"Research article" DOI: 10.30495/JVCP.2020.1885116.1252

Evaluation of cardiac index as a criterion for termination of resuscitation with fluid therapy in dogs with hypovolemic shock

Azargoun, R.[1], Avizeh, R.[2*], Ghadiri, A.[2], Razijalali, M.[2], Pourmahdi Broujeni, M.[3], Imani Rastabi, H.[4]

1- Assistant Professor, Department of Internal Medicine and Clinical Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran.
2- Professor, Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
3- Associated Professor, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
4- Assistant Professor, Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
*Corresponding author's email: avizeh@scu.ac.ir
(Received: 2020/1/13 Accepted: 2020/9/10)

Abstract

The cardiac index which is obtained by dividing the cardiac output on the body surface is known as the standard parameter to evaluate tissue perfusion. The purpose of this study was to evaluate cardiac index changes as a novel criterion to estimate the time of fluid therapy termination in dogs with hypovolemic shock. For this purpose, 10 mixed breed dogs were selected and after determination of body surface area, cardiac output was measured by Doppler echocardiography in eight stages. After induction of anesthesia and recording of vital signs, cardiac index evaluation was performed in control stage. Hypovolemic shock was induced by blood withdrawal to a mean arterial pressure of 40 to 50 mmHg within 30 minutes and then maintained for 30 minutes under hypovolemic condition. The dogs were then randomly divided into two equal groups; each group was resuscitated with lactated Ringer's solution (20 ml/kg) or 6% hydroxyethyl starch (5 ml/kg) over four 15-min intervals. The dogs were monitored for up to one hour from the last stage of resuscitation and at the end of each stage evaluation of cardiac index was performed. Hypovolemic shock caused significant decrease in cardiac index (2.3±0.1) compared to control stage (4.8±0.6) (p<0.05). Following resuscitation, cardiac index increased and returned to pre-shock values in both groups. Based on the results of this study, echocardiographic evaluation of cardiac index is an ideal criterion for estimating the termination of resuscitation in dogs with hypovolemic shock.

Conflict of interest: None declared.
Keywords: Cardiac index, Hypovolemic shock, Dog.

"مقاله پژوهشی" DOI: 10.30495/JVCP.2020.1885116.1252

ارزیابی شاخص قلبی به عنوان معیاری جهت خاتمه احیاء با مایع‌درمانی در سگ‌های دچار شوک هیپوولمیک

رضا آذرگون[۱]، رضا آویزه[۲*]، علیرضا غدیری[۲]، محمد راضی جلالی[۲]، مهدی پورمهدی بروجنی[۳]، هادی ایمانی راستابی[٤]

۱- استادیار گروه بیماری‌های درونی و کلینیکال پاتولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
۲- استاد گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
۳- دانشیار گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
٤- استادیار گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
*نویسنده مسئول مکاتبات: avizeh@scu.ac.ir

(دریافت مقاله: ۹۸/۱۰/۲۳ پذیرش نهایی: ۹۹/٦/۲۰)

