

اثر تمرین فیزیکی بر غلظت سرمی تعدادی از عناصر فلزی اسب عرب

علیرضا قردردان مشهدی^{۱*}، محمد راضی جلالی^۱، سیدرضا فاطمی^۲، مرضیه ارجمندنژاد^۳

۱- دانشیار گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران.

۲- استادیار گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران.

۳- دانش‌آموخته دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران.

*نویسنده مسئول مکاتبات: kianeg2000@yahoo.com

(دریافت مقاله: ۹۱/۱۲/۲ پذیرش نهایی: ۹۲/۶/۲۵)

چکیده

کارایی ورزشی اسب به توانایی آن در برآوردن نیازهای متابولیکی اضافه‌ای بستگی دارد که به دلیل فعالیت شدید در دام پدید می‌آید. یکی از راه‌های ارزیابی این نیازهای متابولیکی، بررسی نوع و میزان تغییرات پدیدآمده در پارامترهای مختلف بیوشیمیایی است. در مطالعه حاضر که روی ۹ رأس نریان عرب ۴ تا ۱۰ ساله به انجام رسید، میزان سرمی کلسیم، فسفر، سدیم، کلر و پتاسیم در زمان‌های مختلف قبل و پس از فعالیت شدید بدنی مورد سنجش قرار گرفت. جهت انجام این کار، یک ساعت قبل (زمان صفر)، بلافاصله (زمان یک)، ۳ ساعت (زمان دو) و ۲۴ ساعت (زمان سه) پس از دویدن با حداکثر سرعت در مسیر ۱۲۵۰ متری، از اسبان مورد نظر خون‌گیری به عمل آمد. نتایج نشان داد که به استثنای کلسیم و کلر، سایر عناصر اندازه‌گیری شده بلافاصله پس از دویدن و یا در زمان‌های بعد، در مقایسه با زمان صفر تغییرات معنی‌داری را متحمل گشته‌اند ($p < 0/05$). به نظر می‌رسد که تغلیظ شدید خون ناشی از تعریق زیاد و استرس ناشی از شرکت در یک فعالیت ورزشی شدید، عامل اصلی تغییرات فوق باشد.

مجله آسیب شناسی درمانگاهی دامپزشکی، ۱۳۹۲، دوره ۷، شماره ۱، پیاپی ۲۵، صفحات ۱۷۶۱-۱۷۵۴.

کلید واژه‌ها: تمرین، عناصر فلزی، سرم، اسب عرب

مقدمه

است که یکی از ارزشمندترین این روش‌ها، تعیین تغییرات پارامترهای مختلف بیوشیمیایی خون است که به دنبال شرکت در مسابقات ورزشی ایجاد می‌گردد (Erickson and Poole, 2004). گفته می‌شود که آگاهی از تغییرات بیوشیمیایی احتمالی ایجاد گردیده، نه تنها می‌تواند به ابداع یک برنامه تمرینی مناسب کمک کند (Balogh et al., 2001)، بلکه راهنمایی با ارزش جهت

چگونگی کارایی ورزشی اسب و موفقیت آن در انجام یک مسابقه ورزشی، به عواملی همچون وراثت و توانایی‌های دستگاه‌های مختلف بدن (در تحمل بار اضافه ایجاد شده در حین فعالیت شدید بدنی) بستگی دارد. برای ارزیابی پاسخ این گروه از دستگاه‌ها به چنین فعالیتی، می‌توان از روش‌های گوناگونی بهره برد. بدیهی

