت استفاده شد. سطح معناداری نیز (P≤۰/۰۵) در نظر گرفته شد. برای توصیف وضعیت نمونه‌ها از آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) استفاده شد.

نتایج

قدرت عضلات تنفسی و حجم‌های ریوی

نتایج آزمون آماری تحلیل واریانس یک‌طرفه تفاوت معناداری برای MIP بین گروه‌ها نشان داد (P=۰/۰۰۱). نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که گروه‌های A و B تفاوت معناداری با گروه کنترل داشتند (P=۰/۰۰۱) اما تفاوت معناداری بین این دو گروه دیده نشد. همچنین بین مقادیر اندازه‌گیری‌شده VC، FVC، FEV1، PEF و MVV در ۳ گروه اختلاف معنادار مشاهده نشد (P≥۰/۰۵).

جدول ۲. قدرت عضلات تنفسی و حجم‌های ریوی

H	گروه تجربی A		گروه تجربی B		گروه کنترل	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
MIP (سانتی‌متر جیوه)	۱۱۴ ± ۹/۹	*#۱۱ ± ۱۴۵	۱۳ ± ۱۱۱	*#۱۱ ± ۱۴۵	۱۵ ± ۱۱۳	۱۴ ± ۱۲۰
VC (لیتر)	۴/۶۱ ± ۰/۵۸	۰/۵۵ ± ۴/۶۸	۰/۶۸ ± ۴/۸۸	۰/۶۸ ± ۵/۰۰	۰/۶۹ ± ۴/۹۹	۰/۷۱ ± ۴/۹۸
FVC (لیتر)	۰/۵۷ ± ۴/۶۶	۰/۵۹ ± ۴/۶۸	۰/۶۳ ± ۴/۴۷	۰/۶۲ ± ۴/۷۱	۰/۷۴ ± ۴/۸۴	۰/۷۸ ± ۴/۸۸
FEV1 (لیتر)	۰/۴۳ ± ۳/۸۱	۰/۴۱ ± ۳/۸۵	۰/۴۱ ± ۳/۸۵	۰/۴۷ ± ۳/۷۵	۰/۴۰ ± ۳/۷۷	۰/۴۳ ± ۳/۸۶
MVV (لیتر بر دقیقه)	۱۰ ± ۱۲۱	۸ ± ۱۲۲	۱۲ ± ۱۱۸	۹ ± ۱۲۰	۱۲ ± ۱۲۳	۱۰ ± ۱۲۵
PEF (لیتر)	۴۱ ± ۵۱۵	۴۲ ± ۵۲۰	۳۴ ± ۴۹۹	۳۰ ± ۵۰۵	۳۷ ± ۵۰۲	۴۰ ± ۵۰۱

تاثیرمعنادار زمان (P≤۰/۰۵)

* تفاوت معنادار با گروه کنترل (P≤۰/۰۵)

Z تفاوت معنادار بین گروه A و گروه B (P≤۰/۰۵)

جدول ۳. مسافت دویدن و VO2max

	گروه تجربی A		گروه تجربی B		گروه کنترل	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
مسافت دویدن (متر)	۲۶۴ ± ۲۳۸۰	#*۲۸۳ ± ۲۵۹۲	۲۲۴ ± ۲۳۶۸	#*۲۶۷ ± ۲۵۸۰	۳۱۸ ± ۲۳۵۲	۳۶۶ ± ۲۴۶۰
VO2max (میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه)	۲/۲۱ ± ۵۶/۳۹	#*۲/۸۳ ± ۵۸/۱۷	۱/۸۸ ± ۵۶/۲۹	#*۲/۲۵ ± ۵۷/۹۰	۲/۶۷ ± ۵۶/۱۵	۳/۰۸ ± ۵۶/۶۲

تاثیرمعنادار زمان (P≤۰/۰۵)

* تفاوت معنادار با گروه کنترل (P≤۰/۰۵)

Z تفاوت معنادار بین گروه A و گروه B (P≤۰/۰۵)

www.SID.ir

جدول ۴. میزان درک فشار، درک تنگی نفس و لاکتات

	گروه تجربی A		گروه تجربی B		گروه کنترل	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
میزان درک فشار (RPE)	۱۱/۹۰ ± ۲/۳۳	*#۱/۷۶ ± ۸/۷۰	۳/۱۵ ± ۱۴/۲۰	*#۲/۳۷ ± ۱۰/۱۰	۲/۸۳ ± ۱۲/۳۰	۲/۷۶ ± ۱۱/۹۰
میزان درک تنگی نفس (RPB)	۲/۹۰ ± ۱/۶۶	*#۰/۸۰ ± ۱/۱۰	۲/۰۰ ± ۴/۳۵	*#۱/۷۷ ± ۱/۹۰	۱/۷۶ ± ۳/۳۰	۰/۹۱ ± ۳/۲۰
لاکتات (میلی‌مول بر لیتر)	۳/۰۱ ± ۸/۲۰	*#۱/۴۸ ± ۵/۷۹	۴/۷۱ ± ۱۱/۰۱	*#۲/۵۰ ± ۷/۹۸	۲/۷۴ ± ۸/۹۹	۲/۵۵ ± ۹/۳۷

تاثیرمعنادار زمان (P≤۰/۰۵)

* تفاوت معنادار با گروه کنترل (P≤۰/۰۵)

Z تفاوت معنادار بین گروه A و گروه B (P≤۰/۰۵)

