اثر تمرین فیزیکی بر غلظت برخی از پارامترهای بیوشیمیایی سرم اسب عرب

علیرضا قدردان مشهدی[1*]، محمد راضی جلالی[1]، سیدرضا فاطمی[2]، مرضیه ارجمندنژاد[3]

۱-استاد گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
۲-استاد گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
۳-دانش‌آموخته دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
*نویسنده مسئول مکاتبات: kianeg2000@yahoo.com
(دریافت مقاله: ۹۶/٤/۲۹ پذیرش نهایی: ۹۷/٦/۲۸)

چکیده

ارزیابی شاخص‌هایی همچون تغییرات بیوشیمیایی سرم پس از فعالیت شدید بدنی، می‌تواند به فراهم آوردن اطلاعات لازم جهت پیش‌بینی ظرفیت ورزشی اسب، تحت شرایط مسابقه کمک کند. در مطالعه حاضر، غلظت سرمی برخی از فاکتورهای بیوشیمیایی خون قبل و پس از فعالیت شدید بدنی در ۹ رأس اسب عرب ۱۰-٤ ساله تعیین گردید. نمونه‌های خون، یک ساعت قبل (زمان صفر)، بلافاصله (زمان یک)، ۳ (زمان دو) و ۲٤ ساعت (زمان سه) پس از دویدن با حداکثر سرعت در مسیر ۱۲۵۰ متری جمع‌آوری گردید. مقادیر سرمی پروتئین تام، آلبومین، ازت اوره خون، کراتنین و گلوکز و همچنین میزان فعالیت آنزیم‌های کراتین فسفوکیناز و لاکتات دهیدروژناز با استفاده از روش-های معمول آزمایشگاهی اندازه‌گیری گردید. اطلاعات به‌دست آمده با استفاده از آزمون‌های آماری تحلیل واریانس یک‌طرفه با مشاهدات تکراری و تست توکی مورد واکاوی آماری قرار گرفت. نتایج نشان داد که به استثناء نیتروژن اوره، سایر فاکتورهای اندازه‌گیری‌شده پس از دویدن افزایش معنی‌داری را متحمل گشته‌اند (p<۰/۰۵). به‌نظر می‌رسد که تغلیظ خون ناشی از تعریق شدید و همچنین استرس ناشی از شرکت در شرایط مسابقه، دلیل این تغییرات باشند.

کلیدواژه‌ها: تمرین، پارامترهای بیوشیمیایی، سرم، اسب عرب.

مقدمه

توانایی اسب در سازگاری با تغییرات فیزیولوژیک ایجادشده در حین مسابقه، عامل با اهمیتی است که در موفقیت یا عدم موفقیت ورزشی آن تأثیر می‌گذارد. انتظار آن است که میزان و سرعت سازگاری با شرایط ایجادشده درحین مسابقه را بتوان با ارزیابی شاخص‌هایی همچون علائم حیاتی، الکتروکاردیوگرام و تغییرات بیوشیمیایی و هماتولوژی پدیدآمده در دام، پس از انجام فعالیت شدید

بدنی تعیین نمود. بدیهی است که یکی از ارزشمندترین این روش‌ها، تعیین تغییرات پارامترهای مختلف بیوشیمیایی خون است که به‌دنبال شرکت در مسابقات ورزشی ایجاد می‌گردد (Erickson and Poole, 2004). پروتئین‌ها از جمله با اهمیت‌ترین اجزا تشکیل‌دهنده خون به حساب‌آمده و وظایف فیزیولوژیک متعددی از قبیل برقراری فشار اسمزی-کلوئیدی، کمک به فشار خون و کاتالیزکردن واکنش‌های بیوشیمیایی را برعهده دارند (Eckersall, 2008; Reece and Swenson, 2004). در منابع مختلف میزان طبیعی این ماده در سرم اسب بین ۷/۹-۵/۲ گرم در دسی‌لیتر ذکر گردیده است (Carlson, 2002; Latimer *et al.*, 2003; Radostits *et al.*, 2007; Kaneko *et al.*, 2008). آلبومین نیز اصلی‌ترین پروتئین موجود در سرم بوده و نقش اساسی در نگه‌داری و برقراری فشار اسمزی-کلوئیدی و حفظ حجم خون برعهده دارد (Morris and Johnston, 2002; Eckersall, 2008). میزان طبیعی آلبومین در سرم اسب از ۲/۳ تا ٤/۱ گرم در دسی‌لیتر می‌باشد (Carlson, 2002; Latimer *et al.*, 2003; Radostits *et al.*, 2007). اوره مهم‌ترین محصول متابولیکی دارای نیتروژن است که از کاتابولیسم پروتئین‌ها حاصل شده و به برقراری گرادیان اسمزی در هرم مرکزی کلیه کمک می‌کند (Newman and Price, 2000). منابع مختلف میزان طبیعی نیتروژن اوره خون اسب را بین ۱۰ تا ۲۷ میلی‌گرم در دسی‌لیتر می‌دانند (Carlson, 2002; Latimer *et al.*, 2003; Radostits *et al.*, 2007). کراتینین مولکولی کوچک است که از تخریب کراتین و کراتین فسفات در عضلات به‌دست می‌آید (Newman and Price, 2000; Braun and Lefebvre, 2008). میزان طبیعی این ماده در سرم اسب بین ۰/٤ تا ۲/۲ میلی‌گرم در دسی‌لیتر ذکر گردیده است (Carlson, 2002; Latimer *et al.*, 2003; Kaneko *et al.*, 2008; Radostits *et al.*, 2007). گفته می‌شود در دام‌های با توده عضلانی حجیم که در مسابقات شرکت می‌کنند، میزان کراتینین در مقایسه با دام‌های بی‌تحرک کمی بالاتر است (Carlson, 2002).