چکیده

شاخص قلبی، که با تقسیم‌نمودن برون‌ده قلب بر سطح بدن به‌دست می‌آید، به عنوان پارامتری استاندارد جهت بررسی پرفیوژن بافتی شناخته می‌شود. هدف مطالعه حاضر، ارزیابی تغییرات شاخص فوق، به عنوان معیاری جدید جهت تخمین زمان خاتمه مایع‌درمانی در سگ‌های دچار شوک هیپوولمیک بود. به این منظور ۱۰ قلاده سگ نژاد مخلوط انتخاب و پس از تعیین سطح بدن، برون‌ده قلب به وسیله اکوکاردیوگرافی داپلر طی هشت مرحله اندازه‌گیری شد. پس از القاء بیهوشی و ثبت علایم حیاتی، ارزیابی شاخص قلبی در مرحله کنترل انجام گردید. شوک هیپوولمیک با خون‌گیری تا رسیدن به فشارخون میانگین سرخرگی بین ٤۰ تا ۵۰ میلی‌متر جیوه در عرض ۳۰ دقیقه ایجاد و سپس به مدت ۳۰ دقیقه در شرایط هیپوولمی حفظ شد. سپس سگ‌ها به صورت تصادفی به دو گروه مساوی تقسیم شدند و هر گروه با محلول رینگر لاکتات (۲۰ میلی‌لیتر بر کیلوگرم) یا هیدروکسی اتیل استارچ ٦ درصد (۵ میلی‌لیتر بر کیلوگرم) در چهار بازه زمانی ۱۵ دقیقه‌ای احیاء شدند. تا یک ساعت پس از آخرین مرحله احیاء، سگ‌ها مورد پایش قرار گرفته و در پایان هر مرحله ارزیابی شاخص قلبی صورت پذیرفت. مشخص شد که شوک هیپوولمیک موجب کاهش معنی‌دار شاخص قلبی (۲/۳±۰/۱) نسبت به مرحله کنترل (٤/۸±۰/٦) گردیده است ($p<۰/۰۵$). همچنین متعاقب احیاء، شاخص قلبی افزایش یافت و در هر دو گروه به مقادیر پیش از شوک بازگشت. بر اساس نتایج مطالعه حاضر، می‌توان اعلام کرد که ارزیابی اکوکاردیوگرافیک شاخص قلبی، معیاری ایده‌آل جهت تخمین زمان خاتمه احیاء در سگ‌های دچار شوک هیپوولمیک می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: شاخص قلبی، شوک هیپوولمیک، سگ.

مقدمه

شوک هیپوولمیک رایج‌ترین نوع شوک در دام‌های کوچک بوده که ممکن است به دنبال کاهش آب بدن ناشی از اسهال و استفراغ، هدررفت شدید مایعات محیطی و یا خونریزی شدید رخ دهد (Gutierrez *et al.*, 2004). خونریزی علت اصلی تلفات حین جراحی و یا در بیماران دچار ضربه است. به دنبال خونریزی، بطن‌ها در زمان دیاستول با حجم ناکافی از خون پر شده (کاهش پیش بار) و متعاقب آن حجم ضربه‌ای، برون‌ده قلب و فشار خون کاهش می‌یابد که نهایتاً منجر به افت پرفیوژن بافتی، هیپوکسی سلولی و آسیب متابولیک می‌گردد (Mousavi, 2015; Fülöp *et al.*, 2013). مؤثرترین راه جهت اصلاح اکسیژن رسانی، افزایش برون‌ده قلب از طریق بهبود پیش بار با تجویز مایعات است (Davis, 2016). مایع درمانی امری ضروری جهت احیای اغلب بیماران دچار شوک بوده و با هدف رساندن فشار میانگین سرخرگی به ۹۰ -۷۰ میلی‌متر جیوه انجام می‌شود (Keefe, 2012).

شاخص قلبی معیاری مرتبط با برون‌ده قلب (بهترین پارامتر جهت ارزیابی عملکرد سیستم قلبی عروقی) بوده که حجم خون پمپ شده در واحد زمان را نسبت به سطح بدن (عامل مهم تعیین کننده برون‌ده قلب) نشان می‌دهد (Mellema and McIntyre, 2015). مهم‌ترین مزیت ارزیابی شاخص قلبی نسبت به برون‌ده قلب، احتساب سطح بدن بوده که بدین ترتیب احتمال بروز خطا هنگام مقایسه داده‌های آماری بین بیماران با جثه متفاوت از بین می‌رود (Fakler *et al.*, 2007). این شاخص به عنوان پارامتر مرجع برای ارزیابی پرفیوژن بافتی در بیماران دچار شوک در نظر گرفته می‌شود (Dinh *et al.*, 2012). جهت سنجش شاخص قلبی در گذشته از روش رقیق‌سازی حرارت استفاده می‌شد. اما امروزه استفاده از روش‌های کمتر تهاجمی نظیر آنالیز کانتور پالس، رقیق‌سازی لیتیوم، بیوامپدانس الکتریکی و اکوکاردیوگرافی توجه محققین را به خود جلب کرده است. بسیاری از این روش‌ها پرهزینه بوده و دسترسی به آن‌ها محدود می‌باشد. اما اکوکاردیوگرافی سینه‌ای روشی غیرتهاجمی بوده که در اکثر مراکز درمانی در دسترس است (Weekes and Quirke, 2011).