جدول ۵. شاخص خستگی، اوج و میانگین توان در دوی سرعت مکرر

	گروه تجربی A		گروه تجربی B		گروه کنترل	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
شاخص خستگی (٪)	۳/۹۳ ± ۱/۶۵	#*۲/۴۷ ± ۰/۷۸	۳/۶۵ ± ۱/۶۰	#*۲/۱۲ ± ۰/۷۱	۳/۵۶ ± ۱/۰۱	۳/۵۷ ± ۱/۱۲
میانگین توان (وات)	۳۲۶/۹۰ ± ۴۵/۰۹	#۳۵۸/۱۰ ± ۵۰/۲۴	۳۲۲/۹۰ ± ۵۶/۰۹	#۳۶۴/۸۰ ± ۵۴/۰۴	۳۱۸/۲۰ ± ۳۷/۹۸	#۳۵۵/۸۰ ± ۴۰/۵۲
اوج توان (وات)	۴۰۷/۹۰ ± ۷۵/۴۴	۴۱۱/۶۰ ± ۶۳/۳۶	۳۹۵/۸۰ ± ۷۶/۳۰	#۴۰۷/۱۰ ± ۶۶/۳۶	۳۸۴/۶۰ ± ۴۷/۰۷	#۴۲۵/۵۰ ± ۵۰/۵۷

تاثیرمعنادار زمان (P≤۰/۰۵)

* تفاوت معنادار با گروه کنترل (P≤۰/۰۵)

Z تفاوت معنیادار بین گروه A و گروه B (P≤۰/۰۵)

مسافت دویدن و VO_2max

نتایج آزمون آماری تحلیل واریانس یک‌طرفه تفاوت معناداری را برای مسافت دویدن و VO_2max بین گروه‌ها نشان داد (P=۰/۰۰۱). نتایج این دو متغیر در این پژوهش یکسان بود زیرا میزان VO_2max بر اساس مسافت دویدن تعیین شد. نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد گروه‌های A (P=۰/۰۱۲) و B (P=۰/۰۳۱) تفاوت معناداری با گروه کنترل داشتند اما تفاوت معناداری بین این دو گروه دیده نشد.

میزان درک فشار، درک تنگی نفس و لاکتات

نتایج آزمون آماری تحلیل واریانس یک‌طرفه تفاوت معناداری را برای میزان درک فشار (P=۰/۰۰۴)، میزان درک تنگی نفس (P=۰/۰۰۲) و لاکتات (P=۰/۰۰۹) بین گروه‌ها نشان داد. نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد گروه A [(P=۰/۰۳۲)، (P=۰/۰۲۸) و (P=۰/۰۳۹) به ترتیب] و گروه B [(P=۰/۰۰۴)، (P=۰/۰۰۲) و (P=۰/۰۱۰) به ترتیب] تفاوت معناداری با گروه کنترل داشتند (P=۰/۰۰۱) اما تفاوت معناداری بین این دو گروه مشاهده نشد.

شاخص خستگی، اوج و میانگین توان در دوی سرعت مکرر

نتایج آزمون آماری تحلیل واریانس یک‌طرفه تفاوت معناداری را برای شاخص خستگی بین گروه‌ها نشان داد (P=۰/۰۰۱). نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که گروه A (P=۰/۰۱۴) و گروه B (P=۰/۰۱۱) تفاوت معناداری با گروه کنترل داشتند اما تفاوت معناداری بین این دو گروه دیده نشد. همچنین بین مقادیر اندازه‌گیری‌شده اوج و میانگین توان در ۳ گروه اختلاف معنادار مشاهده نشد (P≥۰/۰۵).

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه‌گیری

هدف این تحقیق تاثیر هشت هفته تمرین عضلات تنفسی با دو پروتکل متفاوت بر فاکتورهای ریوی و عملکردی بازیکنان فوتبال بود.

قدرت عضلات تنفسی

در این تحقیق، تمرین هشت هفته‌ای عضلات تنفسی در ۵۵ درصد MIP با ۳۰ تکرار، قدرت عضلات تنفسی را ۲۷/۱۹ درصد و در ۴۰ درصد MIP با ۵۰ تکرار، قدرت عضلات تنفسی را ۳۰/۶۳ درصد افزایش دادند. بنابراین این دو پروتکل تقریبا به یک اندازه قدرت عضلات تنفسی را تحت‌تاثیر قرار می‌دهند و در نتیجه تاثیرشان روی فاکتورهای عملکردی و ریوی در این پژوهش یکسان بوده است.

نشان داده شده است که قدرت پایه عضلات تنفسی مرتبط با عملکرد در فعالیت متناوب تا خستگی غیرارادی است (۱۶). بنابراین ورزشکارانی که قدرت عضلات تنفسی پایین‌تری دارند سود بیشتری از تمرین عضلات تنفسی از لحاظ بهبود عملکرد خواهند برد. به عبارت دیگر، هر چه قدرت پایه عضلات تنفسی پایین‌تر باشد افزایش عملکرد از طریق تمرین عضلات تنفسی پایین‌تر است.

تمرین عضلات تنفسی قدرت و استقامت عضلات تنفسی را از طریق سازگاری‌های ساختاری در عضلات تنفسی مانند سازگاری در زنجیره سنگین میوزین، از طریق تغییرات در نسبت تارهای نوع یک و دو و از طریق هایپرتروفی در عضله دیافراگم افزایش می‌دهد که در بسیاری از ورزش‌ها به اثبات رسیده است (۲).