کلر به عنوان یک آنیون با اهمیت به مقدار زیاد در مایع خارج سلولی افت می‌شود (George, 2003; Goff, 2004; Heusel et al., 2000). همچنین این عنصر جزء اصلی ترشحاتی از قبیل بزاق و عرق به حساب می‌آید (Goff, 2004; George, 2003). گفته می‌شود تغییرات کم در وضعیت آب بدن می‌تواند با تغییرات اساسی در غلظت کلر خون همراه گردد (Carlson and Bruss, 2008). از جمله وظایف با اهمیت کلر در بدن می‌توان به نقش آن در تنظیم تعادل الکترولیت‌ها، مایعات و اسید و باز بدن و همچنین حفظ فشار اسمزی اشاره کرد (Carlson and Bruss, 2008; Goff, 2004). میزان طبیعی این عنصر در سرم اسب را ۹۹-۱۰۹ میلی‌اکی‌والان در لیتر ذکر کرده‌اند (Carlson, 2002; Kaneko et al., 2008; Latimer et al., 2003). پتاسیم نیز یکی دیگر از کاتیون‌های با اهمیت بدن به حساب آمده (Goff, 2004; George, 2003) و وجود آن جهت انجام فرآیندهای فیزیولوژیک مختلف از جمله تنظیم فشار اسمزی و تعادل اسید و باز لازم می‌باشد (Goff, 2004; Carlson, 2002). میزان طبیعی پتاسیم سرم اسب بین ۲/۴ تا ۴/۷ میلی‌اکی‌والان در لیتر اعلام گردیده است (Carlson, 2002; Latimer et al., 2003; Kaneko et al., 2008; Radostits et al., 2007).

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر در محل اسب‌داری نیرو (اهواز) و روی ۹ رأس نریان عرب سالم (جدول ۱) که در دوره تمرین جهت شرکت در مسابقات کورس قرار داشتند، به انجام رسید. اسبان تحت بررسی، همگی به طور مرتب داروهای ضدانگل را دریافت کرده و از جیره تقریباً یکسانی استفاده می‌کردند. در هر بار مراجعه به

مدیریت تغذیه‌ای اسب‌های ورزشی نیز به حساب می‌آید (Erickson and Poole, 2004).

در تحقیق حاضر، تغییرات پدید آمده در تعدادی از عناصر اصلی سرم اسب عرب (شامل کلسیم، فسفر، سدیم، کلر و پتاسیم) پس از فعالیت شدید بدنی مورد توجه قرار گرفته است:

کلسیم از جمله، عناصر با اهمیتی است که دریافت‌های مختلف بدن یافت شده و فعالیت‌های متفاوتی را نیز بر عهده دارد (Goff, 2004). در منابع مختلف میزان طبیعی کلسیم سرم اسب بین ۱۰/۲ تا ۱۳/۶ میلی‌گرم در دسی‌لیتر ذکر گردیده است (Carlson, 2002; Latimer et al., 2003; Kaneko et al., 2008; Radostits et al., 2007).

فسفر نیز از جمله عناصر با اهمیت بدن است که در بسیاری از فرآیندهای حیاتی سلول شرکت می‌نماید (Carlson, 2002). میزان طبیعی فسفر سرم اسب بین ۱/۵ تا ۵/۶ میلی‌گرم در دسی‌لیتر بیان شده است (Carlson, 2002; Latimer et al., 2003; Kaneko et al., 2007; Radostits et al., 2007).

سدیم اصلی‌ترین و فراوان‌ترین کاتیون مایع خارج سلولی به حساب آمده (George, 2003; Houpt, 2004) و نقش اساسی در تنظیم فشار اسمزی و تعادل اسید-باز بر عهده دارد (Carlson, 2002; Goff, 2004). از این رو کاهش سدیم خون را نشانه ازدیاد نسبی آب و افزایش آن را دلیلی بر دهیدراتاسیون می‌دانند (Carlson, 2002). منابع مختلف میزان طبیعی سدیم سرم اسب را بین ۱۲۸ تا ۱۴۶ میلی‌اکی‌والان در لیتر ذکر کرده‌اند (Carlson, 2002; Radostits et al., 2007).

این نمونه‌گیری ۳ و ۲۴ ساعت بعد از تمرین (به ترتیب زمان‌های دو و سه) مجدداً صورت می‌گرفت. نمونه‌های خون بدست آمده در اولین فرصت به آزمایشگاه کلینیکال پاتولوژی دانشکده دامپزشکی دانشگاه اهواز انتقال یافته و سرم آن جدا می‌گردید. سرم‌های بدست آمده تا زمان انجام آزمایشات مورد نظر در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری می‌شد.

روش‌های اندازه‌گیری

جهت تعیین مقادیر کلسیم، فسفر و کلر به ترتیب از روش‌های ارتوکروزل فتالین، احیا مولیبدات و تیوسیانات جیوه استفاده گردید. مقادیر سدیم و پتاسیم با بهره بردن از روش نشر شعله‌ای تعیین شد.