زمان خاتمه احیای بیماران دچار شوک هیپوولمیک با مایع درمانی، یکی از موضوعات چالش برانگیز بوده که در حالت ایده‌آل به نقاط پایانی احیاء بر اساس شواهد مستند، معطوف می‌گردد. اما متأسفانه چنین ملاک‌هایی هنوز در دامپزشکی وجود ندارند و زمان توقف مایع درمانی اغلب بر مبنای قضاوت بالینی می‌باشد (Keefe, 2012).

از آن جایی که تاکنون مطالعات محدودی پیرامون بررسی شاخص قلبی در طب حیوانات کوچک انجام پذیرفته، لذا بر آن شدیم تا با ایجاد مدل تجربی شوک هیپوولمیک در سگ، تغییرات این شاخص به عنوان معیاری جدید جهت تخمین زمان خاتمه احیاء را از طریق اکوکاردیوگرافی، طی مراحل مایع درمانی با محلول‌های رینگر لاکتات یا هیدروکسی اتیل استارچ ٦ درصد بررسی نماییم.

مواد و روش‌ها

- **حیوانات مورد مطالعه:** جهت انجام این مطالعه تجربی در دانشگاه شهید چمران اهواز در تابستان ۱۳۹۷، ۱۰

قلاده سگ نر نژاد مخلوط در محدوده سنی ۱/۵ تا ۳/۵ سال تهیه و پس از اندازه‌گیری وزن بدن، سطح بدن هر یک از حیوانات بر اساس فرمول استاندارد تبدیل وزن به سطح تعیین گردید (Boothe, 2017). سپس موهای ناحیه بین دنده‌های سوم تا هفتم تراشیده شده و جهت زدودن چربی سطحی، پوست با الکل شستشو گردید.

- **مطالعه تجربی**: در مرحله نخست این مطالعه، سیاهرگ سفالیک سمت راست سگ‌ها (جهت تزریق داروها و مایع درمانی) که قبلاً به مدت ۱۲ ساعت تحت محرومیت غذایی قرار گرفته بودند، اما دسترسی آزادانه به آب داشتند، با آنژیوکت شماره ۱۸ (شرکت سوپا، ایران) کاتترگذاری گردید. برای القاء بیهوشی از رژیم پروپوفول (Lipuro 1%, Braun Melsungen, Germany) با دوز ٦ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن و فنتانیل (Fentanyl, Caspian, Iran) با دوز ۵ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، به صورت داخل سیاهرگی استفاده شد (Assadnassab *et al.*, 2008; Braz *et al.*, 2004). پس از نصب لوله داخل نایی کاف‌دار با قطر داخلی ۸/۵ – ۸ میلی‌متر (شرکت سوپا، ایران)، حیوانات در حالت خوابیده به پهلوی راست قرار گرفته و بیهوشی توسط ایزوفلوران (Forane, Abbott, UK) (با غلظت ۱/۸ درصد در اکسیژن ۱۰۰ درصد) به صورت استنشاقی حفظ گردید (Ko *et al.*, 2012). همچنین جهت حفظ دمای مرکزی در محدوده ۳۸ – ۳۷ درجه سلسیوس از تشکچه حرارتی استفاده شد (Nascimento *et al.*, 2006). سرانجام متعاقب نصب رابط‌های دستگاه ثبت چند پارامتری علایم حیاتی (Burtons, PM-9000Vet Multi-Parameter Monitor, United Kingdom)، نخستین ارزیابی اکوکاردیوگرافیک شاخص قلبی به عنوان مرحله کنترل مطالعه انجام گردید.

به منظور القاء شوک هیپوولمیک و اندازه‌گیری مستقیم فشار خون میانگین سرخرگی، سرخرگ رانی سمت راست خارج و با آنژیوکت شماره ١٦ (شرکت سوپا، ایران) کاتترگذاری گردید و ظرف مدت ۳۰ دقیقه خونگیری تا رسیدن به فشار میانگین سرخرگی ٤٠ تا ۵۰ میلی‌متر جیوه صورت پذیرفت (Braz *et al.*, 2004; Nascimento *et al.*, 2006). میانگین حجم خون اخذشده، ۳±٥٤ میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن بوده که تقریباً مطابق با ٤±٦٢ درصد از حجم کل خون در گردش بود، چراکه میانگین حجم خون در نظر گرفته شده معادل ۸۸ میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن می‌باشد (Haskins *et al.*, 2005). دومین مرحله ارزیابی این مطالعه هم، در زمان مذکور انجام گردید.