حجم‌های ریوی

در این پژوهش، هشت هفته RMT در همه گروه‌ها تاثیری بر VC، FVC، FEV1، PEF و MVV نداشت که همراستا با دیگر پژوهش‌های مرتبط در ورزشکاران بسیار آماده است. اوزگیر به این نتیجه رسید که ۴ هفته تمرین عضلات تنفسی VC، FVC، FEV1 و PEF را در فوتبالیست‌های جوان بسیار آماده و نخبه تغییر نداد (۳). ازمن و همکاران بیان کردند که RMT استقامتی تاثیری بر FVC، FEV1 و MVV در فوتبالیست‌ها با ۱۰ سال سابقه فوتبال رقابتی نداشت (۱۷). نیکس و همکاران بهبود معناداری را در FVC و FEV1 بعد از ۵ هفته RMT در فوتبالیست‌های آماده مشاهده نکرد (۷). نتایج این تحقیق از این استدلال حمایت می‌کند که RMT حتی با دوره زمانی بیشتر (۸ هفته در این تحقیق در مقابل ۴ یا ۵ هفته در تحقیق‌های دیگر) حجم‌های ریوی را در ورزشکاران بسیار آماده تحت‌تاثیر قرار نمی‌دهد. در مقابل، RMT منجر به بهبود برخی متغیرهای عملکرد ریوی در افراد سالم غیرورزشکار یا ورزشکاران با آمادگی یا سطح رقابتی پایین‌تر شده است. ماهاجان و همکاران اثر ۴ هفته RMT را بر MVV، FVC و PEFR[۱۸] (میزان جریان بازدمی اوج) در بازیکنان فوتبال تفریحی بررسی کردند و تنها بهبود معناداری را در MVV یافتند در حالی‌که تفاوت معناداری در FVC و PEFR مشاهده نکردند (۱۸). انرایت و همکاران نشان دادند که ۸ هفته RMT پرشدت (۸۰ درصد MIP) تفاوت معناداری در VC ایجاد کرد اما تاثیری بر FVC، FEV1، RV[۱۹] (حجم باقی‌مانده) و TLC[۲۰] (ظرفیت کل ریه) در افراد بزرگسال نسبتا تمرین کرده نداشت (۵). ورگس و همکاران دو نوع تمرین عضلات تنفسی یعنی RMET[۲۱] (تمرین استقامتی عضلات تنفسی) و IMT[۲۲] (تمرین قدرتی عضلات تنفسی) را بعد از ۴ هفته در مردان نسبتا تمرین کرده با هم مقایسه کردند و اظهار داشتند که هر دو نوع تمرین منجر به افزایش معنادار در VC شدند، اگرچه MVV تنها بعد از RMET افزایش یافت (۱۹). IMT توانست FEV1 را به‌طور معناداری افزایش دهد اما هیچ‌کدام از تمرینات PEF را تغییر نداد. از آنجایی که تفاوت معناداری بین افراد تمرین کرده و تمرین نکرده (۱۶ و ۲۰) و بین ورزشکاران نخبه و غیرنخبه (۲۱ و ۲۲) از لحاظ حجم‌های ریوی وجود دارد به نظر می‌رسد RMT

www.SID.ir

Archive of SID

تاثیری بر حجم‌های ریوی در بازیکنان آماده و نخبه مانند آزمودنی‌های حاضر در این تحقیق نداشته باشد.

مسافت دویدن

در این پژوهش مسافت دویدن در آزمون یویو سطح یک به ترتیب ۸/۹۰ درصد، ۸/۱۰ درصد و ۲/۳۸ درصد در گروه تجربی A، گروه تجربی B و گروه کنترل بهبود یافت اما تفاوت معناداری بین گروه تجربی A و B با گروه کنترل وجود نداشت. با توجه به نتایج واضح است که هر دو پروتکل RMT به‌طور یکسان در افزایش مسافت دویدن در فوتبالیست‌های بسیار آماده موفق بوده‌اند. این افزایش همراستا با دیگر تحقیقاتی است که تاثیر RMT را بر مسافت دویدن در فوتبالیست‌ها با سطوح آمادگی و رقابتی متفاوت ارزیابی کرده‌اند. اوزگیر گزارش کرد که ۴ هفته RMT مسافت دویدن را در آزمون یویو سطح دو در فوتبالیست‌های جوان بسیار آماده افزایش داد (۳). تانگ و همکاران اظهار داشتند که ۶ هفته RMT مسافت دویدن در آزمون یویو سطح یک در بازیکنان فوتبال را بهبود می‌بخشد (۲۳). لوماکس و همکاران تاثیر مستقل و ترکیبی گرم کردن و تمرین عضلات تنفسی را بر دویدن متناوب تا خستگی (آزمون یویو سطح یک) در مردان فوتبالیست نیمه‌حرفه‌ای مورد تحقیق قرار دارند و نشان دادند که تمرین عضلات تنفسی (افزایش ۱۲ درصدی) و گرم کردن عضله تنفسی (افزایش ۵/۳ درصدی) هر دو می‌توانند به‌طور مستقل مسافت دویدن را افزایش دهند. اما افزایش بالاتر زمانی است که این دو با هم ترکیب شوند (افزایش ۱۵ درصدی) (۶). مکانیسم اصلی برای افزایش مسافت دویدن از طریق گرم کردن عضله تنفسی با RMT متفاوت است.

