



Revista MVZ Córdoba  
ISSN: 0122-0268  
revistamvz@gmail.com  
Universidad de Córdoba  
Colombia

Çagri Karakurum, Mehmet; Koray Albay, Metin; Sahinduran, Sima; Sezer, Kenan;  
Ramazan, Yildiz; Sarp Sevgisunar, Necmettin  
Hetastarch and Hetastarch + 7.2% NaCl solution in the treatment of hypovolemic diarrheic  
calves  
Revista MVZ Córdoba, vol. 21, núm. 2, mayo-agosto, 2016, pp. 5316-5327  
Universidad de Córdoba  
Montería, Colombia

Available in: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69345827003>

- How to cite
- Complete issue
- More information about this article
- Journal's homepage in redalyc.org

redalyc.org

Scientific Information System  
Network of Scientific Journals from Latin America, the Caribbean, Spain and Portugal  
Non-profit academic project, developed under the open access initiative

## Hetastarch and Hetastarch + 7.2% NaCl solution in the treatment of hypovolemic diarrheic calves

### Hetastarch y Hetastarch + solución de NaCl al 7.2%(p/v) en el tratamiento de terneros diarreicos hipovolémicos

Mehmet Çağrı Karakurum,<sup>1\*</sup> Ph.D, Metin Koray Albay,<sup>1</sup> Ph.D, , Şima Şahinduran,<sup>1</sup> Ph.D, Kenan Sezer,<sup>1</sup> Ph.D, Ramazan Yıldız,<sup>1</sup> Ph.D, Necmettin Sarp Sevgisunar,<sup>1</sup> DVM.

<sup>1</sup>Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Internal Medicine, Burdur, Turkey. \*Correspondence: mckarakurum@hotmail.com

Received: August 2015; Accepted: January 2016.

#### ABSTRACT

**Objective.** In this study, it was aimed to compare the effectiveness of Hydroxyethyl Starch (HTS), HTS +7.2% NaCl combination and Ringer Lactate solutions in the treatment of hypovolemic calves with diarrhea. **Materials and methods.** A total of 21 holstein calves (12 female, 9 male, weighted 28-52 kg), at the age of 0-30 days, were enrolled in the present study. The calves were randomly divided into 3 groups. Calves in the first group received HTS (10 mL / kg), calves in the second group received Hydroxyethyl starch + 7.2% NaCl combination (4 mL/kg) and calves in the third group were treated with lactated Ringer's solution (32 mL/kg) intravenously. Calves in each group were administered with oral rehydration solution immediately, and at 8<sup>th</sup> and 16<sup>th</sup> hours after intravenous applications. Clinical examinations and laboratory findings were obtained at 0 hour, 30<sup>th</sup> minutes, 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 4<sup>th</sup>, 12<sup>th</sup> and 24<sup>th</sup> hours respectively. **Results.** Calves in all groups achieved clinical remission with a positive response to treatment and there was no statistically significant difference in the vast majority of the variables examined, although dehydration, capillary refill time, mental status and pulse quality were better in hydroxyethyl starch group and especially in hydroxyethyl starch + 7.2% NaCl group than those of Ringer's lactate group ( $p<0.05$ ). **Conclusions.** In the present study, treatment of hypovolemic calves with diarrhea especially with Hydroxyethyl starch and Hydroxyethyl starch + 7.2% NaCl combination along with oral fluid therapy with the electrolyte solution was considered to be practical and effective.

**Key words:** Calf diarrhea, hypovolemia, hydroxyethyl starch, hydroxyethyl starch + 7.2% NaCl (Source:CAB).

#### RESUMEN

**Objetivo.** En este estudio, que tuvo como objetivo comparar la eficacia de hidroxietil almidón (HEM), HEM + 7.2% en combinación con NaCl y soluciones lactato de Ringer en el tratamiento de los terneros hipovolémicos con diarrea. **Materiales y métodos.** Un total de 21 terneros Holstein (12 hembras, 9 machos, con pesos entre 28-52 kg) y edad de 0-30 días, fueron consideradas en el presente estudio. Los terneros fueron divididos aleatoriamente en 3 grupos. Terneros en el primer grupo recibieron HEM (10 ml/kg), los terneros en el segundo grupo recibieron almidón + combinación hidroxietil 7.2% de NaCl (4 ml/kg) y terneros en el tercer grupo fueron tratados con solución lactato de Ringer (32 ml/kg) por vía intravenosa. A los terneros en cada grupo se les administró