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 وداچ 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 بدست می‌آمد. در این مرحله اسب در شرایطی شبیه مسابقه و در مسیر فوق (۱ دور کامل) دوانده شده، سرعت آن ثبت می‌گردید (جدول ۱). بلافاصله پس از پایان مسیر و در اولین زمان ممکن، خون‌گیری تکرار می‌شد (زمان یک).

جدول ۱: مشخصات اسبان مورد بررسی در مطالعه حاضر

نام اسب	سن	سابقه بیماری	مالک	زمان دویدن مسیر ۱۲۵۰ متری (ثانیه)
رسام	۴ سال	—	سیستانی	۹۷
خنجر سفید	۹ سال	—	شجرات	۸۷
چشمه	۹ سال	—	کعبی	۱۱۷
دیبا	۸ سال	—	سلامات	۱۱۰
ظفر	۷ سال	—	حسینی	۱۰۳
چالاک	۱۰ سال	—	کعبی	۹۰
شهر	۵ سال	—	کورانیان	۹۴
زاگرس	۷ سال	—	کورانیان	۸۷
رعد	۶ سال	—	صنعتی	۱۰۰

پارامترها در زمان‌های متوالی، از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه مشاهدات تکراری و در صورت وجود اختلاف معنی‌دار، برای مقایسه مقادیر بدست آمده در هر یک از زمان‌های مورد نظر از تست توکی استفاده

تحلیل آماری

برای ارزیابی داده‌ها، نرم‌افزار آماری Sigma State 2 مورد استفاده قرار گرفت. جهت مقایسه هر یک از

شده است. همچنین وجود یا عدم وجود اختلاف آماری معنی دار در بین زمان های مختلف نمونه گیری نیز در این جدول آورده شده است.

گردید. کلیه مقادیر در سطح $p < 0.05$ از نظر آماری معنی دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

میانگین و خطای استاندارد میانگین موارد اندازه‌گیری شده در این بررسی در جدول ۲ نشان داده

جدول ۲: میانگین و خطای استاندارد میانگین (Mean \pm SEM) عناصر اندازه‌گیری شده در زمان‌های مختلف در اسبان تحت بررسی

زمان عنصر	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)
کلسیم (میلی گرم در دسی لیتر)	۸/۵۲ \pm ۰/۴۴	۸/۷۶ \pm ۰/۶۲	۸/۵۹ \pm ۰/۳۵	۸/۴۷ \pm ۰/۳۹
فسفر (میلی گرم در دسی لیتر)	۴/۹۳ \pm ۰/۶۷	۶/۰۹ \pm ۰/۷۸ ^c	۳/۷۰ \pm ۰/۳۴ ^{bd}	۵/۳۳ \pm ۰/۹۷ ^c
سدیم (میلی اکی والان در لیتر)	۱۳۲/۴۴ \pm ۰/۵۶ ^{bc}	۱۴۵/۲۲ \pm ۱/۵۵ ^{acd}	۱۴۲/۰۰ \pm ۱/۰۵ ^{abd}	۱۳۴/۶۷ \pm ۰/۸۸ ^{bc}
کلر (میلی اکی والان در لیتر)	۱۳۰/۴۴ \pm ۴/۴۹	۱۲۸/۵۶ \pm ۲/۶۳	۱۲۵/۸۹ \pm ۳/۱۱	۱۳۴/۸۹ \pm ۶/۱۴
پتاسیم (میلی اکی والان در لیتر)	۳/۳۷ \pm ۰/۰۷ ^{bc}	۴/۱۲ \pm ۰/۱۶ ^{ad}	۳/۸۶ \pm ۰/۰۵ ^a	۳/۵۹ \pm ۰/۰۶ ^b

حروف غیر یکسان نمایانگر اختلاف آماری معنی دار در زمان‌های نمونه‌گیری در فاکتورهای مختلف است.

سرعت متوسط دام‌های شرکت کننده در این بررسی

بر اساس محاسبات به عمل آمده سرعت متوسط اسبان شرکت کننده در این بررسی ۱۲/۷۵ متر بر ثانیه اعلام می‌گردد.