نشان داده شده است که فراخوانی واحد حرکتی و هماهنگی عضلات دمی به وسیله گرم کردن عضلات تنفسی بهبود می‌یابد که به نوبه خود می‌تواند مسافت دویدن را افزایش دهد، درحالی‌که سازگاری‌های ساختاری در عضلات تنفسی (یعنی هایپرتروفی عضلات دمی) مسئول بهبود عوامل مرتبط با افزایش مسافت دویدن از طریق RMT است (۶). نیکس و همکاران بهبود معناداری را با RMT در مسافت دویدن (افزایش ۱۶/۷ درصدی در آزمون یویو سطح یک) در بازیکنان فوتبال یافتند (۷). ماهاجان و همکاران گزارش کردند که ۴ هفته RMT مسافت دویدن را در آزمون یویو سطح یک بهبود بخشید (۱۸). همه این بررسی‌ها در بازیکنان فوتبال خاطرنشان می‌کنند که RMT مسافت دویدن را در آزمون یویو افزایش می‌دهد. دو مکانیزم ممکن برای این افزایش می‌توان متصور شد: ۱- افزایش عملکرد عضلات تنفسی یا در واقع قوی‌تر کردن عضلات تنفسی می‌تواند پاسخ‌های ادراکی مرتبط با یک سطح مشخص از تهویه را کاهش دهد و به این طریق درک فشار (RPE) و درک تنگی نفس (RPB) را در طول شدت‌های فعالیتی بیشینه و زیربیشینه کاهش می‌دهد. از آنجاکه RPE و RPB مستقیما با تنش، سرعت و مسافت عضله و حرکت مفصل در ارتباط است هر نوع کاهش در این عوامل ادارکی منجر به افزایش طول گام و کاهش زمان ریکاوری بین شاتل‌ها در آزمون یویو می‌شود که به نوبه خود می‌تواند مسبب افزایش مسافت دویدن شود (۶ و ۱۱). ۲- از آنجا که خستگی عضلات تنفسی ناشی از متابورفلکس عضله تنفسی، جریان خون تنه را کاهش می‌دهد افزایش آستانه متابورفلکس عضله تنفسی با RMT از این پدیده جلوگیری می‌کند و باعث کاهش غلظت لاکتات در عضلات تنه می‌شود و در نهایت منجر به تاخیر خستگی تنه و افزایش عملکرد ورزشی مانند بهبود مسافت دویدن می‌شود (۱۱).

VO_2max

اندازه‌گیری VO_2max در این تحقیق براساس مسافت دویدن در آزمون یویو بود و تاثیر معناداری بین گروه‌های تجربی A و B در مقایسه با گروه کنترل وجود داشت. درحالی که تقریبا سایر پژوهش‌های RMT، تاکنون هیچ نوع تغییری را در VO_2max گزارش نکرده‌اند (۲، ۳،

www.SID.ir

Archive of SID

۱۱ و ۱۷). به نظر می‌رسد تفاوت معنادار VO_2max در این پژوهش تنها به محدودیت در استفاده کردن از آزمون میدانی تخمین این متغیر مربوط می‌شود زیرا هیچ مکانیزمی برای بهبود VO_2max به‌وسیله RMT وجود ندارد (۲) یا به عبارت دیگر RMT ظرفیت انتشار اکسیژن را تحت‌تاثیر قرار نمی‌دهد. مشابه با این تحقیق تنها کاتام و همکاران نشان دادند که RMT ۱۰ هفته‌ای VO_2max را در افراد سالم افزایش داد جایی که از آزمون شاتل ران هم برای ارزیابی عملکرد و هم تخمین VO_2max استفاده شد (۲۴). در نتیجه نمی‌توان این افزایش در تخمین VO_2max را به RMT اختصاص داد. به‌عنوان مثال، اوزگیر در بررسی تاثیر RMT بر $V0_2max$ در بازیکنان آماده فوتبال از آزمون بروس برای اندازه‌گیری این متغیر استفاده کرد و نشان داد RMT هیچ تاثیر معناداری بر $V0_2max$ ندارد (۳).

RPE، RPB و غلظت لاکتات خون

RMT این سه متغیر را در این تحقیق بهبود بخشید. RPE، RPB و غلظت لاکتات خون به‌طور معناداری در آزمون RHIET در گروه‌های تجربی A و B در مقایسه با گروه کنترل کاهش یافتند. RHIET یک آزمون تناوبی بی‌هوازی با شدت بالاست که برای ورزش‌های تناوبی مختلف مانند راگبی، بسکتبال و هاکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از آنجایی که RHIET ارتباط خوبی با آزمون یویو (به‌عنوان یک آزمون مخصوص فوتبال) دارد (۲۵) و آزمونی با زمان ثابت است آن را هم برای شبیه‌سازی شرایط خود فوتبال و هم برای بهتر اندازه‌گیری کردن RPE، RPB و غلظت لاکتات خون انتخاب کردیم (اکثر پژوهش‌های گذشته از آزمون یویو استفاده کرده‌اند که زمان ثابتی برای ارزیابی این متغیرها ندارد).

تانگ و همکاران ۶ هفته RMT را روی پاسخ‌های ادراکی در بازیکنان فوتبال بررسی کردند و نتیجه گرفتند که RMT فاکتورهای استرس متابولیکی (آمونیاک پلاسما، اسید اوریک و لاکتات خون) و پاسخ‌های ادراکی (RPE/4i و RPB/4i) را در طول آزمون یویو بهبود می‌بخشد (۲۳). RPE/4i و RPB/4i شیب ارتباط خطی افزایش در درک تلاش و درک تنگی نفس برای هر ۴ اینتروال در طول آزمون یویو محسوب می‌شد. به عبارت دیگر، RPE/4i و RPB/4i پاسخ‌های ادراکی را از فعالیت زیر بیشینه تا بیشینه اندازه‌گیری می‌کنند. بهبود RPE/4i و RPB/4i و افزایش متعاقب در مسافت دویدن نشان می‌دهد که RMT نه فقط عملکرد ورزشی در فعالیت با شدت حداکثر (حدود ۸۵ درصد VO_2max جایی که پدیده سرقت تنفسی ناشی از خستگی عضلات تنفسی مخصوصا دیافراگم رخ می‌دهد) را افزایش می‌دهد بلکه در فعالیت با شدت پایین‌تر (پایین‌تر از ۸۵ درصد VO_2max) را نیز بهبود می‌بخشد (۲۶). این آگاهی اثر مثبت RMT را روی فوتبال به واسطه مجموعه‌ای از فعالیت‌های بیشینه و زیر بیشینه پشتیبانی می‌کند.

