بررسی مقادیر سرمی ویتامین C، ویتامین E ، سلنیم و فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز در سرم اسبهای مبتلا به پیروپلاسموز

علی حسن‌پور[1*]، احمد نعمت‌الهی[2]

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، دانشیار، دانشکده دامپزشکی، گروه علوم درمانگاهی، تبریز، ایران

۲- دانشیار، دانشگاه تبریز، دانشکده دامپزشکی، گروه پاتوبیولوژی، تبریز، ایران

(دریافت مقاله: ۹۲/٤/۲۲ پذیرش نهایی: ۹۲/۸/۲٤)

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی سطوح سرمی ویتامین E، ویتامین C، سلنیم و فعالیت سرمی آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز در اسب‌های مبتلا به پیروپلاسموز انجام گرفت. ۱۵ راس اسب مبتلا به پیروپلاسموز بر اساس نشانه های ازمایشگاهی و بالینی تایید شدند. از دام ها بعد از اخذ تاریخچه، نمونه خون از ورید وداج اخذ و سرم جداسازی شد. همچنین از ۱۱ راس اسب سالم نیز با شرایط سنی و تغذیه ای و مدیریتی یکسان به عنوان گروه سالم نمونه برداری شدند. در هر نمونه خونی تهیه شده پس از جداسازی سرم مقادیر سلنیم، ویتامین E، ویتامین C، هموگلوبین و فعالیت سرمی آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز اندازه گیری شد. میانگین سطح سرمی سلنیم، ویتامین E، ویتامین C و فعالیت سرمی گلوتاتیون پراکسیداز در اسب‌های مبتلا به پیروپلاسموز کاهش داشت که بغیر از ویتامین C در بقیه موارد معنی دار بود. در اسب‌های بیمار هموگلوبین سرم کاهش معنی داری داشت. در بررسی همبستگی بین سلنیم سرم با میزان فعالیت سرمی گلوتاتیون پراکسیداز، ویتامین E و هموگلوبین در اسب‌های مبتلا به پیروپلاسموز مشخص گردید که یک ارتباط مثبت بین این پارامتر سرمی با گلوتاتیون پراکسیداز و ویتامین E وجود دارد ولی ارتباط آن با هموگلوبین سرم منفی است. در هر دو گروه بیمار و سالم ارتباط این مارکر اکسیدانی سرم فقط با ویتامین E معنی دار بود (به ترتیب r =۰/۶۱۵ و r = ۰/۶۸۵). نتیجه نهایی اینکه در اسب‌های مبتلا به پیروپلاسموز آنتی اکسیدان‌های سلنیم، گلوتاتیون پراکسیداز و ویتامین E کاهش می یابد و در درمان و کنترل این بیماری باید به تامین آنتی اکسیدان‌ها اهمیت داده شود.

واژگان کلیدی: پیروپلاسموز، ویتامین C، ویتامین E ، سلنیم، گلوتاتیون پراکسیداز، اسب

مقدمه

پیروپلاسموز یک بیماری تک یاخته‌ای قابل انتقال از طریق کنه ها می باشد که انتشار جهانی دارد و عامل آن در تک سمی‌ها تیلریا اکویی و بابزیا کابالی می‌باشد که انگل‌های داخل سلولی متعلق به شاخه آپی کمپلکسا می‌باشند (Tefera, *et al.*, 2011). گونه‌های کنه‌های سخت از سه جنس هیالوما، ریپی سفالوس و درماسنتور به عنوان ناقل تیلریا اکویی و بابزیل کابالی عمل می‌کنند. سر سوزن‌های آلوده و وسایل جراحی می توانند باعث انتقال تیلریا اکویی شوند، همچنین