گلوکز نیز یکی از محصولات نهایی هضم کربوهیدرات‌ها در دستگاه گوارش بوده و تنها شکل این گروه از مواد در خون به حساب می‌آید (Beitz, 2004). میزان طبیعی این ماده در سرم اسب بین ٦۲ تا ۱۱۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر می‌باشد (Carlson, 2002; Latimer *et al.*, 2003; Radostits *et al.*, 2007; Kaneko *et al.*, 2008).

آنزیم کراتین فسفوکیناز از جمله آنزیم‌های با اهمیتی است که جهت تشخیص آسیب‌های عضلانی از قبیل میوپاتی تغذیه‌ای و آسیب‌های ناشی از تروما و تمرین، به‌عنوان شاخصی حساس و اختصاصی به حساب می‌آید (Valberg, 2008). محدوده طبیعی آنزیم کراتین فسفوکیناز اسب بسیار وسیع و از ٦۰ تا ۳۸۰ واحد بین‌المللی در لیتر متفاوت ذکر گردیده است (Latimer *et al.*, 2003; Radostits *et al.*, 2007; Kaneko *et al.*, 2008). در عین حال، در موارد وجود آسیب عضلانی مقدار این ماده به‌دنبال فعالیت می‌تواند به مقادیری بیش از ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی نیز برسد (Harris, 1991). لاکتات دهیدروژناز نیز آنزیمی است که در بافت‌های مختلف بدن یافت‌شده و در نوع اسب بیشترین فعالیت را به ترتیب در قلب، عضلات، کلیه، کبد، پانکراس، روده و گلبول‌های سفید و قرمز از خود نشان می‌دهد (Cohen *et al.*, 1993; Carlson, 2002; Valberg, 2008). بنابراین، اندازه‌گیری آن دلالت بر درگیری عضو ویژه‌ای نداشته و تنها به عنوان شاخص غیراختصاصی تخریب سلولی شناخته می‌شود (Valberg, 2008). میزان طبیعی فعالیت لاکتات دهیدروژناز در سرم اسب بین ۱۱۲ تا ٤٥٦ واحد

بین‌المللی در لیتر بیان گردیده است (Carlson, 2002; Latimer *et al.*, 2003; Radostits *et al.*, 2007; Kaneko *et al.*, 2008).

در مطالعه حاضر تلاش گردیده که با مقایسه تغییرات برخی از پارامترهای بیوشیمیایی خون اسب عرب خوزستان (شامل مقادیر سرمی پروتئین تام، آلبومین، ازت اوره خون، کراتینین و گلوکز و همچنین میزان فعالیت آنزیم‌های کراتین فسفوکیناز و لاکتات دهیدروژناز) به روشن شدن جنبه‌های مجهول فیزیولوژی ورزش در این دام با ارزش کمک نمود.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر در پیست اسبداری نیرو (اهواز) و روی ۹ رأس نریان عرب سالم با محدوده سنی ٤ تا ۱۰ سال که در دوره تمرین جهت شرکت در مسابقات کورس قرار داشتند، به انجام رسید. اسبان تحت بررسی، همگی به طور مرتب داروهای ضد انگل را دریافت کرده و از جیره غذایی تقریباً یکسانی استفاده می‌کردند. در هر بار مراجعه به اسبداری، ضمن ثبت مشخصات اسب (همچون سن، جنس و داروهای تجویز شده در هفته گذشته) و اطمینان از سلامت آن (که با اخذ سابقه و بررسی علائم حیاتی صورت می‌گرفت)، خون‌گیری از وداج به عمل می‌آمد (زمان صفر). پس از گذشت حدود ۱ ساعت، اسب توسط چابک سوار جهت دویدن با حداکثر سرعت آماده می‌شد. این آمادگی (گرم کردن) معمولاً با حرکت به شکل قدم، یورتمه و در نهایت چهار نعل کوتاه در مسیر حدوداً ۱۲۵۰ متری به‌دست می‌آمد. در این مرحله اسب در شرایطی شبیه مسابقه و در مسیر فوق (۱ دور کامل) دوانده شده، سرعت آن ثبت می‌گردید (بر اساس محاسبات به‌عمل آمده سرعت متوسط اسبان شرکت‌کننده در این بررسی ۱۲/۷۵ متر بر ثانیه بود). بلافاصله پس از طی کردن مسیر فوق توسط اسب و در اولین زمان ممکن خون‌گیری تکرار می‌شد (زمان یک). این نمونه‌گیری ۳ و ٢٤ ساعت بعد از تمرین (به‌ترتیب زمان‌های دو و سه) مجدداً صورت می‌گرفت. نمونه‌های خون به‌دست آمده در اولین فرصت به آزمایشگاه کلینیکال پاتولوژی دانشکده دامپزشکی دانشگاه اهواز انتقال یافته و سرم آن جدا می‌گردید. سرم‌های به‌دست آمده تا زمان انجام آزمایشات مورد نظر در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری می‌شد. ساعت شروع انجام مراحل فوق، در تمامی اسبان در حدود ساعت ۹ صبح بود.

جهت تعیین مقادیر پروتئین تام، آلبومین، ازت اوره خون، کراتنین و گلوکز به‌ترتیب از روش‌های بیوره، برم‌کروزول گرین، دی‌استیل مونوکسیم، ژافه و گلوکز اکسیداز استفاده شد. میزان فعالیت آنزیم‌های کراتین فسفوکیناز و لاکتات دهیدروژناز نیز با استفاده از روش $IFCC/DGKC$ اندازه‌گیری گردید.