نیکس و همکاران کاهش غیرمعناداری را در درک تنگی نفس، RMF2 [۲۳] و RMF10 [۲۴] (خستگی عضله تنفسی به ترتیب ۲ و ۱۰ دقیقه بعد از اتمام آزمون یویو سطح یک) در بازیکنان فوتبال دانشگاهی بعد از ۵ هفته RMT مشاهده کردند (۷). لوماکس و همکاران گزارش کردند که ۴ هفته RMT درک تنگی نفس را کاهش داد اما تغییر معناداری در RPE در فوتبالیست‌های مرد نیمه‌حرفه‌ای ایجاد نکرد (۶). گای و همکاران اظهار داشتند که ۶ هفته تمرین عضلات تنفسی همزمان با تمرین فوتبال دو جلسه در هفته پیش‌فصل در بازیکنان فوتبال تفریحی منجر به بهبود معنادار در تحمل ورزشی در آزمون شاتل ران چندمرحله‌ای (به وسیله افزایش مسافت دویدن) شد اما تغییر معناداری را در RPE و RPB در این آزمون نشان نداد (۴). آنها امتیازات این متغیرها را بلافاصله پس از توقف آزمون (واماندگی غیرارادی) هم در پیش‌آزمون و هم در پس‌آزمون ثبت کردند. افزایش معنادار در مسافت دویدن بدون تغییر در RPE و RPB نشان‌دهنده بهبود در این پاسخ‌های ادراکی است. همچنین محققان این پژوهش اثر

www.SID.ir

Archive of SID

RMT را روی متغیرهای عملکردی یک آزمون مخصوص به فوتبال مورد بررسی قرار دادند و سطح لاکتات خون پایین‌تری را در گروه تجربی در مقایسه با کنترل گزارش کردند. درحالی‌که تفاوتی در RPE و RPB بین گروه‌ها در این آزمون مشاهده نشد.

با وجود استفاده از آزمون‌های بدون زمان ثابت برای اندازه گیری RPE و RPB که تفسیر نتایج را مشکل می‌سازد و در برخی موارد نمی‌توانند خیلی دقیق باشند، یافته‌های تحقیق‌های گفته‌شده در بازیکنان فوتبال اثر RMT را تا حد زیادی روی کاهش RPE و RPB و به‌طور کاملی روی کاهش غلظت لاکتات خون تایید می‌کند. در این پژوهش ما نیز بهبود معناداری را در تمام این سه متغیر مشاهده کردیم. بسیاری از پژوهش‌ها در دیگر ورزش‌ها حاکی از آنند که تمرین عضلات تنفسی RPE، RPB و غلظت لاکتات خون را کاهش می‌دهد (۸، ۲۷ تا ۳۳). حاج قنبری و همکاران نیز در مقاله متاآنالیزی خود گزارش کردند که هم RPE و هم RPB بعد از RMT در مقایسه با زمانی که تنها تمرین عادی ورزشی انجام می‌شد کاهش یافتند (۲). همچنین، اسپنگلر و همکاران کاهش در غلظت لاکتات خون را بعد از REMT (تمرین استقامتی عضلات تنفسی) در افراد فعال سالم گزارش کردند (۳۴).

RMT از طریق افزایش قدرت، استقامت و کارایی عضلات تنفسی سبب می‌شود که پدیده متابورفلکس عضله تنفسی در شدت بالاتری از فعالیت رخ دهد که می‌تواند در داشتن احساس خستگی کمتر در این عضلات و کاهش RPE دخیل شود (۲، ۸، ۱۱، ۲۷ و ۳۵). به عبارت دیگر، RMT آستانه متابورفلکس تنفسی را افزایش و عضلات اصلی و کمکی تنفس را به خستگی مقاوم می‌کند (۲۰ و ۳۵). در نتیجه، جریان خون رقابتی بین عضلات تنفسی و تنه در طول فعالیت کاهش پیدا خواهد کرد که ممکن است به نوبه خود پاسخ‌های استرس متابولیک مانند غلظت لاکتات خون را کاهش دهد (۳۴). کاهش لاکتات خون در طول فعالیت با شدت بالا سبب می‌شود تهویه کمتر شود و درک تنگی نفس کاهش یابد (۲۷). با وجود این ، کاهش در تنگی نفس ممکن است تا حدودی به سبب عدم حساسیت به بارکاری و قدرت بیشتر عضلات تنفسی باشد به‌طوری که تهویه نیاز به درصد کمتری از قدرت حداکثر تنفسی داشته باشد (۱۱). به همین خاطر، کاهش RPB با RMT عامل موثری در بهبود فعالیت زیر بیشینه است.