solución de rehidratación oral inmediatamente después, y las ocho y a las 16 horas después de las aplicaciones intravenosas. Los exámenes clínicos y de laboratorio se obtuvieron a las 0 h, 30 minutos, 1, 2, 4, 12 y 24 de horas respectivamente. **Resultados.** Los terneros en todos los grupos alcanzaron la remisión clínica con una respuesta positiva al tratamiento y no hubo diferencia estadísticamente significativa en la mayoría de las variables examinadas; a pesar de la deshidratación, el tiempo de llenado capilar, el estado mental y la calidad de pulso fueron mejores en el grupo tratado con hidroxietil almidón y especialmente en hidroxietil almidón + 7.2% NaCl que los del grupo de lactato de Ringer ( $p < 0.05$ ). **Conclusiones.** En el presente estudio, el tratamiento de los terneros con diarrea hipovolémicos especialmente con hidroxietil almidón y almidón + 7.2% NaCl combinación hidroxietil junto con la terapia de fluido oral con la solución de electrolito fue considerado práctico y eficaz.

**Palabras clave:** Almidón hidroxietil almidón hidroxietil + 7.2% de NaCl, diarrea, hipovolemia, terneros (Fuente: CAB).

## INTRODUCTION

Calf diarrhea is one of the most important health problem and a major source for cause of economic losses in calf husbandry (1,2). Diarrhea leads to severe dehydration and imbalances in acid-base and electrolyte status in neonatal calf. Oral electrolyte fluid administration is recommended for the treatment of moderately dehydrated diarrheic calves; indeed IV infusion of fluids is necessary for severely dehydrated calves (3,4). Administration of large volumes of isotonic solutions is time consuming and expensive. To avoid these disadvantages use of colloid+ hypertonic saline combination along with oral electrolyte fluid administration are recommended in the treatment of neonatal calf diarrhea (2,5,6). Since colloids are too large to pass through a semi permeable membranes, they are restricted to plasma compartment and used as volume expanders (7). When colloids combined with hypertonic saline solution (HSS) they extend the short term effects of HSS. In veterinary medicine generally Dextran 70 + HSS combination is used. This combination at 4 mL/kg IV has been reported to cause a rapid increase in plasma volume, cardiac output and blood pressure (3,5,6).

Hydroxyethyl starch (HTS) is a high molecular weight (average molecular weight = 450.000 dalton) glucose polymer produced chemically from amylopectin. Enzymatic degradation by  $\alpha$ -amylase in blood increases the plasma volume. It is commercially available as 6% Hetastarch in 0.9% NaCl solution. At this concentration, it is hyperoncotic and iso-ismotic. HTS is a natural polysaccharide and rapidly hydrolyzed by amylase. In dogs when given at 25 mL/kg, increases plasma volume 1.37 times the volume infused. Intravascular persistence is also comparable with dextran 70. After 24 h of injection 38% of hetastarch remaining intravascular compared with 19% of dextran. Most HES molecules may persist in the body for

## INTRODUCCION

La diarrea del becerro es una de los problemas de salud más importantes y la principal causa de pérdidas económicas de la cría de terneros (1,2). La diarrea conduce a una severa deshidratación y a desequilibrios en el balance ácido-base y electrolítico del becerro neonatal. Para el tratamiento de terneros diarreicos moderadamente deshidratados, se recomienda la administración de líquidos electrolíticos orales; de hecho la infusión IV de fluidos se utiliza para terneros severamente deshidratados (3,4). La administración de soluciones isotónicas en grandes volúmenes es larga y costosa. Con el fin de evitar estos inconvenientes, en el tratamiento de diarrea neonatal del becerro se recomienda utilizar la combinación coloide + solución salina hipertónica junto con el fluido de electrolito oral (2,5,6).

Dado que los coloides son demasiado grandes para pasar a través de las membranas semipermeables, estos se restringen a los compartimientos de plasma y se usan como expansores de volumen (7). Cuando se combinan los coloides con las soluciones hipertónicas salinas (SHS), extienden los efectos a corto plazo de las SHS. En veterinaria generalmente se utiliza la combinación Dextrano 70 + SHS. Se ha reportado que la combinación IV en concentración de 4 ml/kg causa un rápido aumento del volumen de plasma, gasto cardíaco y presión arterial (3,5,6).

El hidroxietilalmidón (HEM) es un polímero de glucosa de alto peso molecular (peso molecular promedio = 450.000 Dalton) producido a partir de la amilopectina. La degradación enzimática por la  $\alpha$ -amilasa en la sangre aumenta el volumen de plasma. Comercialmente está disponible como 6% Hetastarch en solución de NaCl al 0,9%. A esta concentración, es hiperoncótica e iso-ismótica. El HEM es un polisacárido natural y se hidroliza rápidamente por la amilasa. En los perros cuando se administra en concentración de 25 mL/kg,

2–7 days. In dogs up to 100 mL/kg dose was reported to be nontoxic and non-allergic. To the present author's knowledge there are no reports of hetastarch in the use of ruminants (3,7).