- **تحلیل آماری داده‌ها:** برای ارزیابی اطلاعات، نرم‌افزار آماری Sigma State 2 مورد استفاده قرار گرفت. جهت مقایسه هر یک از پارامترها در زمان‌های متوالی، از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه با مشاهدات تکراری و در صورت وجود اختلاف معنی‌دار، برای مقایسه مقادیر به‌دست آمده در هر یک از زمان‌های مورد نظر از تست توکی استفاده گردید. کلیه مقادیر در سطح $p<۰/۰۵$ از نظر آماری معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مقادیر فراسنجه‌های اندازه‌گیری‌شده و وجود یا عدم وجود اختلاف آماری معنی‌دار در بین زمان‌های مختلف نمونه‌گیری نیز در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- میانگین و خطای استاندارد میانگین فاکتورهای بیوشیمیایی اندازه‌گیری‌شده در زمان‌های مختلف در اسبان تحت بررسی

زمان / فراسنجه بیوشیمیایی سرم	قبل از فعالیت (زمان صفر)	بلافاصله پس از فعالیت (زمان یک)	۳ ساعت پس از فعالیت (زمان دو)	۲۴ ساعت پس از فعالیت (زمان سه)
توتال پروتئین (گرم در دسی‌لیتر)	۷/۰±۷۱/۳۱^{b}	۰±۲۸/۹/۴۲^{acd}	۰±۶۸/۷/۲۸^{b}	۰±۷۶/۷/۲۷^{b}
آلبومین (گرم در دسی‌لیتر)	۰±۵۲/۳/۲۳^{b}	۳/۰±۹۴/۲۴^{acd}	۰±۵۲/۳/۲۲^{b}	۰±۵۴/۳/۲۲^{b}
BUN (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	۱±۵۰/۱۴/۶۰	۱±۴۹/۱۴/۶۲	۱±۱۶/۱۳/۴۸	۱±۶۵/۱۳/۳۸
کراتینین (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	۰±۹۸/۰/۱۴^{b}	۰±۴۰/۱/۱۵^{ad}	۰±۱۶/۱/۰۸	۰±۹۳/۰/۱۵^{b}
گلوکز (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	۳±۵۵/۷۹/۶۶^{bcd}	۶±۳۰/۱۳۶/۶۴^{acd}	۴±۱۱/۹۷/۴۳^{ab}	۵±۴۱/۹۴/۹۵^{ab}
کراتین فسفوکیناز (واحد بین‌المللی در لیتر)	۱۹/۰±۵۶/۷۳^{bcd}	۱±۵۶/۲۷/۳۱^{ac}	۱±۸۹/۳۲/۳۵^{abd}	۰±۰۰/۲۶/۶۰^{ac}
لاکتات دهیدروژناز (واحد بین‌المللی در لیتر)	۸±۳۳/۲۰۴/۳۸^{bcd}	۸±۷۸/۲۳۸/۹۷^{acd}	۷±۷۸/۲۵۳/۳۸^{abd}	۸±۲۲/۲۲۰/۹۹^{abc}

Abcd: حروف غیر یکسان در هر ردیف نمایانگر اختلاف آماری معنی‌دار است ($p<۰/۰۵$).

بحث و نتیجه‌گیری

در بررسی حاضر میزان پروتئین تام سرم در نوبت‌های مختلف نمونه‌گیری به استثناء زمان یک، در محدوده طبیعی بوده و تنها در این مرحله با سایر زمان‌ها اختلاف معنی‌داری داشته است. به نظر می‌رسد که غلظت پروتئین تام اسب‌ها، بلافاصله پس از فعالیت شدید بدنی به دلیل تغلیظ خون ناشی از تعریق زیاد، افزایش یافته اما به سرعت و در ساعات بعد (به دلیل مصرف مایعات توسط دام) به محدوده طبیعی خود بازگشته است. بدیهی است که متداول‌ترین علت افزایش پروتئین تام سرم، کاهش حجم خون به دلیل کاهش دریافت و یا از دست دادن بیش از حد مایعات می‌باشد (Morris and Johnston, 2002). ضمن اینکه مایع‌درمانی یا خوردن مقادیر زیاد مایعات را اصلی‌ترین علت رقیق‌شدن پروتئین‌های سرم اعلام نموده‌اند (Eckersall, 2008; Morris and Johnston, 2002). با عنایت به این‌که در اسب‌های مورد مطالعه، در نمونه‌گیری سوم و چهارم میزان پروتئین سرم به محدوده طبیعی خود بازگشته است، توجه به سایر علل موجد هیپرپروتئینمی (Morris and Johnston, 2002) به عنوان دلیل افزایش پروتئین در زمان یک نمی‌تواند منطقی باشد. در چندین مطالعه صورت گرفته روی اسب‌های شرکت کننده در مسابقات مختلف ورزشی، نتایج یکسان با تحقیق حاضر، حاصل گشته است. به‌عنوان مثال، شرکت در مسابقات استقامت به طول ۱۰۰ کیلومتر (Rose *et al.*, 1979) و ۵۰ و ۹۶ کیلومتر (Flamino and Rush, 1998; Ralston and Larson, 2007) به افزایش غلظت پروتئین تام پلاسما منجر شده است. در بررسی وضعیت پروتئین تام اسبان تروبرد شرکت‌کننده در مسابقه سرعت به طول ۱/۲۵ مایل نیز افزایش سریع مقدار پروتئین تام پلاسما مشاهده گردیده است (Coyne *et al.*, 1990). همچنین ارزیابی سرم ۱۴ اسب ۵ تا ۱۰ ساله پنتاتلون مشخص نمود که بر میزان پروتئین تام سرم بلافاصله پس از فعالیت شدید بدنی افزوده شده است، اما مقدار این ماده پس از ۲۴ ساعت به حد اولیه خود (قبل از فعالیت) باز گشته است (Balogh *et al.*, 2001). در تحقیق دیگری که روی ۱۲ رأس نریان و ۶ رأس مادیان دو تا پنج ساله تروبرد صورت پذیرفت، مقدار پروتئین تام یک دقیقه پس از فعالیت در مقایسه با

زمان قبل از مسابقه (۲±۲٤ساعت قبل از تمرین) به طور معنی‌داری افزایش یافته بود (Cohen *et al.*, 1993). در بررسی خون ١٦ رأس اسب شرکت‌کننده در رقابت قهرمانی انجام‌شده در کشور بلژیک نیز، مشخص گردید که میزان پروتئین تام پلاسما بلافاصله پس از مسابقه در مقایسه با قبل از آن افزایش پیدا کرده است (Art *et al.*, 1990).