به منظور تثبیت مرحله هیپوولمی، فشار خون میانگین سرخرگی به مدت نیم ساعت در بازه ٤٠ تا ۵۰ میلی‌متر جیوه، توسط خونگیری بیشتر یا تزریق مجدد بخشی از خون اخذ شده، حفظ گردید (Braz *et al.*, 2004). سومین مرحله ارزیابی نیز در پایان مرحله تثبیت صورت پذیرفت.

جهت انجام عمل احیاء، سگ‌های مورد آزمایش، به صورت تصادفی به دو گروه مساوی A و B تقسیم شدند. سگ‌های گروه A محلول رینگر لاکتات (شرکت فرآورده‌های تزریقی و دارویی ایران، تهران، ایران) را با دوز ۲۰ میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن و سگ‌های گروه B محلول هیدروکسی اتیل استارچ ٦ درصد (VOLUVEN, FRESENIUS KABI,

Germany) را با دوز ۵ میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در چهار بازه زمانی متوالی ۱۵ دقیقه‌ای دریافت نموده و در پایان هر یک از مراحل احیاء، ارزیابی‌های مورد مطالعه مجدداً انجام گردید (Mazzaferro and powell, 2013). تا یک ساعت پس از آخرین مرحله احیاء، سگ‌ها تحت نظر قرار گرفته و در پایان این زمان، هشتمین مرحله ارزیابی صورت پذیرفت. لازم به ذکر است که حیوانات مبتلا به شوک هیپوولمیک بدون بروز تلفات، با موفقیت احیاء شدند و پس از آخرین مرحله ارزیابی به خوبی به‌هوش آمدند.

- **روش اندازه‌گیری شاخص قلبی**: از آنجایی که برون‌ده قلب حاصل ضرب حجم ضربه‌ای در تعداد ضربان قلب می‌باشد، در پایان هر یک از مراحل مورد مطالعه، جهت تعیین حجم ضربه‌ای از حاصل ضرب محیط دریچه آئورت در انتگرال زمانی سرعت استفاده گردید (Lopes *et al*., 2010). بدین منظور اکوکاردیوگرافی داپلر سینه‌ای (Landwind Medical, Mirror 2, Digital Color Doppler Diagnostic Ultrasound, China) توسط یک متخصص رادیولوژی دامپزشکی با استفاده از پروب آرایه فازی و فرکانس ۵ مگاهرتز در رهیافت‌های استاندارد انجام شد (Assadnassab *et al.*, 2008). در نهایت با تقسیم نمودن برون‌ده قلب (لیتر در دقیقه) بر سطح بدن (متر مربع)، شاخص قلبی (لیتر در دقیقه در متر مربع) در هر مرحله محاسبه گردید.

- **تحلیل آماری داده‌ها**: نتایج حاصل با استفاده از نسخه ۱۶ نرم افزار SPSS و آزمون اندازه‌گیری تکراری مورد بررسی قرار گرفته و $p<۰/۰۵$ مبنای قضاوت آماری لحاظ گردید.

یافته‌ها

در هر یک از مراحل احیاء، سگ‌های گروه اول ۱۰۲±۳۸۶/۸۵ میلی‌لیتر از محلول رینگر لاکتات و سگ‌های گروه دوم ۸۹/۵±۲۲/۱۷ میلی‌لیتر از محلول هیدروکسی اتیل استارچ ۶ درصد را دریافت نمودند. تجزیه و تحلیل آماری نتایج نشان داد که فاکتور زمان، بر فشار خون میانگین سرخرگی دارای تأثیر معنی‌دار بوده ($p<۰/۰۵$)، اما نوع محلول مورد استفاده اثر قابل توجهی بر این متغیر نداشته است ($p>۰/۰۵$) (جدول ۱). نتایج تغییرات شاخص قلبی در مراحل مختلف این مطالعه نیز در جدول ۲ درج شده است. میانگین شاخص قلبی هر دو گروه در مرحله کنترل، ۰/۶±۴/۸ بود که پس از القای شوک به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($p<۰/۰۵$). متعاقب احیاء، این شاخص افزایش یافت به طوری که تقریبا در مراحل ۶ و ۷، به ترتیب از گروه‌های A و B به میزان پیش از شوک بازگشت. شایان ذکر است که محلول‌های مورد استفاده اختلاف معنی‌داری بین دو گروه نشان ندادند ($p>۰/۰۵$).