توانایی دوی سرعت مکرر

در این تحقیق شاخص خستگی یک بهبود معنادار را در آزمون RAST برای گروه های تجربی A (کاهش ۳۷ درصدی) و B (کاهش ۴۱ درصدی) در مقایسه با گروه کنترل (افزایش ۰/۳۶ درصد) داشت. میانگین و اوج توان تغییر معناداری را از پیش‌آزمون به پس‌آزمون در همه گروه‌ها داشتند اما تغییر معناداری بین گروه‌ها در این دو متغیر وجود نداشت که در نتیجه نمی‌توان این تغییر را به RMT نسبت داد. این اولین تحقیق برای بررسی تاثیر RMT بر توانایی دوی سرعت مکرر در ورزشکاران بود و تنها یک پژوهش به‌وسیله رومر و همکاران اثر RMT را روی زمان ریکاوری در دوهای سرعت تکراری سنجید و بیان کرد که RMT زمان ریکاوری در طول فعالیت تناوبی با شدت بالا را در ورزشکاران دوی سرعت مکرر بهبود می‌بخشد (۲۷). به همین دلیل، تصمیم به ارزیابی اثر RMT روی RSA گرفتیم.

کاهش در RPE و RPB که ارتباط معناداری با بهبود زمان ریکاوری دارد و کاهش غلظت لاکتات خون تا حدی معادل شرایط حالت پایدار[۲۵] مکانیسم‌های ممکن بهبود شاخص خستگی با RMT است (۲۷). به نظر می‌رسد کاهش RPB در یک شدت مشخص از فعالیت بعد از RMT ممکن است طول گام و سرعت را در طول دوهای سرعت با زمان های ریکاوری پایین حفظ کند که نهایتا منجر به کاهش شاخص خستگی می‌شود. به علاوه، افزایش در غلظت لاکتات خون بالاتر از آستانه لاکتات که می‌تواند در دوهای سرعت با استراحت پایین رخ دهد جریان خون

www.SID.ir

Archive of SID

به عضله در حال فعالیت و متعاقبا دسترسی به سوبستراهای انرژی برای متابولیسم فعالیت را تضعیف می‌کند. خون‌رسانی ناکافی بافت متابولیزم را محدود، خستگی را القاء و سیگنال‌های ادراکی محیطی را بدتر می‌کند (۲۷، ۳۶ و ۳۷) [یعنی افزایش در RPE زیرا pH خون به‌عنوان یک میانجی قوی ادراک تلاش شناخته شده است (۳۷)]. بالعکس، کاهش غلظت لاکتات خون و RPE از طریق RMT عملکرد دوهای سرعت متوالی را افزایش و منجر به بهبود شاخص خستگی می‌شود.

بهبود شاخص خستگی در دوهای سرعت یا حرکات با شدت بالای مکرر در طول بازی فوتبال مزیت عمده‌ایی برای هر بازیکن در مقابل حریف از لحاظ آمادگی فیزیکی است.

مک فادن گزارش کرد که شش هفته RMT روی میانگین و اوج توان در دوچرخه‌سواران تمرین کرده تاثیر نداشت (۳۸) که این نتیجه فرضیه ما مبنی بر اینکه RMT پتانسیل تحت‌تاثیر قرار دادن این دو متغیر را ندارد را تایید می‌کند.

به‌طور خلاصه، تمرین عضلات تنفسی در ۵۵ درصد MIP (با ۳۰ تکرار) و ۴۰ درصد MIP (با ۵۰ تکرار) هر دو تقریبا به یک اندازه قدرت عضلات تنفسی را افزایش دادند و طبق آن اثرشان روی فاکتورهای ریوی و عملکردی بسیار مشابه بود. مسافت دویدن، VO_2max، سطح لاکتات خون، RPE، RPB و شاخص خستگی دوی سرعت مکرر در فوتبالیست‌های جوان آماده به دنبال این دو پروتکل بهبود یافتند در حالی‌که VC، FVC، FEV1، PEF، MVV، میانگین توان و اوج توان حتی با RMT هشت هفته تغییر نکردند. لازم به ذکر است که اثر معنادار متغیرهای ذکرشده در این تحقیق تا حدودی به قدرت پایه نسبتا پایین عضلات تنفسی آزمودنی‌ها در شروع تمرین تنفسی در مقایسه با دیگر مطالعات بر بازیکنان فوتبال است زیرا آزمودنی‌های این تحقیق سن نسبتا پایینی (جوان) داشتند و بدون سابقه کار با وزنه بودند. همچنین RMT ۸ هفته‌ای (در مقابل ۴، ۵ و ۶ هفته‌ای) ممکن است بر این معناداری تاثیر داشته باشد. به علاوه، پروتکل ۴۰ درصد MIP با ۵۰ تکرار تاکید می‌کند که مانورهای غیرتنفسی مانند حرکات سالن وزنه می‌توانند جایگزین‌های مناسبی در افزایش قدرت عضلات تنفسی و عملکرد ورزشی منتج به حساب آیند.

تشکر و قدردانی

با سپاس و تشکر فراوان از شرکت پاوربریز ایران، تمام مسئولان آزمایشگاه تربیت بدنی دانشگاه بهشتی تهران و بازیکنان فوتبال جوانان مقاومت تهران به خاطر تلاش خستگی‌ناپذیر و وقت گران‌بهایی که برای این تحقیق گذاشتند.