The aim of the present study was to evaluate the effectiveness of hetastarch alone and in combination with HSS in the treatment of hypovolemic calves with naturally occurring diarrhea.

## MATERIALS AND METHODS

The method of this study was modified from a prior study (6).

**Location of study.** This study was performed in Burdur province, which is located in south-west of Turkey; it is located between 37.43°N and 30.17°E, with an altitude level 950 m above sea level. Burdur province homes one of the highest populations of cattle in country. Burdur has a continental Mediterranean climate with cold, snowy winters and hot, long and dry summers. The average temperature was between 3.9°C and 25°C, 51.2% relative humidity, with an annual precipitation average of 440 mm.

**Animal material.** This study was conducted on 21 hypovolemic diarrheic calves (12 female, 9 male, weighted 32-46 kg, 0-30 day of age) in Burdur province between 2012 January-2013 June. Bacterial, viral or parasitic etiology was not the subject of the study. Calves with coexisting diseases such as arthritis, omphalitis and pneumonia were excluded from the study. Also blood gas work findings did not taken into account. Calves were allocated to the three groups as 123, 321, 231, 213, 312 randomly. Calves were hospitalized individually in a private room in the hospitalization area of veterinary teaching hospital. Informed written consent was obtained from all of the calves owners.

Calves were chosen according to the presence of dehydration (distance between medial canthus and eyeball more than 4 mm, showing 8% dehydration or more).

After decision for inclusion to the study each calf weighted and an 18 gauge catheter replaced to the *V. jugularis*. Blood specimen collections and treatment applications were done through this catheter. Catheters were washed at each sampling.

**Clinical examination and collection of specimens.** Clinical examinations and blood collections (for hematology, biochemistry and blood gas work) of all calves were performed before and at 1/2, 1, 2, 4, 12, 24 h after the treatment.

increases the plasma volume 1.37 times the infused volume. The intravascular persistence is comparable also with that of dextran 70. After 24 hours of the injection, it presents a 38% of the intravascular hetaalmidón remanent compared with 19% when it is used dextran. The majority of the HEM molecules can remain in the body for 2 to 7 days. It was reported that when administered to dogs doses up to 100 mL/kg, no toxicity or allergy is presented. According to the information of the present author, there are no reports of the use of Hetastarch in ruminants (3,7). The objective of this study is to evaluate the efficacy of Hetastarch alone and in combination with SHS, in the treatment of hypovolemic calves with natural diarrhea.

## MATERIALES Y METODOS

The method of this study was modified from a prior study (6).

**Localización del estudio.** Este estudio se llevó a cabo en la provincia de Burdur, localizada al suroeste de Turquía; se encuentra entre 37.43°N y 30.17°E, a una altura de 950 m sobre el nivel del mar. Las viviendas de las provincias de Burdur tienen las mayores poblaciones de ganado del país. Burdur tiene un clima continental mediterráneo con inviernos fríos y nevados y veranos calurosos, largos y secos. La temperatura promedio estuvo entre 3.9°C y 25°C, con una humedad relativa de 51.2%, y con una precipitación anual promedio de 440 mm.

**Material animal.** Este estudio se realizó en 21 terneros hipovolémicos con diarrea (12 hembras, 9 machos, con pesos entre 32 y 46 kg, y 0-30 días de edad) en la provincia de Burdur, entre enero del 2012 y junio del 2013. La etiología bacteriana, viral y parasitaria no fue objeto de este trabajo. Se excluyeron del estudio los terneros con enfermedades coexistentes como artritis, onfalitis y neumonía. Tampoco se tomaron en cuenta los resultados de los gases en sangre. Los terneros se asignaron a tres grupos como 123, 321, 231, 213, 312 aleatoriamente. Los animales se hospitalizaron individualmente en habitaciones privadas en el área de hospitalización del hospital de enseñanza veterinaria. Se obtuvo un consentimiento informado por escrito de todos los propietarios de los terneros.

Los terneros se eligieron de acuerdo con la presencia de deshidratación (la distancia entre el canto medio y el globo ocular de más de 4 mm, muestra 8% de deshidratación o más).

**Clinical examinations.** Body temperature, pulse, respiration rates, peripheral pulse quality, capillary refill time, dehydration degrees and mental status of each calf were examined at above mentioned times.

Mental status, peripheral pulse quality and fecal consistency were evaluated and numerically scores as adopted from previous studies.

For the evaluation of mental status, scoring method (0= Normal, 1= Mild depression, does not suckle vigorously, 2= moderate depression and poor suckling, 3= severe depression, recumbent and no suckle reflex), as reported by Walker et al (2) was used.