*- پست الکترونیکی نویسنده مسئول: A_hasanpour@iaut.ac.ir

انتقال داخل رحمی عفونت و ایجاد عفونت در جنین می‌تواند اتفاق بیافتد (Baldani, *et al*., 2010). بیماری خود را بصورت تب، کم خونی، زردی، بزرگ شدن طحال و کبد، وجود هموگلوبین و بیلیروبین در ادرار نشان می‌دهد. بیماری دارای فرم‌های فوق حاد، حاد، تحت حاد و مزمن است. بسیاری از موارد بالینی ناشی از تیلریا اکویی می باشد و اغلب عفونت ناشی از بابزیا کابالی بدون نشانه آشکار است. اسب‌های مخزن بیماری ممکن است که پس از قرار گرفتن در شرایط استرس، علایم بالینی را نشان دهند (Balkaya, *et al*., 2010, Kouam, *et al*., 2010). تعیین ابتلا به تیلریا یا بابزیا بوسیله روش‌های مستقیم یا غیر مستقیم صورت می گیرد. روش‌های مستقیم شامل بررسی میکروسکوپی گسترش‌های خونی رنگ آمیزی شده و روش‌های مولکولی است. روش‌های غیر مستقیم بوسیله ردیابی وجود آنتی بادی‌های بر علیه بابزیا و تیلریا با استفاده از تست‌های سرولوژیک انجام می گیرد (Moretti, *et al*., 2010). در بیماری پیروپلاسموزیس تغییرات بیوشیمیایی زیادی ممکن است در سرم ایجاد شود که بررسی این تغییرات کمک زیادی در پیشگیری و کنترل این بیماری خواهد نمود. ازجمله اینکه بررسی وضعیت اکسیدان‌ها و آنتی اکسیدان‌های سرم حائز اهمیت است. هموگلوبین، گلوتاتیون پراکسیداز، ویتامین E، ویتامین C و سلنیم بعنوان معیارهای آنتی اکسیدان می‌توانند مطرح باشند (Antoncic-Svetina, *et al*., 2010). نقش سلنیم و ویتامین E بعنوان آنتی اکسیدان از دیرباز مطرح می‌باشد و استفاده از مکمل حاوی سلنیم می‌تواند نقش حفاظتی در دام‌ها داشته باشد (Konda, *et al*., 1998). این مطالعه به منظور بررسی سطوح سرمی ویتامین E، ویتامین C، سلنیم، هموگلوبین و فعالیت سرمی آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز در اسب‌های مبتلا به پیروپلاسموز و تعیین ارتباط بین این پارامترهای سرمی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه بر روی ۱۵ رأس اسب مبتلا به پیروپلاسموز در اسب‌داری‌های اطراف تبریز انجام گرفت. اسب‌های بیمار بر اساس نشانه‌های آزمایشگاهی و بالینی (نمونه برداری از وریدهای سطحی پوزه و دیدن انگل خونی) تأیید شدند. از دام‌ها بعد از اخذ تاریخچه، نمونه خون از ورید وداج اخذ و سرم جداسازی شد. همچنین ۱۱ رأس اسب سالم نیز با شرایط سنی و تغذیه‌ای و مدیریتی یکسان به عنوان گروه سالم نمونه‌برداری شدند. در هر نمونه خونی تهیه شده پس از جداسازی سرم مقادیر هموگلوبین خون با استفاده از کیت زیست شیمی، میزان فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز سرم با استفاده از کیت بیوشیمیایی مختص خود (Randox®)، سلنیم سرم به روش جذب اتمی، ویتامین C با روش بیوشیمیایی لوری و ویتامین E سرم به روش گازکراماتوگرافی اندازه گیری شد (Chiaradia *et al*., 1998). جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS13 و برای مقایسه میانگین‌ها در بین دو گروه از روش آماری Ttest و برای تعیین ارتباط بین پارامترها از روش Correlation استفاده شد.

نتایج

میانگین سطح سرمی ویتامین E در اسب‌های مبتلا به پیروپلاسموز کاهش نشان داد طوری که این مقدار در گروه بیمار ۲/۵۹±۰/۷۵ µg/ml و گروه شاهد ۳/۲۳±۰/۷٦ µg/ml بود که این کاهش معنی‌دار بود(p=۰/۰٤۲). میانگین سطح سرمی ویتامین C در اسب‌های گروه بیمار ۰/۲۹±۰/۰۲ mg/dl و در اسب‌های گروه شاهد ۰/۲۷±۰/۰٤ mg/dl بود. اختلاف میانگین این ویتامین در بین دو گروه اختلاف آماری معنی‌داری نشان نداد (p=۰/۱٤٥).