در مطالعه حاضر، وضعیت تغییرات آلبومین در اسبان تحت بررسی بسیار مشابه پروتئین تام بوده است، به نحوی که در مورد آلبومین نیز، پس از افزایش اولیه (به دنبال فعالیت)، میزان این ماده به زمان صفر نزدیک شده، اختلاف بین مقادیر به‌دست آمده در زمان صفر با زمان‌های دو و سه بی‌معنی بوده است. در این تحقیق میانگین غلظت آلبومین دام‌های تحت بررسی بلافاصله پس از فعالیت ۳/۹٤ گرم در دسی‌لیتر تعیین گردید. اگر چه این مقدار از عدد بیان‌شده برای حداکثر میزان آلبومین از بعضی منابع بیشتر است (Carlson, 2002; Radostits *et al.*, 2007)، اما با بعضی منابع دیگر همخوانی دارد (Latimer *et al.*, 2003). به‌هرحال، صرف‌نظر از آن که غلظت آلبومین ۳/۹٤ گرم در دسی‌لیتر طبیعی یا غیرطبیعی در نظر گرفته شود، این مقدار به طرز معنی‌داری با میزان آلبومین در زمان‌های صفر، دو و سه اختلاف داشته است. به نظر می‌رسد که در این مورد نیز، علت افزایش معنی‌دار آلبومین سرم به‌دنبال فعالیت شدید بدنی، تغلیظ خون ناشی از تعریق باشد (Eckersall, 2008). در مطالعات دیگر نیز، نتایج مشابه با تحقیق حاضر حاصل گشته است. برای مثال، شرکت در مسابقات استقامت به طول ۸۰ کیلومتر (Aguilera-Tejero *et al.*, 2001)، کیلومتر ٤۰ (Lucke and Hall, 1980b) و ٤۲ کیلومتر (Lucke and Hall, 1980a) باعث افزایش مقدار آلبومین پلاسما شده است. شرکت در مسابقات سرعت نیز اثرات مشابهی را به همراه داشته است. در بررسی مقدار آلبومین ۱۰ رأس اسب تروبرد به‌دنبال دویدن با حداکثر سرعت در مسیر ۱/۲۵ مایلی مشخص گردید که میزان این ماده افزایش یافته است (Coyne *et al.*, 1990). در مطالعه‌ای دیگر میزان آلبومین سرم به دنبال فعالیت شدید و مداوم بدنی، افزایش یافته، اما پس از ۳۰ دقیقه استراحت به مقدار قبل از تمرین بازگشت است (Ahmadizad *et al.*, 2006). در تحقیقی دیگر مقدار این ماده در دام‌های شرکت کننده در تمرین شدید بدنی تا ٢٤ ساعت پس از تمرین همچنان بالا باقی ماند (Balogh *et al.*, 2001).

در بررسی حاضر میزان اوره خون دام‌های تحت بررسی در تمام زمان‌های نمونه‌گیری شده، در محدوده طبیعی بوده و هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری با هم نداشته است. ذکر این نکته لازم است که بعضی از منابع آزوتمی پیش‌کلیوی ناشی از کاهش حجم خون را دلیلی بر افزایش غلظت اوره خون می‌دانند (Carlson, 2002)، در حالی که در دام‌های این بررسی به‌دنبال فعالیت شدید بدنی علی‌رغم تعریق و تغلیظ خون، میزان اوره خون افزایش معنی‌داری نداشته است. در مورد چرایی یافته فوق دلیل قاطعی را نمی‌توان بیان داشت. در عین حال، علت ممکن است ناکافی بودن مقدار دهیدراتاسیون پدیدآمده در دام‌های تحت بررسی به میزانی باشد که برای افزایش غلظت اوره لازم است. قابل توجه آن که گزارش فوق‌الذکر (Carlson, 2002) و سایر گزارشات (Linder *et al.*, 2006; Lucke and Hall, 1980b) از دست‌رفتن آب بدن به‌دنبال شرکت در مسابقات استقامت (و نه کورس) را به‌عنوان دلیلی برای افزایش اوره خون مطرح کرده‌اند. در عین حال شرکت اسبان پنتاتلون در آزمون ورزشی (که به صورت ۲۰ دقیقه گرم کردن، دویدن به مدت ۱ دقیقه و

پرش از ۱۲ مانع دوتایی و سه‌تایی به ارتفاع ۱۲۰ سانتی‌متر و تکرار مراحل فوق انجام شده) به افزایش مقدار اوره خون بلافاصله پس از فعالیت و ۲٤ ساعت پس از آن (در مقایسه با قبل از فعالیت) منجر گشته است (Balogh *et al.*, 2001).