جدول ۱- میانگین± انحراف معیار فشار خون میانگین سرخرگی (mmHg) در سگ‌های گروه A (احیاء شده با رینگر لاکتات) و B (احیاء شده با هیدروکسی اتیل استارچ ٦ درصد)

مرحله	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸
گروه A	۷٦/۱٤±۸/۲^{a}	۳±٤٥^{b}	٤٥/٤±٤/۳^{b}	۹±٦۲/۲^{a}	٦۰/٦±٤^{a}	٦٦/۸±٦/۳^{a}	۷۰/۱۰±٤/۲^{a}	۹±٦۳/٤^{a}
گروه B	۷۳/۱۰±۲/٥^{a}	۲±٤۳/۱^{b}	٤۷/۲±٤/۳^{b}	٥۹/۸±۲/۷^{b}	٦۸/۱۰±۸/۸^{a}	۷±۷٤/۳^{a}	٥±۷٥/٤^{a}	۷۰/۱٤±٦/٤^{a}

a,b: حروف متفاوت، نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد ($p<۰/۰٥$).

جدول ۲- میانگین± انحراف معیار شاخص قلبی ($L/min/m^2$) در سگ‌های گروه A (احیاء شده با رینگر لاکتات) و B (احیاء شده با هیدروکسی اتیل استارچ ٦ درصد)

مرحله	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸
گروه A	٤/۰±۹/٦^{a}	۲/۰±٤/۲^{c}	۲/۰±٥/۱^{c}	۳/۰±۸/٤^{b}	۰±٤/۹^{b}	٤/۰±۷/۳^{a}	٤/۰±٥/۳^{a}	۳/۰±۹/٥^{b}
گروه B	٤/۰±۷/۷^{a}	۲/۰±۲/۱^{c}	۲/۰±٥/۳^{c}	۰±۳/۲^{c}	۳/۰±٦/٥^{b}	٤/۳^{ab}	٤/۰±٦/۲^{ab}	٤/۰±۱/۷^{ab}

a,b,c: حروف متفاوت، نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد ($p<۰/۰٥$).

بحث و نتیجه‌گیری

در این مدل مطالعاتی به منظور احیای سگ‌های دچار شوک هیپوولمیک تجربی از بولوس محلول‌های رینگر لاکتات و هیدروکسی اتیل استارچ ٦ درصد، به عنوان متداول‌ترین محلول‌های کریستالوئیدی و کلوئیدی سنتتیک استفاده گردید و نتایج کوتاه مدت تغییرات شاخص قلبی در راستای تخمین زمان خاتمه احیاء از جنبه بالینی مورد بررسی قرار گرفت.

در بیماران دچار شوک هیپوولمیک تخمین صحیح وضعیت حجم خون در گردش، جهت برآورد مقدار مایع مورد نیاز به منظور جایگزینی و پایش روند احیاء برای جلوگیری از بروز عوارض احتمالی مایع درمانی بیش از حد، امری ضروری و مهم می‌باشد. به این دلیل روش‌های مختلفی جهت ارزیابی وضعیت حجم خون وجود دارد که شامل معاینات بالینی، سنجش علایم حیاتی، بررسی پرفیوژن بافتی و مارکرهای بیوشیمیایی متابولیسم می‌باشند. برخی از این پارامترها به دلیل مکانیسم‌های جبرانی بدن در اوایل هیپوولمی ظاهراً دارای یک فاز تأخیری بوده، یا نیازمند تکنیکی تهاجمی و زمان‌بر جهت ارزیابی می‌باشند. به طور مثال زمانی که حجم خون تا ۳۰ درصد کاهش یابد، علی‌رغم این که فشار خون می‌تواند در محدوده طبیعی حفظ گردد، اما از سوی دیگر این میزان کاهش جهت آغاز نارسایی ارگان‌های مختلف کافی است (Dipti *et al*., 2012).