میانگین سطح سلنیم سرم در اسب‌های گروه بیمار بطور معنی‌داری کمتر از اسب‌های گروه شاهد بود

(p =۰/۰۱۷). طوری که این مقادیر به ترتیب ۱۲۵/۲٦±٦/٤٦ng/l و ng/l ۱٤٥/۰٦±٤/٤٥ بود. میانگین میزان فعالیت سرمی گلوتاتیون پراکسیداز در اسب‌های مبتلا به پیروپلاسموز کاهش نشان داد طوری که این مقدار در گروه بیمار U/gHB ٤٤/۹۳±٥/٥۲ و گروه شاهد U/gHB ٦۰/۲۹±۳/۰۱ بود که این کاهش معنی‌دار بود (p =۰/۰۰۰).

میانگین سطح سرمی هموگلوبین در اسب‌های مبتلا به پیروپلاسموز کاهش نشان داد طوری که این مقدار در گروه بیمار g/dl ۱۱/۷۸±۱/۷۹ و گروه شاهد g/dl ۱۳/۳۸±۱/۳٥ بود که این افزایش معنی دار بود (p=۰/۰۲۰)

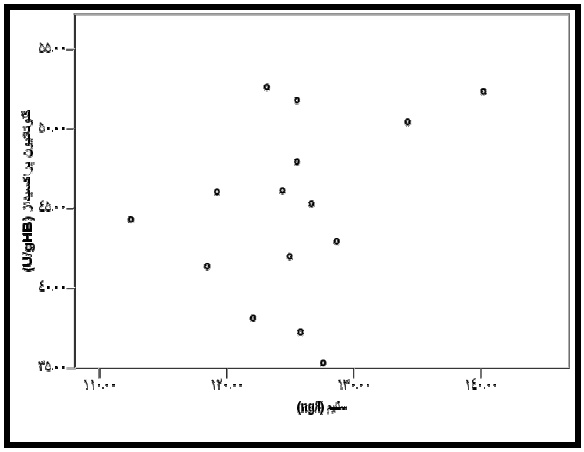
جدول۱- مقایسه میانگین مقادیر سرمی ویتامین E، ویتامین C، سلنیم و فعالیت سرمی آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز در گروه مبتلا و سالم

پارامتر سرمی	گروه	تعداد	میانگین	انحراف معیار	سطح معنی داری (p value)
گلوتاتیون پراکسیداز (U/gHB)	بیمار	۱٥	۴۴/۹۳	٥/٥۲	۰/۰۰۰
	سالم	۱۱	۶۰/۲۹	۳/۰۱	
ویتامین E (µg/ml)	بیمار	۱٥	۲/٥۹	۰/۷٥	۰/۰۴۲
	سالم	۱۱	۳/۲۳	۰/۷۶	
ویتامین C (mg/dl)	بیمار	۱٥	۰/۲۹	۰/۰۲	۰/۱۴٥
	سالم	۱۱	۰/۲۷	۰/۰۴	
سلنیم (ng/l)	بیمار	۱٥	۱۲٥/۲۶	۶/۴۶	۰/۰۱۷
	سالم	۱۱	۱۴٥/۰۶	۴/۴٥	
هموگلوبین (g/dl)	بیمار	۱٥	۱۱/۷۸	۱/۷۹	۰/۰۲۰
	سالم	۱۱	۱۳/۳۸	۱/۳٥	