اگر چه در مطالعه حاضر میزان میانگین کراتینین دام‌های تحت بررسی در تمام زمان‌های نمونه‌گیری در محدوده طبیعی قرار داشته، اما مقدار آن بلافاصله پس از فعالیت افزایش معنی‌داری را در مقایسه با زمان صفر متحمل گشته است. ضمن این‌که در ساعات بعد (زمان‌های دو و سه) به مرور از مقدار کراتینین کاسته گردیده و مقدار آن ۲٤ ساعت پس از فعالیت به زمان صفر بسیار نزدیک گشته است. با عنایت به علل موجد افزایش کراتینین سرم، یک‌بار دیگر مشخص می‌گردد که احتمالاً اصلی‌ترین علت افزایش این ماده در دام‌های تحت بررسی کاهش حجم خون ناشی از تعریق زیاد بوده است (Braun and Lefebvre, 2008)، چرا که با دریافت آب توسط اسبان در دوره استراحت، از میزان کراتینین در زمان‌های دو و سه (در مقایسه با زمان یک) کاسته شده است. با توجه به بازگشت تدریجی مقادیر کراتینین به میزان آن در زمان صفر، به نظر نمی‌رسد که بتوان برای سایر علل موجد افزایش کراتینین (همچون رابدومیولیز ناشی از فعالیت شدید بدنی همراه با میوگلبینوری یا نارسایی‌های کلیوی) اعتباری به عنوان علت بالا رفتن این ماده در زمان یک قائل شد. در مطالعات مختلف انتشاریافته در مورد تأثیر فعالیت شدید بدنی بر میزان کراتینین سرم نیز، نتایج مشابه با بررسی حاضر حاصل گشته است. برای مثال، شرکت در مسابقات استقامت به طول ٤۲ کیلومتر باعث افزایش غلظت این ماده در سرم اسبان عرب گشته است (Lucke and Hall, 1980a). در یک بررسی روی ۸ رأس اسب استاندارد برد، دام‌ها به مدت ۵۵ دقیقه با سرعت کمتر از حداکثر (۵ متر بر ثانیه) در حالت یورتمه روی تردمیل دوانده شده و سپس در فواصل ۲ دقیقه بر سرعت آن‌ها افزوده گردید. در این مطالعه مقدار کراتینین در حالت یورتمه افزایش و در ۵ دقیقه پس از تمرین کاهش یافت. همچنین به‌دنبال افزایش سرعت، میزان کراتینین در مقایسه با زمان یورتمه افزایش بیشتری را نشان داد (Valberg *et al.*, 1989). در تحقیقی دیگر ۱۰ رأس اسب استاندارد برد به دو گروه مساوی تقسیم و در دو مسیر ۱٦۰۰ و ۲۰۰۰ متر به صورت یورتمه دوانده شدند. خون‌گیری از اسبان فوق نشان‌دهنده آن بود که میزان کراتینین سرم در دقایق صفر، ۳۰ و ٦۰ پس از انجام مسابقه، در مقایسه با زمان استراحت افزایش یافته است. در عین حال، در این مطالعه مشخص گردید که دقیقه ٦۰ پس از پایان فعالیت، میزان کراتینین سرم به مرور رو به کاهش گذاشته است (Piccione *et al.*, 2009). بر خلاف تحقیق فوق و بررسی حاضر، در بعضی از گزارشات انتشار یافته، تأکید شده است که بالا بودن میزان کراتینین دام‌ها به دنبال فعالیت شدید بدنی تا ۲٤ ساعت (Balogh *et al.*, 2001)، یا صبح بعد از مسابقه (Lucke and Hall 1980b) همچنان ادامه داشته است.

در مطالعه حاضر انجام فعالیت شدید بدنی باعث افزایش چشمگیر و معنی‌دار گلوکز در دام‌های تحت بررسی گردید. اگر چه در ساعات بعد (زمان‌های دو و سه) از مقدار گلوکز در مقایسه با زمان یک کاسته شده، اما همچنان مقدار این ماده در ساعت ۳ و ۲٤ پس از فعالیت از میزان آن در زمان صفر به طرز معنی‌داری بیش‌تر بوده است. با عنایت به علل ذکرشده به عنوان دلایل هیپرگلیسمی در اسب، به‌نظر می‌رسد که اصلی‌ترین علت یافته فوق، استرس و تهییج ناشی از شرکت در فعالیت