بحث و نتیجه‌گیری

کلسیم

در مطالعه حاضر، غلظت این عنصر در زمان‌های مختلف نمونه‌گیری در محدوده طبیعی بوده، اختلاف آماری معنی داری بین این زمان‌ها مشاهده نشده است. ذکر این نکته مفید به نظر می‌رسد که در بیشتر مطالعات صورت گرفته روی اثر تمرین شدید بدنی بر میزان

کلسیم سرم، تأثیر شرکت در مسابقات استقامت بر غلظت این ماده ارزیابی شده، تقریباً در تمامی آن‌ها از مقدار کلسیم خون به دنبال فعالیت کاسته گردیده است (Aguilera-Tejero et al., 2001; Arslan et al., 2002; Deldar et al., 1982; Lucke and Hall, 1978; Schott et al., 2006; Rose et al., 1980).

فسفر

در مطالعه حاضر میزان متوسط فسفر (به استثناء زمان یک)، در محدوده طبیعی قرار داشته، اختلاف بین مقادیر این ماده در زمان‌های مختلف تنها در بین زمان‌های یک با دو و دو با سه معنی دار بوده است. به عبارت دیگر بعد از آن که بلافاصله پس از فعالیت بر مقدار فسفر افزوده

گردیده، در ساعت سه پس از این فعالیت از مقدار آن به شکل معنی داری کاسته شده است. در ادامه و در زمان ۳ (۲۴ ساعت پس از فعالیت) بر مقدار فسفر سرم به شکل معنی داری (در مقایسه با زمان ۲) افزوده شده است. منابع معتبر دامپزشکی فعالیت شدید بدنی را به عنوان دلیلی متداول برای افزایش میزان فسفر سرم مطرح نموده‌اند (Carlson, 2002). در مورد اینکه چرا در دام‌های تحت بررسی مطالعه حاضر، پس از افزایش ابتدایی غیرمعنی دار در میزان فسفر، مقدار آن به طور قابل توجهی کاهش و مجدداً افزایش یافته است، دلیل خاصی را نمی‌توان بیان نمود.

همانند کلسیم، بیشتر تحقیقات صورت گرفته در مورد تأثیر فعالیت شدید بدنی بر میزان فسفر، به مسابقات استقامت اختصاص داشته، تقریباً در تمامی آن‌ها به دنبال شرکت در این مسابقات بر غلظت سرمی این عنصر افزوده شده است (Carlson and Bruss, 2008; Deldar et al., 1982; Lucke and Hall, 1978). در یک مطالعه که به منظور بررسی اثر تمرین بر روی تعدادی از فاکتورهای بیوشیمیایی خون ۹ رأس نریان ۲ ساله انجام گرفت، به دنبال طی نمودن مسیر ۵۴۰۰ متری به صورت یورتمه در مدت زمان ۱۰ دقیقه، از غلظت فسفر خون اسبان کاسته گردیده است (Arslan et al., 2002).

سدیم

اگر چه در مطالعه حاضر، میزان متوسط سدیم اسبان تحت بررسی در تمامی نوبت‌های نمونه‌گیری در محدوده طبیعی قرار داشته، اما بلافاصله پس از انجام فعالیت بر میزان این عنصر به طرز معنی داری افزوده شده است. با آن که در نمونه‌گیری زمان دو نیز، سدیم

سرم بالاتر از میزان آن در زمان صفر بوده، اما ۲۴ ساعت پس از فعالیت غلظت این عنصر به مقدار آن در زمان پیش از فعالیت بسیار نزدیک گشته است. بدیهی است که دلیل یافته فوق تعریقی است که به دلیل فعالیت در دام‌های تحت بررسی اتفاق افتاده (Carlson, 2002; Carlson and Bruss, 2008; George, 2003) با پایان تمرین و مصرف مایعات به مرور از غلظت خون کاسته گردیده است. بعضی از محققین اعلام نموده‌اند به دلیل آن که مقدار سدیم عرق اسب ناچیز است، لذا اتلاف این عنصر از راه تعریق تأثیر منفی بر مقدار خونی آن ندارد (Cohen et al., 1993). به طور کلی گفته می‌شود که افزایش سدیم خون زمانی روی می‌دهد که از دست دادن آب بر از دست رفتن الکترولیت‌ها فزونی یابد (Carlson, 2002).