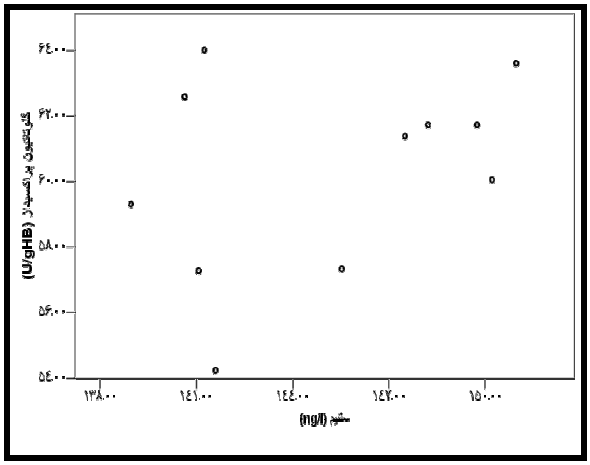
در بررسی همبستگی بین سلنیم سرم با میزان فعالیت سرمی گلوتاتیون پراکسیداز، ویتامین E و هموگلوبین در اسب‌های مبتلا به پیروپلاسموز مشخص گردید که یک ارتباط مثبت بین این پارامتر سرمی با گلوتاتیون پراکسیداز و ویتامین E وجود دارد ولی ارتباط آن با هموگلوبین سرم منفی است. در جدول ٤ ضریب همبستگی و سطح معنی داری بین سلنیم سرم با گلوتاتیون پراکسیداز، ویتامین E و هموگلوبین سرم در اسب‌های بیمار و سالم مشخص شده است که در هر دو گروه ارتباط این مارکر اکسیدانی سرم فقط با ویتامین E معنی‌دار بود (به ترتیب r =۰/٦۱٥ و r=۰/٦۸٥).

جدول۲- همبستگی بین سلنیم سرم با میزان فعالیت سرمی گلوتاتیون پراکسیداز، ویتامین E و هموگلوبین در اسب‌های مبتلا به پیروپلاسموز و سالم

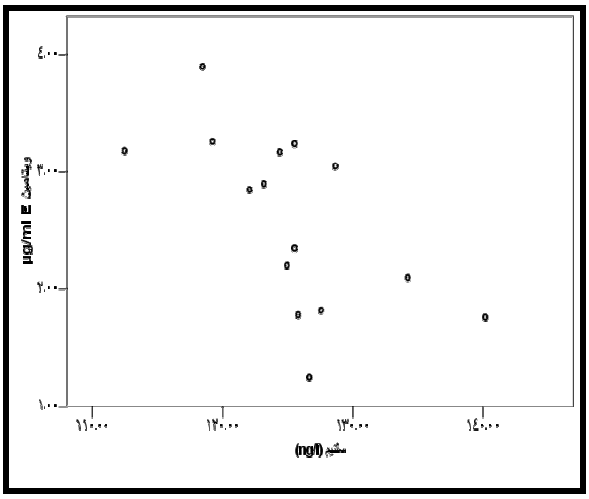
		گلوتاتیون پراکسیداز	ویتامین E	هموگلوبین
بیمار	ضریب همبستگی (r)	۰/۳۲۲	۰/۶۱٥	۰/۰٥۱
	سطح معنی داری (p Value)	۰/۳۴۱	۰/۰۱٥	۰/۸٥۸
سالم	ضریب همبستگی (r)	۰/۳۳۹	۰/۶٥۸	۰/۰۴۷
	سطح معنی داری (p Value)	۰/۳۰۸	۰/۰۲۸	۰/۸۹۲



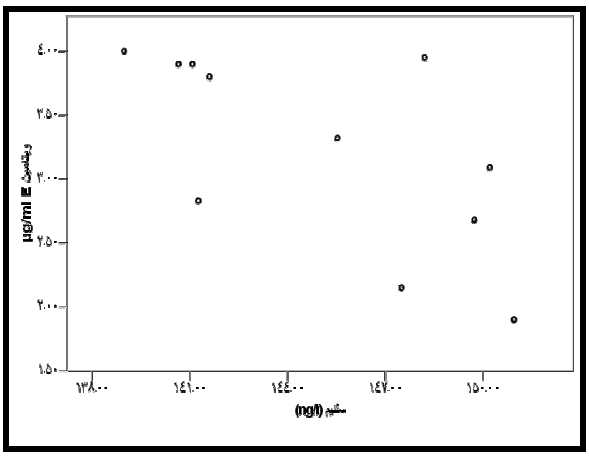
نمودار ۱- همبستگی بین سلنیم سرم با فعالیت سرمی آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز در اسب‌های مبتلا به پیروپلاسموز