شدید بدنی باشد. لازم به یادآوری است که در مواقع استرس به واسطه ترشح کاتکول‌آمین‌ها و هورمون‌های استروئیدی، بر میزان گلوکز خون افزوده می‌گردد (Lucke and Hall, 1980a; Lucke and Hall, 1980b; Carlson, 2002). باید دانست که گروهی از دانشمندان کاهش میزان انسولین به‌دنبال فعالیت شدید بدنی را، علتی دیگر برای هیپرگلیسمی در دام‌های مسابقه‌ای می‌دانند (Lucke and Hall, 1980a; Lucke and Hall, 1980b). در بیشتر مطالعات صورت‌گرفته روی نقش فعالیت شدید بدنی بر میزان گلوکز خون، شرکت در مسابقه یا تمرین شدید بدنی به افزایش این ماده انجامیده است. برای مثال، حضور اسبان در مسابقات استقامت به طول ٤٢ (Lucke and Hall, 1980a)، ٤٠ و ٨٠ کیلومتر (Lucke and Hall, 1980b)، باعث بالا رفتن غلظت گلوکز خون آنان گشته است. انجام فعالیت شدید بدنی در اسبان پنتاتلون نیز، باعث افزایش میزان گلوکز خون در این گروه از دام‌ها گردیده و میزان آن ٢٤ ساعت پس از فعالیت به مقدار اولیه آن بازگشت (Balogh *et al.*, 2001). در بررسی صورت گرفته در کشور بلژیک نیز، میزان گلوکز پس از شرکت در مسابقه پرش، افزایش یافت (Art *et al.*, 1990). در یک مطالعه روی ١٠ رأس اسب نژاد استاندارد برد، انجام فعالیت ورزشی در دو مسیر ١٦٠٠ و ٢٠٠٠ متری باعث شد که بر مقدار گلوکز سرم دام‌ها افزوده گردد. در این تحقیق نشان داده شد که ٦٠ دقیقه پس از فعالیت از میزان گلوکز خون به‌نحوی کاسته شده که مقدار آن به زمان صفر (قبل از تمرین) نزدیک گشته است (Piccione *et al.*, 2009). دواندن ٨ رأس اسب استاندارد برد به مدت ٥٥ دقیقه با سرعت ٥ متر بر ثانیه روی تردمیل نیز به افزایش میزان گلوکز پس از انجام فعالیت و تا ٥ دقیقه پس از آن منجر گردید (Valberg *et al.*, 1989). برخلاف مطالعات فوق، در بعضی از تحقیقات صورت گرفته روی اسبان شرکت‌کننده در مسابقات استقامت، مشخص شده است که شرکت در چنین مسابقاتی به کاهش گلوکز خون می‌انجامد. برای مثال، در یک بررسی ١٤ رأس اسب به دو گروه تقسیم و با دو الگوی متفاوت سریع (با سرعت متوسط ٢٣٤ متر در دقیقه) و کند (با سرعت متوسط ١٤٤ متر در دقیقه) در یک مسیر ١٦٠ کیلومتری به رقابت پرداختند. نتایج نشان داد که گروهی که با سرعت بیشتری دویده‌اند در مقایسه با گروه دیگر مقادیر سرمی گلوکز کمتری داشته‌اند. در تمامی دام‌ها، غلظت گلوکز سرم در روز پس از مسابقه به مقدار اولیه بازگشت (Rose *et al.*, 1983). همچنین، در یک بررسی که روی ١٣ رأس اسب مسابقه‌ای صورت گرفت، در زمان قبل، در حین مسابقه و بلافاصله پس از پایان رساندن مسیر ٥٠ مایلی (١ و ١٦ ساعت پس از آن) از دام‌ها خون‌گیری به عمل آمد و مشخص گردید که غلظت گلوکز در نمونه اخذشده در حین مسابقه کاهش یافته است (Deldar *et al.*, 1982).

اگر چه در مطالعه حاضر میزان فعالیت کراتین فسفوکیناز (CPK) سرم دام‌های تحت بررسی در زمان‌های مختلف نمونه‌گیری در محدوده طبیعی بوده است، اما به‌دنبال فعالیت شدید بدنی و تا سه ساعت پس از آن بر مقدار این ماده افزوده شده و بیست و چهار ساعت پس از فعالیت نسبت به زمان دو (سه ساعت پس از فعالیت) از مقدار آن کاسته گردیده است. همچنین اختلاف بین مقادیر اندازه‌گیری‌شده در زمان‌های مختلف (به استثناء زمان‌های یک با سه) از نظر آماری معنی‌دار بوده است. با مرور علل موجد افزایش فعالیت CPK سرم، مشخص می‌گردد که تقریباً تمامی آن‌ها از عوامل پاتولوژیک هستند که به بالا رفتن میزان فعالیت CPK تا چند ده برابر حد طبیعی آن

منجر می‌شوند. در این بین بعضی از منابع تنها دلیل افزایش ملایم و طبیعی این آنزیم در دام‌ها را فعالیت بدنی اعلام نموده‌اند (Carlson, 2002)، عاملی که به نظر می‌رسد علت افزایش فعالیت CPK در دام‌های این تحقیق باشد. گفته می‌شود که علت افزایش میزان فعالیت کراتین فسفوکیناز به دنبال تمرین بدنی یا شرکت در مسابقات، آسیب عضلانی نبوده بلکه این حالت به دلیل افزایش نفوذپذیری غشاء عضلانی نسبت به آنزیم فوق اتفاق می‌افتد (Rueca, 1999). مطالعات متعددی در مورد تأثیر فعالیت شدید بدنی بر میزان فعالیت CPK سرم اسب صورت گرفته است که تقریباً در تمامی آن‌ها این نوع تمرین به افزایش میزان فعالیت آنزیم فوق منجر شده است. برای مثال، مشخص گردیده که میزان فعالیت CPK اسبان اصیل چلین در زمان مختلف بعد از سوارکاری نسبت به قبل از آن، افزایش معنی‌داری داشته است (Perez, 1997). شرکت اسبان در مسابقات استقامت به طول ٤٢ کیلومتر (Lucke and Hall, 1980a) و ٥٠ مایل (Lucke and Hall, 1978) نیز با نتایج مشابهی همراه بوده است. در یک بررسی خون‌گیری در ساعت ١ و ١٦ پس از شرکت در مسابقه استقامت به طول ٥٠ مایل، نشان داد که میزان فعالیت CPK پس از افزایش اولیه در ساعات پس از تمرین رو به کاهش دارد (Deldar *et al.*, 1982). در تحقیق صورت گرفته روی ١٦ رأس اسب شرکت کننده در مسابقه استقامت (به طول ١٦٠ کیلومتر) مشخص گردید که میزان فعالیت CPK در گروهی که سریع‌تر دویده‌اند (با سرعت متوسط ٢٣٤ متر در دقیقه) بیشتر از گروه کندتر (با سرعت متوسط ١٤٤ متر در دقیقه) بوده است. با این حال، در گروه سریع‌تر نیز فعالیت آنزیم در روز پس از مسابقه به مقدار قبل از آن بازگشت (Rose, *et al.*, 1983). در تحقیقی دیگر، ٦٠ دقیقه پس از انجام تمرین ورزشی، میزان فعالیت CPK (پس از افزایش اولیه ناشی از شرکت در مسابقه)، به مقدار آن در زمان صفر نزدیک گردیده است (Piccione, 2009). در یک مطالعه روی اسبان پنتاتلون، به دنبال فعالیت شدید بدنی، میزان فعالیت CPK افزایش یافته، اما پس از ٢٤ ساعت مقدار آن تقریباً به میزان ثبت‌شده در زمان استراحت بازگشت (Balogh *et al.*, 2001). در تنها تحقیق انتشاریافته توسط محققین ایرانی نیز، دواندن اسبان به صورت چهار نعل در مسیر ١٦٥٠ متری باعث افزایش CPK گشته است (Sakha and Rahmani, 2005).