پی‌نوشت‌ها

[1] Respiratory muscle training
[2] Rating of perceived breathlessness
[3] Rating of perceived exertion
[4] Respiratory muscle
[5] Time trial
[6] Powerbreathe
[7] Spirometer
[8] Running-based Anaerobic Sprint Test
[9] IR1 yo – yo test
[10] Repeated High-Intensity Endurance Test
[11] Plus
[12] Maximal Inspiratory Pressure
[13] Microlab-Spirometry SN M20364; USA
[14] Vital Capacity
[15] Forced Vital Capacity
[16] Maximum Voluntary Ventilation
[17] Forced Expiratory Volume in 1 Second
[18] Peak Expiratory Flow
[19] POWERBreathe KH1, United Kingdom
[20] POWERBreathe plus, United Kingdom
[21] Scout, Germany
[22] NEW TEST POWER, Finland
[23] Shapiro-Wilk
[24] One-Way ANOVA
[25] Peak Expiratory Flow Rate
[26] Residual Volume
[27] Total Lung Capacity
[28] Respiratory Muscle Endurance Training
[29] Inspiratory Resistive Training
[30] Respiratory Muscle Fatigue 2 minutes after Yo-Yo IRT1
[31] Respiratory Muscle Fatigue 10 minutes after Yo-Yo IRT1
[32] steady state

www.SID.ir

منابع

1. Johnson BD, Babcock MA, Suman OE, Dempsey JA. Exercise-induced diaphragmatic fatigue in healthy humans. The Journal of Physiology. 1993; 460(1):385-405.

2. HajGhanbari B, Yamabayashi C, Buna TR, Coelho JD, Freedman KD, Morton TA, et al. Effects of respiratory muscle training on performance in athletes: a systematic review with meta-analyses J strength Cond Res. 2013; 27(6):1643-63.

3. Özgider C. Four Weeks of Respiratory Muscle Training Improves Intemittent Recovery Performance But Not Pulmonary Functions and Maximum Oxygen Consumption (VO2max) Capacity in Young Soccer Players: Middle East Technical University, master thesis. 2010. P. 36–40.

4. Guy JH, Edwards AM, Deakin GB. Inspiratory Muscle Training Improves Exercise Tolerance in Recreational Soccer Players Without Concomitant Gain in Soccer-Specific Fitness. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2014; 28(2):483-91.

5. Enright SJ, Unnithan VB, Heward C, Withnall L, Davies DH. Effect of high-intensity inspiratory muscle training on lung volumes, diaphragm thickness, and exercise capacity in subjects who are healthy. Physical Therapy. 2006; 86(3):345-54.

6. Lomax M, Grant I, Corbett J. Inspiratory muscle warm-up and inspiratory muscle training: separate and combined effects on intermittent running to exhaustion. Journal of sports sciences. 2011; 29(6):563-9.

7. Nicks C, Farley R, Fuller D, Morgan D, Caputo J. The effect of respiratory muscle training on performance, dyspnea, and respiratory muscle fatigue in intermittent sprint athletes. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2006; 38(5):381.

8. Romer LM, McConnell AK, Jones DA. Inspiratory muscle fatigue in trained cyclists: effects of inspiratory muscle training. Medicine and science in sports and exercise. 2002; 34(5):785-92.

9. Kilding AE, Brown S, McConnell AK. Inspiratory muscle training improves 100 and 200 m swimming performance. European Journal of Applied Physiology. 2010; 108(3):505-11.

10. Daniel BC, Lucas ÁM, Luciano AC, Rodrigo FM, Bernardo MO, João CBM, et al. Intensity of real competitive soccer matches and differences among player positions. SciELO Brasil. 2011; 13(5):341-347.

11. McConnell A. Respiratory Muscle Training: Theory and Practice. Cherchill Livingstone: ELSEVIER. 2013. P. 165-185.

12. Andrade VL, Zagatto AM, Kalva-Filho CA, Mendes OC, Gobatto CA, Campos EZ, et al. Running-based Anaerobic Sprint Test as a Procedure to Evaluate Anaerobic Power. Int J Sports Med. 2015; 36:1-7.

13. Bangsbo J, Iaia FM, Krustrup P. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: A Useful Tool for Evaluation of Physical Performance in Intermittent Sports. Sports Med. 2008; 38(1):37-51.

14. Fashi M, Kazemi A, Shahin HSh, Khani M, Rostamzad K. The Response of Blood Buffering Capacity to Three Types of Recovery during Repeated High-Intensity Endurance Training. Asian J. Med. Pharm. Res. 2014; 4 (1): 35-39.

15. Krustrup P, Mohr M, Nybo L, Jensen JM, Nielsen JJ, Bangsbo J. The Yo-Yo IR2 Test:

www.SID.ir

Archive of SID

Physiological Response, Reliability, and Application to Elite Soccer. Med Sci Sports Exerc. 2006; 38(9):1666-73.

16. McConnell AK, Caine MP, Sharpe GR. Inspiratory muscle fatigue following running to volitional fatigue: The influence of baseline strength. Int J Sports Med. 1997; 18: 169–173.

17. Ozmen T, Gunes GY, Ucar I, Dogan H, Gafuroglu TU. Effect of Respiratory Muscle Training on Pulmonary Function and Aerobic Endurance in Soccer Players. J Sports Med Phys Fitness. 2016; 57(5):507-513.

18. Mahajan A, Kulkarni N, Khatri S, Kazi A, Shinde N. Effectivness of Respiratory Muscle Training in Recretional Soccer Players: A Randomized Controlled Trial. Romanian Journal of Physical Therapy/Revista Romana de Kinetoterapie. 2012; 18(30): 64-70.

19. Verges S, Renggli AS, Notter DA, Spengler CM. Effects of different respiratory muscle training regimes on fatigue-related variables during volitional hyperpnoea. Respir Physiol Neurobiol. 2009; 169(3):282-90.

20. Vedala SR, Mane AB, Paul CN. Difference in pulmonary function test among the athletic and sedentary population. Nati J Physiol Pharm Pharmacol. 2013; 3(2): 118-123.

21. Lazovic B, Mazic S, Suzic-Lazic J, Djelic M, Djordjevic-Saranovic S, Durmic T et al. Respiratory adaptations in different types of sport. Eur Rev Med Pharmacol Sci. 2015; 19: 2269-2274.