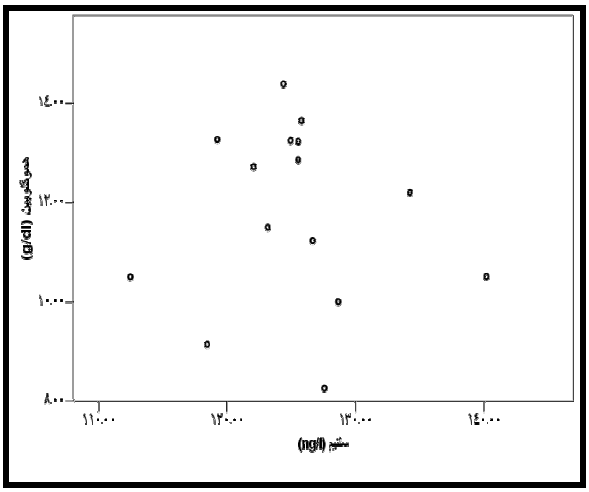
نمودار ۲- همبستگی بین سلنیم سرم با فعالیت سرمی آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز در اسب‌های سالم



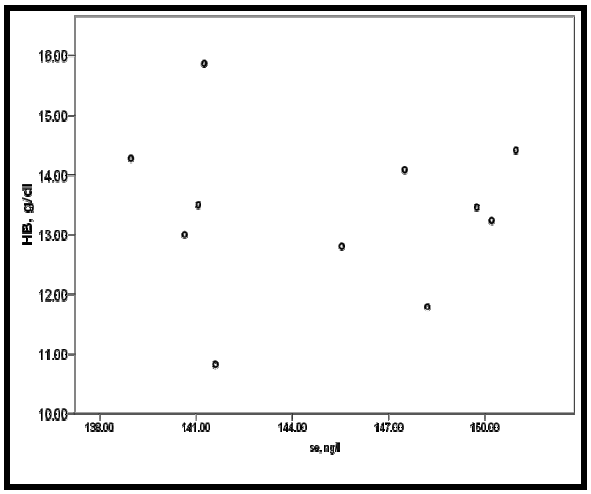
نمودار ۳- همبستگی بین سلنیم سرم با میزان سرمی ویتامینE در اسب‌های مبتلا به پیروپلاسموز



نمودار ۴- همبستگی بین سلنیم سرم با میزان سرمی ویتامینE در اسب‌های سالم



نمودار ۵- همبستگی بین سلنیم سرم با میزان سرمی هموگلوبین در اسب‌های مبتلا به پیروپلاسموز



نمودار ۶- همبستگی بین سلنیم سرم با میزان سرمی هموگلوبین در اسب‌های سالم

بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق مشخص گردید که در اسب‌های مبتلا به پیروپلاسموز میزان فعالیت سرمی آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز، سطح سرمی سلنیم و ویتامین‌های E و C کاهش می‌یابد که بغیر از ویتامین C بقیه موارد معنی‌دار بود($p<۰/۰۵$). این کاهش احتمالا به خاطر مصرف آنها در مقابله با اکسیدان‌ها و رخداد استرس اکسیداتیو در این بیماری است. کاهش مشاهده شده با نتایج به دست آمده از مطالعات پیشین همخوانی داشت (Saleha, *et al.*, 2008, Lee, *et al.*, 2002). میانگین هموگلوبین سرم در اسب‌های بیمار بطور معنی‌داری کمتر از اسبهای سالم بود ($p<۰/۰۵$). کاهش هموگلوبین سرم می تواند بدلیل لیز گلبول‌های قرمز باشد که در مطالعات دیگر نیز چنین نتیجه ای حاصل شده است (Kouam, *et al.*, 2010). تعادل اکسیدانی – آنتی اکسیدانی بطور گسترده در انسان و اسب‌ها بصورت بالینی و آزمایشگاهی بررسی شده است (Kirschwink, *et al.*, 2008). افزایش فعالیت سرمی گلوتاتیون پراکسیداز بدنبال ورزش و بیماری‌های عفونی در اسب‌های استانداردبرد بدنبال ۱۲ هفته ورزش ودر مطالعه دیگر در موش بدنبال ۸ هفته ورزش نشان داده شده است (Oztasan, *et al.*, 2004). در