اگر چه در مطالعه حاضر مقدار آنزیم لاکتات دهیدروژناز (LDH) در زمان‌های مختلف نمونه‌گیری در محدوده طبیعی بوده، اما به دنبال دواندن دام‌ها بر مقدار آن افزوده شده و بالاترین میزان فعالیت آن (همچون CPK) سه ساعت پس از دواندن به ثبت رسیده است. ضمن این که مقادیر این آنزیم در نوبت‌های مختلف نمونه‌گیری، اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر داشته است. در سایر مطالعات صورت گرفته نیز، ورزش و فعالیت شدید بدنی باعث افزایش فعالیت LDH اسب گشته است (Perez *et al.*, 1997; Linder and Hatzipanagiotou, 1998). بعضی از محققین با اعمال دو پروتکل تمرینی مختلف (که از لحاظ شدت متفاوت بود) روی ٤٠ رأس اسب استاندارد برد، نشان دادند که با شدیدتر شدن فشار تمرین، میزان فعالیت LDH افزایش بیشتری می‌یابد (Padalino *et al.*, 2007). تحقیق صورت گرفته روی ١٩ رأس اسب ٥ تا ١٤ ساله نژاد مخلوط ایرانی نیز دلالت بر افزایش فعالیت LDH به دنبال تمرین شدید بدنی دارد (Sakha and Rahmani, 2005). در مورد علت افزایش فعالیت LDH در مطالعات فوق توضیح مشخصی داده نشده است، همان‌گونه که دلیل بالا رفتن میزان فعالیت این آنزیم

در تحقیق حاضر را نیز نمی‌توان با قاطعیت بیان نمود. به هر حال، همان‌طور که در مورد کراتین فسفوکیناز گفته شد، ممکن است تمرین شدید بدنی خود (بدون نیاز به ایجاد ضایعه عضلانی) با افزایش نفوذپذیری غشاء نسبت به LDH، به افزایش فعالیت این آنزیم در سرم منجر گشته است.

سپاسگزاری

نویسندگان از معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز به‌جهت تأمین هزینه اجرای این تحقیق قدردانی می‌نمایند. نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ-گونه تضاد منافعی ندارند.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که در این مطالعه هیچ‌گونه تضاد منافعی ندارند.

منابع

- Aguilera-Tejero, E., Estepa, J.C., Lo'pez, I., Bas, S., Garfia, B. and Rodrigez, M. (2001). Plasma ionized calcium and parathyroid hormone concentrations in horses after endurance rides. American Journal of Veterinary Medical Association, 219(4): 488-490.
- Ahmadizad, S., Sayed, M. and Maclaren, D.P.M. (2006). Effect of water intake on the response of haemorheological variables to resistance exercise. Clinical Hemorheology and Microcirculation Journal, 35(1): 317-327.
- Art, T., Amory, H., Desmecht, D. and Lekeux, P. (1990). Effect of show jumping on heart rate, blood lactate and other plasma biochemical values. Equine Veterinary Journal Supplementation, 9: 78-82.
- Balogh, N., Gaal, T., Ribiczeyne, P.S.Z. and Petri, A. (2001). Biochemical and Antioxidant Changes in plasma and Erytroctyes of Pentathlon horses before and after exercise. Veterinary Clinical Pathology, 30(4): 214-218.
- Beitz, D.C. (2004). Carbohydrate metabolism. In: Dukes' Physiology of Domestic Animals. Reece, W.O. editor. 12th ed., USA: Cornell University Press, pp: 502-503.
- Braun, J.P. and Lefebvre, H.P. (2008). Kidney function and damage. In: Clinical Biochemistry of Domestic Animals. Kaneko, J.J., Harvey, J.W. and Bruss, M.L. editores. 6th ed., USA: Academic Press, pp: 490-493.
- Carlson, G.P. (2002). Clinical chemistry tests. In: Large Animal Internal Medicine. Smith, B.P. editor. 3th ed., USA: A Harcourt Health Science Company, pp: 393-410.
- Cohen, N.D., Roussel, A.J., Lumsden, J.H., Choen, A.C., Grift, E. and Lewis, C. (1993). Alterations of fluid and electrolyte balance in Thoroughbred race horse following strenuous exercise during training. Canadian Journal of Veterinary Research, 57(1): 9-13.
- Coyne, C.P., Carlson, G.P., Spensley, M.S. and Smith, J. (1990). Preliminary investigation of alterations in blood viscosity, cellular composition, and electrophoresis plasma protein fraction profile after competitive racing activity in Thoroughbred horses. American Journal of Veterinary Research, 51(12): 1956-1963.
- Deldar, A., Fregin, F.G., Bloom, J.C. and Davanipour, Z. (1982). Changes in selected biochemical constituents of blood collected from horse participating in a 50-mile endurance ride. American Journal of Veterinary Research, 43(14): 2239-2240.