مطالعات صورت گرفته بر روی تأثیر فعالیت بدنی بر میزان سدیم خون با نتایج متفاوتی همراه بوده است: در یک بررسی روی ۲۸ رأس اسب تروبرد، مشخص گردید که میزان سدیم، دو دقیقه پس از فعالیت در مقایسه با قبل از آن (2 ± 24 ساعت) به شکل معنی داری افزایش یافته است (Cohen et al., 1993). همچنین مطالعات انجام گرفته روی ۹ رأس اسب تروبرد نشان داد که در دقیقه یک ریکاوری بر مقدار سدیم سرم افزوده گردیده است (Waller and Lindinger, 2005).

نتایج مشابه با تحقیقات فوق در بررسی‌های انجام شده با کمک تردمیل (Taylor et al., 1995) و اسبان شرکت کننده در مسابقات استقامت (Deldar et al., 1982) نیز به ثبت رسیده است.

برخلاف مطالعات فوق، در چندین بررسی بر کاهش سدیم خون به دنبال فعالیت تأکید شده است: برای مثال

قرار داشت. منابع مختلف عنوان نموده‌اند که فعالیت شدید بدنی بسته به مدت زمان انجام آن می‌تواند باعث کاهش یا افزایش پتاسیم خون اسب گردد (Bender, 2002; Carlson, 2003). علی‌رغم آنکه گفته می‌شود، به دنبال فعالیت شدید و کوتاه مدت بدنی بر میزان پتاسیم خون به طور گذرا و به مقدار قابل توجهی افزوده شده، سپس غلظت آن در عرض چند دقیقه به میزان طبیعی بر می‌گردد (Aguera et al., 1995; Carlson, 2002)، اما در مطالعه حاضر میزان پتاسیم سرم حداقل تا سه ساعت پس از فعالیت به میزان خفیف اما معنی‌داری بالاتر از زمان صفر بود. به نظر می‌رسد دلیل یافته فوق تنها، تغلیظ خون ناشی از تعریق دام‌ها به دلیل فعالیت شدید بدنی باشد.

در مطالعات صورت گرفته بر روی اثر تمرین شدید بدنی بر میزان پتاسیم خون نیز نتایج متفاوتی حاصل گشته است: برای مثال به دنبال شرکت اسبان در مسابقه استقامت به طول ۱۶۰ و ۹۶ کیلومتر و ۵۰ مایل از میزان پتاسیم سرم کاسته شده است (Deldar et al., 1982; Lucke and Hall, 1978; Ralston and Larson, 2007; Schott et al., 2006). همچنین فعالیت شدید بدنی ۱۳ رأس اسب استاندارد برد باعث کاهش معنی‌دار پتاسیم سرم آن‌ها در ۵ دقیقه اول ریکاوری گردیده، این کاهش در تمام دوره ریکاوری ادامه داشته است. در این تحقیق اعلام شده که برای اصلاح تغییرات پتاسیم حاصل از تمرین، ۹۰ تا ۱۲۰ دقیقه وقت لازم می‌باشد (Waller and Lindinger, 2005). بررسی اسبان پتاتلون نیز نشان داده است که دویدن با سرعت متوسط ۷ متر بر ثانیه به کاهش پتاسیم خون بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از فعالیت می‌انجامد (Balogh et al., 2001). در تحقیق انجام شده روی اسبان اصیل شیلی کاهش مقدار پتاسیم

شرکت ۲۲ رأس اسب در مسابقه‌ای به طول ۱۶۰ کیلومتر به کاهش سدیم پلاسما منجر گردید (Schott et al., 2006). همچنین در بررسی که روی ۱۳ رأس اسب استاندارد برد صورت گرفت، مقدار سدیم در دقیقه یک ریکاوری کاهش و پس از ۴۰ دقیقه به میزان خود در زمان استراحت برگشته است (Waller and Lindinger, 2005). قابل توجه آنکه در بعضی از مطالعات، شرکت اسبان در مسابقات استقامت باعث تغییری معنی‌دار در غلظت سدیم سرم نگردیده است (Lucke and Hall, 1978).