مقابل در مطالعه دیگر کاهش فعالیت این آنزیم بدنبال ورزش گزارش شده است (Willians, *et al*.,2006). در یک مطالعه بر روی ۸۳ راس اسب مبتلا به بیماری‌های مجاری تحتانی تنفسی مشخص گردید که میزان سرمی سلنیم، مس، روی و آهن سرم در اسب‌های بیمار نسبت به اسب‌های سالم کاهش معنی داری نشان می دهد و منگنز سرم افزایش داشت (P<۰/۰۵). همچنین در اسب‌های بیمار میانگین غلظت سرمی مالون دی آلدئید افزایش معنی دار وفعالیت سرمی آنزیم‌های کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز کاهش معنی‌دار نشان داد (p<۰/۰۵) (Youssef, *et al*., 2012).

در یک تحقیقی با مطالعه بر روی اسب‌های نژاد تروبرد با مصرف مکمل سلنیم و ویتامین E بمدت ۷ روز مشخص کردند که مقادیر سرمی سلنیم و ویتامین E افزایش یافته است (Hartlova, *et al*., 2008). با مصرف مکمل حاوی ویتامین E در اسب مشخص نمودند که سطح سرمی ویتامین E تغییر معنی‌داری پیدا نمی‌کند (Pagan, *et al*., 2005).

با مطالعه بر روی اسب‌های نژاد تروبرد مصرف مکمل سلنیم و ویتامین E بمدت ۷۰ روز بررسی شده و افزایش سطح سرمی سلنیم و ویتامین E اشاره شده است ولی در این مطالعه در مورد گلوتاتیون پراکسیداز کاری انجام نگرفته است (Hartlova, *et al*., 2008). ریچاردسون با مصرف مکمل سلنیم و ویتامین E بر روی اسب‌های کوارتر در روز ۲۸ بالا رفتن سطح سرمی ویتامین E و سلنیم را تایید نموده است (Richardson, *et al*., 2006). در مطالعه دیگری بالا رفتن ۸ برابری سطح سرمی ویتامین E در اسب‌های پونی بعد از ۷۰ روز مصرف مکمل ویتامین E به میزان ٤٠mg/kg روزانه تایید شده است (Avellini, *et al*., 1999).

در یک مطالعه‌ای بر روی اسب‌های نژاد تروبرد مشخص گردید که با بکار بردن آنتی‌اکسیدانهای خوراکی مثل ویتامین C میزان آنتی‌اکسیدانهای سرمی افزایش می‌یابد (Demorffarts, *et al*., 2005). در اسب‌هایی که بصورت یورتمه فعالیت داشتند میزان آنتی‌اکسیدانهای خونی کاهش یافته و هموگلوبین سرمی بالایی نشان دادند (Kinnunes, *et al*., 2005). در اسب‌های تروبرد با مصرف آسکوربیک اسید وضعیت آنتی‌اکسیدانهای سرم بررسی و نقش مثبت آن در حین ورزش گزارش شده است (White, *et al*., 2001).

در مطالعه‌ای فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز با سطح سرمی سلنیم ارزیابی شده و مشخص شده است که افزایش سطح سرمی سلنیم باعث افزایش گلوتاتیون پراکسیداز می‌شود (Ludvicova, *et al*., 2005). در یک مطالعه‌ای با مصرف مکمل حاوی سلنیم و ویتامین E افزایش سطح سرمی گلوتاتیون‌پراکسیداز را گزارش کردند و مشخص شد که با مصرف این مکمل در روز ٤٠ مقدار گلوتاتیون پراکسیداز دو برابر می‌شود (Demorffarts, *et al*., 2005).