پیرامون مدیریت شوک، خواه با علت شناخته شده باشد یا خیر، اکوکاردیوگرافی جهت تشخیص، مدیریت و نظارت بر روند شوک مورد استفاده قرار می‌گیرد و به عنوان تکنیک منتخب اولیه توصیه می‌شود. به طوری که با کمک این تکنیک می‌توان مشکلات همودینامیک یا قلبی زمینه‌ساز بروز شوک را با حساسیت و ویژگی بالایی شناسایی نمود (McLean, 2016). شاخص قلبی یک مرجع استاندارد بوده که سایر شاخص‌های حجم عروقی بر آن استوار است، بنابراین ارزیابی اکوکاردیوگرافیک شاخص قلبی می‌تواند روشی ایده‌آل

جهت هدایت مایع درمانی باشد (Antonelli *et al.*, 2007).

در مطالعه حاضر، پس از القاء شوک هیپوولمیک، شاخص قلبی دچار کاهش قابل توجهی گردید که علت آن را می‌توان ناشی از کاهش پیش بار دانست. این یافته با نتایج مطالعه فاین و همکاران مطابقت دارد، به طوری که نامبرگان هم با ایجاد کم آبی تجربی در سگ از طریق تزریق داخل سیاهرگی فورزماید و ۸ ساعت محرومیت از آب، کاهش معنی‌دار شاخص قلبی را گزارش نمودند (Fine *et al.*, 2010).

بازگرداندن به موقع حجم درون عروقی با تزریق داخل سیاهرگی مایعات، رکن اصلی درمان شوک هیپوولمیک به منظور برقراری مجدد پرفیوژن سلولی است (Ko *et al.*, 2012). در مطالعه حاضر با آغاز روند مایع درمانی، شاخص قلبی افزایش یافت و تقریبا در هر دو گروه به مرحله کنترل بازگشت که می‌تواند نشان دهنده احیای موفق باشد. اگرچه لانگ و همکاران در سال ۲۰۱۸ پس از تزریق مایعات در کودکان دچار سپسی، شاهد افزایش شاخص قلبی بودند، اما ۱ ساعت پس از خاتمه مایع درمانی، شاخص قلبی حدود ۵ درصد دچار کاهش گردید که این مسئله را می‌توان با خروج بخشی از مایعات تزریق شده به فضای خارج عروقی توجیه نمود (Long *et al.*, 2018). در مطالعه حاضر نیز علی‌رغم عدم وجود اختلاف معنی‌دار در نتایج شاخص قلبی بین دو گروه با توجه به استفاده از محلول‌هایی با دوز متفاوت، در هشتمین مرحلهٔ تحقیق، شاخص قلبی نسبت به آخرین مرحله احیاء، دچار کاهش گردید که علت آن را می‌توان ناشی از اختلاف در مکانیسم عمل و همچنین مدت دوام محلول‌های مورد استفاده در فضای داخل عروقی دانست (Nascimento *et al.*, 2006)، چراکه محلول‌های کریستالوئیدی نسبت به محلول‌های کلوئیدی وزن مولکولی کمتری داشته و در نتیجه ثبات همودینامیک کمتری ایجاد می‌نمایند (Tao *et al.*, 2015).

مهمترین نکته در احیای بیماران دچار شوک، زمان خاتمه احیاء است که بازتابی از پاسخ به مایع درمانی بوده و ارزیابی شاخص قلبی می‌تواند نقش بسزایی در این خصوص داشته باشد. به طوری که افزایش شاخص قلبی به بیش از ۱۰ درصد پس از تزریق بولوس مایعات را می‌توان به عنوان پاسخ مثبت به مایع درمانی تلقی نمود و در صورت عدم افزایش این شاخص و تداوم تزریق مایعات، عواقب خطرناکی نظیر ادم ریوی دور از انتظار نخواهد بود (Long *et al.*, 2018; Hasanpour *et al.*, 2009). با این حال به منظور احیای موفق و نائل شدن به زمان خاتمه احیاء، تعیین دوز مناسب مایع درمانی بسیار حائز اهمیت است. طبق مطالعه آیا و همکاران مایع درمانی با حجم کم (کمتر از ۵۰۰ میلی‌لیتر) در بالغین قادر به افزایش شاخص قلبی نخواهد بود (Aya *et al.*, 2017). در توضیح این مسئله باید به این نکته توجه داشت که افزایش فشار میانگین گردش خون می‌بایست بیش از فشار دهلیز راست باشد تا با ایجاد یک گرادیان فشار ناشی از خون سیاهرگی در قلب، شاخص قلبی پس از مایع درمانی افزایش یابد (Guyton, 1995).