کلر

با آن که تعریق بیش از حد را عاملی برای کاهش کلر خون و کاهش نسبی آب را دلیلی برای افزایش میزان آن دانسته‌اند (Carlson, 2002)، در مطالعه حاضر هیچ‌گونه تغییر با اهمیتی در میزان کلر اسبان تحت بررسی در زمان‌های مختلف مشاهده نشد. در مورد علت این یافته دلیل خاصی را نمی‌توان بیان کرد. در عین حال ممکن است که از دست رفتن همزمان کلر و مایعات (به واسطه تعریق) باعث گردیده که میزان کلر تغییر قابل ملاحظه‌ای را متحمل نشده باشد.

اگر چه بیشتر مطالعات انجام شده دلالت بر آن دارند که فعالیت شدید بدنی باعث کاهش کلر سرم می‌گردد (Cohen, 1993; Deldar et al., 1982) اما در بررسی صورت گرفته روی ۱۵ رأس اسب شرکت کننده در مسابقه استقامت به طول ۵۰ مایل، میزان کلر پلاسما تغییری معنی‌داری را نشان نداد (Lucke and Hall, 1978).

پتاسیم

در مطالعه حاضر میزان پتاسیم سرم اسبان تحت بررسی در تمامی ساعات نمونه‌گیری در محدوده طبیعی

با عنایت به آن که این افزایش در محدوده طبیعی قرار داشته است، لذا به نظر نمی‌رسد که بتوان هیچ گونه تغییر پاتولوژیک (از قبیل آسیب عضلانی) را عامل این تغییرات دانست. در واقع این پاسخ‌های فیزیولوژیک بدن هستند که با تعریق، آزادسازی هورمون‌هایی نظیر کورتیزول و مواردی از این دست، تغییرات پدید آمده را سبب گردیده‌اند. کاهش چشمگیر در میزان بیشتر فاکتورهای اندازه‌گیری شده در دوره ریکاوری، دلالت بر نقش با اهمیت این دوره در بازگشت دام به وضعیت عادی دارد، به عبارت دیگر دسترسی دام به آب و حفظ آرامش آن به دنبال شرکت در مسابقات می‌تواند به بازگشت سریع‌تر وضعیت بدنی دام به حالت عادی کمک نماید.

سرم به دنبال فعالیت شدید بدنی به تأیید رسیده است (Perez et al., 1997). برخلاف مطالعات فوق در تعدادی دیگر از بررسی‌های به چاپ رسیده، بر میزان پتاسیم خون به دنبال فعالیت افزوده شده است (Taylor et al., 1995). در یکی دیگر از این مطالعات که روی ۹ رأس اسب استاندارد برد به انجام رسید: مقدار پتاسیم خون یک دقیقه پس از ریکاوری نسبت به زمان قبل از مسابقه افزایش یافته بود (Waller and Lindinger, 2005). براساس نتایج این بررسی، مشخص می‌گردد که به دنبال فعالیت شدید بدنی اسبان در مدت زمان کم اما با حداکثر سرعت، بر میزان تعدادی از عناصر اصلی سرم افزوده می‌گردد.

منابع

- Aguera, E.I., Rubio, M.D., Vivo, R., Santisteban, R., Muñoz, A. and Castejo'n, F. (1995). Blood parameter and heart rate response to training in Andalusian horses. *Revista Spain Physiology*, 51(2): 55-64.
- 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.
- Arslan, M., Ozcan, M., Tosun, C., Cotelioglu, U. and Matur, E. (2002). The effect of physical exercise on some plasma enzymes and ca and p levels in race horse. *Journal of Veterinary Faculty Istanbul University*, 28(1): 91-97.
- Balogh, N., Gaal, T., Ribiczeyne, P.S.Z. and Petri, A. (2001). Biochemical and Antioxidant Changes in plasma and Erythrocytes of Pentathlon horses before and after exercise. *Veterinary Clinical Pathology*, 30(4): 214-218 .
- Bender, H.S. (2003). Muscle. In: Latimer, K.S., Mahaffey, E.A. and Press, K.W. (Eds). *Veterinary Laboratory Medicine: Clinical Pathology*. 4th Edition, Iowa States Press, United States of America, pp. 260-266.
- Carlson, G.P. (2002). Clinical Chemistry Tests. In: Smith, B.P. (Ed). *Large Animal Internal Medicine*. 3thed, A Harcourt Health Science Company, United States of America, pp. 393-410.
- Carlson, G.P. and Bruss, M. (2008). Fluid, Electrolyte, and Acid-Base Balance. In: Kaneko, J.J., Harvey, J.W. and Bruss, M.L. (Eds). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6thed, Academic Press, United States of America, pp. 543-553.