در مطالعه‌ای با بررسی وضعیت استرس اکسیداتیو در اسب‌های مبتلا به گورم کاهش سطح سرمی ویتامینE، ویتامینC، سلنیم و گلوتاتیون پراکسیداز در اسب‌های بیمار گزارش شده است که بغیر از ویتامین C در بقیه موارد تغییر معنی‌دار بود. در این مطالعه همچنین ارتباط معنی داری در بین سلنیم با گلوتاتیون پراکسیداز در اسب‌های بیمار وجود داشت (Hassanpour, *et al*., 2013).

ویتامین C از ویتامین‌های محلول در آب می باشد که در دستگاه گوارش توسط میکروفلور سنتز می شود و در موقع بیماری پیروپلاسموز بی اشتهایی رخ می دهد که کاهش ویتامین C را می توان به بی اشتهایی و استرس ناشی از بیماری ارتباط داد. از طرف دیگر نقش این ویتامین در سیستم ایمنی بدن مشخص گردیده است. در تحقیقی اثرات فارماکودینامیک این ویتامین را بررسی کرده‌اند و به نقش برخی داروها در بیوسنتز ویتامین اشاره شده است که استفاده از سرم قندی به

شکل خوراکی باعث افزایش سنتز این ویتامین می شود. کومنیز و همکاران نقش این ویتامین در تقویت سیستم ایمنی گوساله‌ها را بررسی کرده اند و مشخص شده با مصرف ویتامین C سیستم ایمنی تقویت می شود (Cummins, *et al.*, 1989) نتیجه نهایی اینکه در اسب‌های مبتلا به پیروپلاسموز آنتی‌اکسیدان‌های سلنیم، گلوتاتیون پراکسیداز و ویتامین E کاهش می یابد و در درمان و کنترل این بیماری باید به تامین آنتی‌اکسیدان‌ها اهمیت داده شود.

سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت مالی و معنوی معاونت محترم پژوهش و فن آوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز به انجام رسید که بدینوسیله تقدیر و تشکر بعمل می‌آید.

منابع

- Antoncic-Svetina, M., Turk R., Svetina A., Geres, D., Rekic, B., Juretic, D., (2010). Lipid status, paroxononase-1 activity and metabolic parameters in serum of heifers and lactating cows related to oxidative stress. Research in Veterinary Science, 90(2): 298-300.
- Avellini, L., Chiaradia, E., Gaiti, A., (1999). Effect of exercise training, selenium and vitamin E on some free radical scavengers in horses (Equus Caballus). Comprative Biochemistry and Physiology, (123): 147-154.
- Baldani, C., Nakaghi, A., Machado, R., (2010). Occurrence of Theileria equi in horses raised in the Jaboticabal microregion, Sao Paulo State, Brazil. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria, (19): 228-232.
- Balkaya, I., Utuk, A., Piskin, F., (2010). Prevalance of Theileria equi and Babesia caballi in Donkeys from Eastern Turkey in Winter Season. Pakistan Veterinary Journal, (30):245-246.
- Chiaradia, E., Avellini, L., Rueca, F., Spaterna, A., Porciello, F., Antonioni, M., Gaiti, A., (1998). Physical exercise, oxidative stress and muscle damage in race horses. Comprative Biochemistry and Physiology, (119): 833-836.
- Cummins, K., Brunner, C., (1989). Dietary Ascorbic Acid and Immune Response in Dairy calves. Journal of Dairy Science, (72):129-134.
- Demorffarts, B., Kirschvink, N., Art, T., Pincemail, J., Lekeux, P., (2005). Effect of oral antioxidant supplementation on blood antioxidant status in trained thoroughbred horses. Veterinary Journal, (169): 65-74.
- Hartlova, A., Rajman, R., Dorflerova, A., Zita, L., Rehak, D., Rosmus, J., Sindelar, M., Klabnova, P., (2008). Effect of Dietary Supplementation with Vitamin E and Selenium in Thoroughbred Horses on the Concentration of F2-isoprostanes in the Blood Plasma as a Marker of Lipid Peroxidation. Acta Veterinaria Brno, (77): 335–340.
- Hassanpour, A., Khakpour, M., Amoughli Tabrizi, B., (2013). Correlation of F2 Isoprostanes and antioxidants of serum in the horses with strangles. Life Science Journal, 10(3s):426-430.
- Kinnunes, S., Hyyppa, S., Lappalienen, J., Oksala, N., Venojarvi, M., Nakao, C., Hanninen, O., Sen, C., Atalay, M., (2005). Exercise-induced oxidative stress and muscle stress protein responses in trotters. European Journal of Applied Physiology, (93): 496-501.
- Kouam, M., Kantzoura, V., Gajadhar, A., Theis, J., Papadopoulos, E., Theodoropoulos, G.,