- Eckersall, P.D. (2008). Protein, proteomics, and the dysproteinemias. In: Clinical Biochemistry of Domestic Animals. Kaneko, J.J., Harvey, J.W. and Bruss, M.L. editors. 6th ed., USA: Academic Press, pp: 121-145.
- Erickson, H.H. and Poole, D.C. (2004). Exercise physiology. In: Dukes Physiology of Domestic Animals. Reece, W.O. editor. 12th ed., USA: Cornell University Press, pp: 356-374.
- Flamino, M.J. and Rush, B.R. (1998). Fluid and electrolyte balance in endurance horses. Veterinary Clinical North American Equine Practice, 14(1): 147-158.
- Harris, P.A. (1991). The equine rhabdomyolysis syndrome in the United Kingdom, epidemiological and clinical descriptive information. The British Veterinary Journal, 147(4): 373-383.
- Kaneko, J.J., Harvey, J.W. and Bruss, M.L. (2008). Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 6th ed., USA: Academic Press, pp: 883-888.
- Latimer, K.S., Mahaffey, E.A. and Prasse, K.W. (2003). Veterinary laboratory medicine: Clinical Pathology. 4th ed., USA: Iowa States Press, pp: 340-341, 357, 364.
- Linder, A. and Hatzipanagiotou, A. (1998). Effect of age and performance parameters on CK, LDH and AST activities in plasma of standardized horse during exercise. Pferdeilkunde, 14(6): 450-460. Quoted by: Sakha, M. and Rahmani, H. (2005). Haematological and biochemical response in Iranian crossbred race horse at high speed exercise. Journal of Veterinary Medicine Faculty. Tehran University, 60(2): 195-199.
- Linder, A., Signorini, R., Brero, L., Arn, E., Mancini, R. and Enrique, A. (2006). Effect of conditioning horses with short interval at high speed on biochemical variables in blood. Equine Veterinary Journal Supplementation, 36: 88-92.
- Lucke, J.N. and Hall, G.M. (1978). Biochemical changes in horse during a 50-mile endurance ride. Veterinary Record, 102(16): 356-358.
- Lucke, J.N. and Hall, G.M. (1980a). A biochemical study of the Arab Horse society's marathon race. Veterinary Record, 107(23): 523-525.
- Lucke, J.N. and Hall, G.M. (1980b). Further studies on the metabolic effects of long distance riding: golden horseshoe ride 1979. Equine Veterinary Journal, 12(4): 187-192.
- Morris, D.D. and Johnston, J.K. (2002). Alteration in blood protein. In: Large Animal Internal Medicine. Smith, B.P. editor. 3th ed., USA: A Harcourt Health Science Company, pp: 427-432.
- Newman, D.J. and Price, C.P. (2000). Non protein nitrogen metabolism. In: Tietz Fundamentals of Clinical Chemistry. Burtis, C.A. and Ashwood, E.R. editorse. 5th ed., USA: W.B. Saunders Company, pp: 415-419.
- Padalino, B., Rubino, G., Centoducati, P. and Petazzi, F. (2007). Training versus overtraining: evaluation of two protocols. Journal of Equine Veterinary Science, 27(1): 28-31.
- Perez, R., Marcin, M., Cabazes, I., Guzman, R., Murino,V., Valenzula, S., *et al*. (1997). Physical activity, cardiovascular and biochemical changes of Chilean purebred horses rodeo competitions. Archive the Medicine Veterinary, 29(2): 221-234.
- Piccione, G., Casella, S., Giannetto, C., Monteverde, V. and Ferrantelli, V. (2009). Exercise–induced modifications on haematochemical and Electorphoretic parameters during 1600 and 2000 meters trot race in Standardbred horses. Journal of Applied Animal Research, 35(2): 131-135.
- Radostits, O.M., Gay, C.C., Hincheliff, K.W. and Constable, P.D. (2007). Veterinary Medicine. 10th ed., Spain: W.B. Saunders Company, pp: 2048-2049.
- Ralston, S.L. and Larson, K. (2007). The effect of oral electrolyte supplementation during a 96 kilometer endurance race for horses. Journal of Equine Veterinary Science, 9(1): 13-19.
- Reece, W.O. and Swenson, M.J. (2004). The Composition and function of blood. In: Duke's Physiology of Domestic Animals. Reece, W.O. editor. 12th ed., USA: Cornell University Press, pp: 26-49.
- Rose, R.J., Hodgson, D.R., Sampson, D. and Chan, W. (1983). Changes in plasma biochemistry in horse competing in a 160 km endurance ride. Australian Veterinary Journal, 60(4): 101-105.
- Rose, R.J., Iikiw, J.E. and Martin, I.C. (1979). Blood-gase, acid-base and haematological values in horses during and endurance ride. Equine Veterinary Journal, 11(1): 56-59.

- Rueca, F., Coti, M.B., Porciello, F., Spaterna, A., Antognoni, M.T., Mangili, V., *et al*. (1999). Relationship between running speed, isoenzymes of serum creatinekinase and lactate dehydrogenase and left ventricular function in stallions. Equine Veterinary Journal Supplementation, 30: 163-165.
- Sakha, M. and Rahmani, H. (2005). Haematological and biochemical response in Iranian crossbred race horses at high speed exercise. Journal of Faculty of Veterinary Medicine of University of Tehran, 60(2): 195-199. [In Persian]
- Valberg, S., Gustavsson, B.E., Lindholm, A. and Person, S.G. (1989). Blood chemistry and skeletal muscle metabolic response during and after different speed and durations trotting. Equine Veterinary Journal, 21(2): 91-95.
- Valberg, S.J. (2008). Skeletal muscle function. In: Clinical Biochemistry of Domestic Animals. Kaneko, J.J., Harvey, J.W. and Bruss, M.L. editors. 6th ed., USA: Academic Press, pp: 471- 473.