با توجه به یافته‌های مطالعه حاضر می‌توان نتیجه گرفت که ارزیابی اکوکاردیوگرافیک شاخص قلبی روشی آسان، مقرون به صرفه و قابل اعتماد جهت

تشخیص هیپوولمی و پایش پاسخ بیماران به مایع درمانی می‌باشد. همچنین از آنجایی که محدوده طبیعی شاخص قلبی سگ در منابع معتبر تعیین گردیده، استفاده از این شاخص می‌تواند به عنوان معیاری جدید در تخمین زمان خاتمه احیاء از طریق مایع درمانی و بازگرداندن شاخص قلبی به مقدار مرجع ارزشمند باشد. با این حال چون نتایج حاصل از اکوکاردیوگرافی وابسته به اپراتور بوده، بهره‌گیری از پارامترهای بالینی در کنار ارزیابی شاخص قلبی می‌تواند نتایج قابل اعتمادتری در خصوص تخمین زمان خاتمه احیاء ارائه نماید.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از حمایت مالی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز جهت انجام این تحقیق، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافعی ندارند.

منابع

- Antonelli, M., Levy, M., Andrews, P.J., Chastre, J., Hudson, L.D., Manthous, C., et al. (2007). Hemodynamic monitoring in shock and implications for management. Intensive Care Medicine, 33(4): 575-590.
- Assadnassab, G.H., Mousavi, G.H. and Neshat Gharamaleky, M. (2008). Ultrasonographic measurement of canine aorta and aortic inlet before and after administration of Propofol. Veterinary Clinical Pathology, 2(3): 241-247. [In Persian]
- Aya, H.D., Rhodes, A., Chis Ster, I., Fletcher, N., Grounds, R.M. and Cecconi, M. (2017). Hemodynamic effect of different doses of fluids for a fluid challenge: A quasi-randomized controlled study. Critical Care Medicine, 45(2): e161–e168.
- Boothe, D.M. (2017). Drug selection and dosing regimens. In: Monitoring and Intervention for the Critically Ill Small Animal. Kirby, R. and Linklater, A. editors. 1st ed., Iowa: Wiley-Blackwell, pp: 177-206.
- Braz, J., Nascimento, P., Filho, O., Braz, L., Vane, L.A., Galva˜oVianna, P.T., et al. (2004). The Early Systemic and Gastrointestinal Oxygenation Effects of Hemorrhagic Shock Resuscitation with Hypertonic Saline and Hypertonic Saline 6% Dextran-70: A Comparative Study in Dogs. Anesthesia and Analgesia, 99(2): 536-546.
- Davis, H. (2016). Management of Patients in Shock. In: Small animal emergency and critical care for veterinary technicians. Battaglia, A.M. and Steele, A.M. editors. 3th ed., Missouri: Elsevier, pp: 223-233.
- Dinh, V.A., Ko, H.S., Rao, R., Bansal, R.C., Smith, D.D., Kim, T.E, et al. (2012). Measuring cardiac index with a focused cardiac ultrasound examination in the ED. American Journal of Emergency Medicine, 30(9): 1845-1851.
- Dipti, A., Soucy, Z., Surana, A. and Chandra, S. (2012). Role of inferior vena cava diameter in assessment of volume status: a meta-analysis. Emergency Medicine, 30(8): 1414-1419.