(2010). Seroprevalence of equine piroplasms and host-related factors associated with infection in Greece. Veterinary Parasitology. (169): 273-278.

- Konda, V., Todeti, C., Munagunura, P., Pallu, R., (1998). Pulmonary lipid peroxidation and antioxidant defenses during exhaustive physical exercise: the role of vitamin E and selenium. Nutrition, (14): 448-451.
- Kirschvink, N., De Moffarts, B., Lekeux, P., (2008). The oxidant/antioxidant equilibrium in horses. Veterinary Journal, (177): 178–191.
- Lee, J., Knowles, S., Judson, G., (2002). Trace element and vitamin nutrition of grazing sheep. In: Freer M., Dove H., Sheep Nutrition. CABI Publishing, Wallingford, UK, 285-311.
- Ludvikova, E., Jahn, P., Pavlata, L., Vyskocil, M., (2005). Selenium and vitamin E status correlated with myopathies of horses reared in farms in the Czech Republic. Acta Veterinaria Brno, (74): 377-384.
- Moretti, A., Mangili, V., Salvatori, R., Maresca, C., Scoccia, E., Torina, A., Moretta, I., Gabrielli, S., Tampieri, M., Pietrobelli, M., (2010). Prevalence and diagnosis of Babesia and Theileria infections in horses in Italy: A preliminary study. Veterinary Journal, (184): 346-350.
- Oztasan, N., Taysi, S., Gumustekin, K., Altinkaynak, K., Aktas, O., Timur, H., Siktar, E., Keles, S., Akar, S., Akcay, F., Dane, S., Gul, M., (2004). Endurance training attenuates exercise-induces oxidative stress in erythrocytes in rat. European Journal of Applied Physiology, (91): 622–627.
- Pagan, J., Kane, E., Nash, D., (2005).Form and source of tocopherol affected vitamin E status in thoroughbred horses. Pferdeheilkunde, (21): 101-102.
- Richardson, S., Siciliano, P., Engle, T., Larson, C., Ward, T., (2006). Effect of selenium supplementation and source on the selenium status of horses. Jornal of Animal Science, (84): 1742-1748.
- Saleha, M., Al-Salahyb, M., Sanousic, S., (2008). Corpuscular oxidative stress in desert sheep naturally deficient in copper. Small Ruminant Research, (80): 33-38.
- Tefera, M., Worku, A., Tolosa, M., (2011). Prevalence and risk factors for donkey babesiosis in and around Debre Zeit, Central Ethiopia. Veterinary Research, (4): 56-60.
- White, A., Estrada, M., Walker, K., Wisnia, P., Filgueira, G., Valdes, F., Araneda, O., Behn, C., Martinez, R.. (2001). Role of exercise and ascorbate on plasma antioxidant capacity in Thoroughbred racehorses. Comprative Biochemistry and Physiology, (128): 99-104.
- Willians, C., Carlucci, S., (2006). Oral Vitamin E supplementation and oxidative stress, vitamin and antioxidant status in intensely exercising horses. Equine Veterinary Journal, (36)): 617–621.
- Youssef, M., Khodery, S., Ibrahim, H., (2012). Antioxidant trace elements in serum of draft horses with acute and chronic lower airway disease. Biologic Trace Element Resear