- 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.
- 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.
- Erickson, H.H. and Poole, D.C. (2004). Exercise Physiology. In: Reece, W.O. (Ed). *Dukes Physiology of Domestic Animals*. 12th Edition, Cornell University Press, United States of America, pp. 356,357,372,374.
- George, J.W. (2003). Water, Electrolytes, and Acid base. In: Latimer, K.S., Mahaffey, E.A. and Prasse, K.W. (Eds). *Veterinary Laboratory Medicine: Clinical Pathology*. 4th Edition, Iowa States Press, United States of America, pp.147-153.
- Goff, J.P. (2004). Minerals. In: Reece, W.O. (Ed). *Dukes Physiology of Domestic Animals*. 12th Edition, Cornell University Press, United States of America, pp.576-578,580,583-586.
- Heusel, J.W., Anderson, O.S. and Scott, M.G. (2000). Physiology and Disorders of Water, Electrolyte, and Acide-Base Metabolism. In: Brutis, C.A. and Ashwood, E.R. (Eds). *Tietz Fundamentals of clinical Chemistry*. 5th ed, W.B. Saunders Company, United States of America, pp. 732.
- Houpt, T.R. (2004). Water and Electrolytes. In: Reece, W.O. (Ed). *Dukes' Physiology of Domestic Animals*. 12th ed, Cornell University Press, United States of America, pp. 22-34.
- Kaneko, J.J., Harvey, J.W. and Bruss, M.L. (2008). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6th Edition, Academic Press, United States of America, pp. 883-888.
- Latimer, K.S., Mahaffey, E.A. and Prasse, K.W. (2003). *Veterinary Laboratory Medicine: Clinical Pathology*. 4th ed, Iowa States Press, United States of America, pp. 340-341,357,364.
- Lucke, J.N. and Hall, G.M. (1978). Biochemical changes in horse during a 50 mile endurance ride. *Veterinary Record*, 102(16): 356-358.
- Perez, R., Marcin, M., Cabazes, I., Guzman, R., Murino, V., Valenzuela, S. and Gonzalez, C. (1997). Physical activity, cardiovascular and biochemical changes of Chilean purebred horses rodeo competitions. *Archive The Medicine Veterinary*, 29(2):221-234.
- Radostits, O.M., Gay, C.C., Hincheliff, K.W. and Constable, P.D. (2007). *Veterinary Medicine*. 10th Edition, W.B. Saunders Company, Spain, 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.
- Rose, R.J., Iikiw, J.E., Arnold, K.S., Backhouse, J.W. and Sampson, D. (1980). Plasma biochemistry in the horse during 3-day event competition. *Equine Veterinary Journal*, 12(3): 132-136.
- Schott, H.C., Marlin, D.J., Geor, R.J., Holbrook, T.C., Deaton, C.M., Vincent, T., Dacre, K., Schroter, R.C., Jose-Cunilleras, E. and Cornelisse, C.J. (2006). Changes in selected physiological and laboratory measurements in elite competing in a 160 km endurance ride. *Equine Veterinary Journal Supplementation*, 36: 37-42.
- Taylor, L.E., Ferrante, P.L., Kronfeld, D.S. and Meachame, T.N. (1995). Acid-base variables during incremental exercise in sprint-trained horse fed a high-fat diet. *Journal of Animal Science*, 73(7): 2009-2018.
- Waller, A. and Lindinger, M. (2005). Physicochemical analysis of acid- base status during recovery from high-intensity exercise in Standardbred racehorses. *Equine and Comparative Exercise Physiology*, 2(2): 119-127.
- Waller, A. and Lindinger, M. (2005). Time course and magnitude of fluid and electrolyte shifts during recovery from high-intensity exercise in Standardbred racehorses. *Equine and Comparative Exercise Physiology*, 2(2): 77-87.