- Fakler, U., Pauli, Ch., Balling, G., Lorenz, H.P., Eicken, A., Hennig, M., et al. (2007). Cardiac index monitoring by pulse contour analysis and thermodilution after pediatric cardiac surgery. The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery, 133(1): 224-228.
- Fine, D.M., Durham, H.E., Rossi, N.F., Spier, A.W., Selting, K. and Rubin, L.J. (2010). Echocardiographic assessment of hemodynamic changes produced by two methods of inducing fluid deficit in dogs. Journal of Veterinary Internal Medicine, 24(2): 348-353.
- Fülöp, A., Turóczi, Z., Garbaisz, D., Harsányi, L. and Szijártó, A. (2013). Experimental Models of Hemorrhagic Shock: A Review. European Surgical Research, 50(2): 57-70.
- Gutierrez, G., Reines, H.D. and Wulf-Gutierrez, M.E. (2004). Clinical review: Hemorrhagic shock. Critical Care, 8(5): 373-381.
- Guyton, A.C. (1995). Determination of cardiac output by equating venous return curves with cardiac response curves. Physiological Reviews, 35(1): 123–129.
- Hasanpour, A., Amougli Tabrizi, B., Rezaie Saber, A.P. and Imandar, M. (2009). Evaluating the effect of administrating hypertonic and isotonic saline solutions on clinical improvement, serum electrolyte concentrations and renal function of calves affected by diarrhea. Veterinary Clinical Pathology, 3(3): 579-590. [In Persian]
- Haskins, S.C., Pascoe, P.J., Ilkiw, J.E., Fudge, M., Hopper, K. and Aldrich, J. (2005). The effect of moderate hypovolemia on cardiopulmonary function in dogs. Journal of Veterinary Emergency and Critical Care, 15(2): 100-109.
- Keefe, J. (2012). Shock and Initial Stabilization. In: Veterinary Technician's Manual for Small Animal Emergency and Critical Care. Norkus, C. editors. 1st ed., Iowa: Wiley-Blackwell, pp: 25-43.
- Ko, J.J., Alam, R. and Kim, N.S. (2012). Hemodynamic effects of fluid resuscitation with 6% hydroxyethyl starch and whole blood in experimental hypovolemic shock in Beagle dogs. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 36(4): 416-423.
- Long, E., Babl, F.E., Oakley, E., Sheridan, B. and Duke, T. (2018). Cardiac Index Changes with Fluid Bolus Therapy in Children with Sepsis-An Observational Study. Pediatric Critical Care Medicine, 19(6): 513-518.
- Lopes, P.C., Sousa, M.G., Camacho, A.A., Carareto, R., Nishimori, C., Santos, P., et al. (2010). Comparison between two methods for cardiac output measurement in propofol-anesthetized dogs: thermodilution and Doppler. Veterinary Anaesthesia and Analgesia, 37(5): 401-408.
- Mazzaferro, E. and Powell, LL. (2013). Fluid therapy for the emergent small animal patient. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, 43(4): 721-734.
- McLean, A.S. (2016). Echocardiography in shock management. Critical Care, 20: 275.
- Mellema, M.S. and McIntyre, R.L. (2015). Cardiac output monitoring. In: Small animal critical care medicine. Silverstein, D.C. and Hopper, K. editors. 2nd ed., Missouri: Elsevier, pp: 962-966.
- Mousavi, G.H. (2015). Preventive effects of Naringenin (Citrus flavonone) on intestinal ischemia–reperfusion injury in the rat. Veterinary Clinical Pathology, 8(4): 675-689. [In Persian]
- Nascimento, P.Jr., De Paiva Filho, O., de Carvalho, L.R. and Braz, J.R. (2006). Early Hemodynamic and Renal Effects of Hemorrhagic Shock Resuscitation with Lactated Ringer's Solution, Hydroxyethyl Starch, and Hypertonic Saline with or without 6% Dextran-70. The Journal of Surgical Research, 136(1): 98-105.
- Tao, J.P., Huang, Q.Q., Huang, H.Q., Yang, J.J., Shi, M., Zhou, Y., et al. (2015). Effects of goal-directed fluid therapy with different lactated Ringer's: hydroxyethyl starch ratios in hemorrhagic shock dogs. Genetics and Molecular Research, 14(2): 6649-6663.
- Weekes, A.J. and Quirke D.P. (2011). Emergency echocardiography. Emergency Medicine Clinics of North America, 29(4): 759-787.