22. Morrow JR, Van Handel PJ, Bradley PW. Development of valid pulmonary function equations for trained athletes. Int J Sports Med. 1989; 10:43-47.

23. Tong TK, Fu FH, Chung PK, Eston R, Lu K, Quach B, et al. The effect of inspiratory muscle training on high intensity, intermittent running performance to exhaustion. Appl. Physiol. Nutr. Metab. 2008; 33: 671–681.

24. Baldwin J, Griffiths H, Summers L, Enright S. Inspiratory Muscle Training Improves Shuttle Run Performance in Healthy Subjects. Physiotherapy. 1999; 85(12):676-683.

25. Stone N. Physiological Response to Sport-Specific Aerobic Interval Training in High School Male Basketball Players. Master Thesis, Jun 17, 2007. P. 90–92.

26. Legrand R, Marles A, Prieur F, Lazzari S, Blondel N, Mucci P. Related trends in locomotor and respiratory muscle oxygenation during exercise. Med. Sci. Sports Exerc. 2007; 39: 91–100.

27. Romer LM, McConnell AK, Jones DA. Effects of inspiratory muscle training upon recovery time during high intensity, repetitive sprint activity. Int J Sport Med. 2002; 23: 353–360.

28. Huang CH, Martin AD, Davenport PW. Effect of inspiratory muscle strength training on inspiratory motor drive and RREP early peak components. J Appl Physiol. 2003; 94:462–8.

29. Edwards AM, Wells C, Butterly R. Concurrent inspiratory muscle and cardiovascular training differentially improves both perceptions of effort and 5000 m running performance compared with cardiovascular training alone. Br J Sports Med. 2008; 42:523–7.

30. Griffiths LA, McConnell AK. The influence of inspiratory and expiratory muscle training upon rowing performance. Eur J Appl Physiol. 2007; 99:457–66.

31. Kellerman BA, Martin AD, Davenport PW. Inspiratory strengthening effect on resistive load detection and magnitude estimation. Med Sci Sports Exerc. 2000; 32:1859–67.

www.SID.ir

32. Redline S, Gottfried SB, Altose MD. Effects of changes in inspiratory muscle strength on the sensation of respiratory force. J Appl Physiol. 1991; 70:240–5.

33. Brown PI, Sharpe GR, Johnson MA. Loading of trained inspiratory muscles speeds lactate recovery kinetics. Med Sci Sports Exerc. 2010; 42: 1103-1112.

34. Spengler CM, Roos M, Laube SM, Boutellier U. Decreased exercise blood lactate concentrations after respiratory endurance training in humans. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1999 Mar; 79(4):299-305.

35. Witt JD, Guenette JA, Rupert JL, Mckenzie DC, Sheel W. Inspiratory muscle training attenuates the human respiratory muscle metaboreflex. J. Physiol. 2007; 583:1019-1028.

36. Stevens JC, Krimsley A. Build-up of fatigue in static work: Role of blood flow. In: Borg G (ed). Physical Work and Effort. New York: Pergamon Press, 1977: 145–156.

37. Kostka CE, Cafarelli E. Effect of pH on sensation and vastus lateralis electromyogram during cycling exercise. J Appl Physiol 1982; 52: 1181 –1185.

38. McFadden C. The effects of inspiratory muscle training on anaerobic power in trained cyclists. WWU Master Thesis Collection, 2011. P. 45-48.

www.SID.ir

Shahid Beheshti University

Sport and Exercise Physiology

Spring & Summer 2018/ No.1/ Vol. 11/ Pages: 29-44

The effect of eight weeks of respiratory muscle training with two different protocols on performance and ventilatory factors in soccer players

Abdolrahman Najafi[1*], Khosro Ebrahim[2], Sajad Ahmadizad[2], Gholamreza Jahani Ghaeh Ghashlagh[2]

[1] Faculty of Physical Education & Sport Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
[2] Faculty of Humanities, Abhar Branch Islamic Azad University, Zanjan, Iran

Received: 15/1/2017 Revised: 28/10/2017 Accepted: 3/12/2017

Purpose: The aim of this study was to investigate the effect of eight weeks of respiratory muscle training (RMT) with two different protocols on performance and ventilatory factors in soccer players.

Methods: Thirty young trained soccer players between 16-19 years of age were randomly divided into 3 groups: experimental A (n=10), experimental B (n=10) and control (n=10). All groups carried out their regular soccer training with a 8-week RMT period of 1×30 breaths twice daily, five days weekly at 55% (experimental A) or 15% (control) maximal inspiratory pressure (MIP) or 1×50 breaths twice daily, five days weekly at 40% MIP (experimental B). MIP; standard spirometry; Yo-Yo intermittent recovery test level 1 (YYIRT level 1); Repeated High-Intensity Endurance Test (RHIET) and Running-based Anaerobic Test (RAST) were measured before and after the period. One-way ANOVA was used to analyze the data.

Results: MIP, VO_2max, running distance, and repeated sprint ability (RSA) increased significantly and rating of perceived exertion (RPE), rating of perceived breathlessness (RPB) and blood lactate concentration decreased significantly in EXP1 and EXP2 groups compared to Control group ($p<0.05$) but there was no significant difference in ventilatory volumes (VC, FVC, FEV1.0, MVV, and PEF) among groups ($p>0.05$).

Conclusions: The results showed that RMT is a good complement to enhance performance in soccer players and should be included in their physical fitness training.

Keywords: Running distance, Lactate, VO_2max.

* Corresponding Author: Abdolrahman Najafi. Tel: 09120213489. E-Mail: ab_najafi@sbu.ac.ir

www.SID.ir