Peripheral pulse quality scoring was conducted from *A.maxillaris externa* by the method as reported by Şentürk (6): 1) = Difficult to palpate and count; 2) = Very weak but countable; 3)=Weak; 4) = Normal

Fecal consistency was scored as follows: 0=Normal, 1= mild diarrhea, 2= severe watery diarrhea.

Clinical dehydration severity were scored as 0=normal bright eyes, normal skin turgor and eye balls, 1= congested episcleral vessels, slightly decreased skin turgor and slightly retracted eye ball (distance between medial canthus and eyeball is 1- 3 mm), 2= dry oral mucosa, evident decrease in skin turgor, retracted eye ball (distance between medial canthus and eyeball is 4-6 mm), 3= cold nose and oral mucosa, marked decrease in skin turgor, well retracted eye ball (distance between medial canthus and eyeball is > 7 mm).

**Hematological, biochemical examinations and blood-gas analyses.** Hematological examinations (PCV, Hemoglobin, RBC and WBC) were performed by a hematology device (MS9 blood cell counter, Melet Schloesing Laboratories, Osny, France) immediately. Blood specimens for biochemical analyses were collected in tubes without anticoagulant and centrifuged at 3000 rpm, at 4°C for 10 min. Serum specimens were carefully harvest and stored at -20°C until use. Biochemical variables (Total Protein, BUN, Glucose, Creatinine and Phosphorus) were determined by an auto analyzer and commercial kits (VET TEST 8008, IDEXX Laboratories Inc., Westbrook, ME, USA). Venous blood gas analysis (pH, HCO<sub>3</sub>, Base excess) and measurements of Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, K<sup>+</sup> concentrations were done by using an automated gas analyzer in 10 minutes after blood withdrawal (Roche OPTI CCA blood gas analyzer, Roche, Mannheim, Germany).

Luego de tomar la decisión de incluirlo en el estudio, cada ternero se pesaba y se le insertaba un catéter calibre 18 en la *V. jugularis*. La recolección de muestras de sangre y las aplicaciones del tratamiento se hicieron a través del catéter. Estos catéteres se lavaron para cada muestreo.

**Examen clínico y recolección de muestras.** Los exámenes clínicos y las recolecciones de sangre (para hematología, bioquímica y gases en sangre) de todos los terneros se realizaron antes y a la ½, 1, 2, 4, 12, 24 horas después del tratamiento.

**Exámenes clínicos.** Se examinaron la temperatura corporal, pulso, ritmo respiratorio, calidad del pulso periférico, tiempo de llenado capilar, grado de deshidratación y estado mental de cada ternero en los horarios mencionados anteriormente.

Se evaluaron el estado mental, la calidad del pulso periférico y la consistencia fecal y se calificaron numéricamente, según lo aprobado a partir de estudios previos.

Se utilizó para la evaluación del estado mental, el método de calificación (0= Normal, 1= Depresión leve, no succiona vigorosamente, 2= depresión moderada y pobre succión, 3= depresión severa, recostado y sin reflejo de succión), según lo reportado por Walker y colaboradores (2).

La calificación de la calidad del pulso periférico se llevó a cabo a partir de *A.maxillaris externa* según lo informado por Şentürk (6): 1) = Dificultad para palpar y contar; 2) = Muy débil pero contable; 3) = Débil; 4) = Normal.

La consistencia fecal se calificó como sigue: 0=Normal, 1= Diarrea leve, 2= Diarrea acuosa severa.

La gravedad de la deshidratación clínica se calificó como 0= ojos brillantes normales, turgencia de la piel y globos oculares normales, 1= vasos episclerales congestionados, turgencia de la piel ligeramente disminuida y el globo ocular ligeramente retraído (distancia entre el canto medio y el globo ocular es de 1 a 3 mm), 2= mucosa oral seca, evidente disminución de la turgencia de la piel, globo ocular retraído (distancia entre el canto medio y el globo ocular es de 4 a 6 mm), 3= mucosa oral y nariz frías, marcada disminución de la turgencia de la piel, globo ocular muy retraído (distancia entre el canto medio y el globo ocular es > 7 mm).

**Exámenes hematológicos, bioquímicos y análisis de gas en sangre.** Los exámenes hematológicos (PCV, hemoglobina, RBC y WBC) se



**Treatment.** Calves were randomly llocated into three groups. Hetastarch (Varihes 6 % IV infüzyon solusyonu®, 10 mL/kg IV) along with 50 mL/kg oral electrolyte solution (Baymix®, Bayer) was administered to group I (HTS group) and Hetastarch + 7.2% NaCl (4 mL/kg IV) with oral electrolyte solution (50 mL/kg, PO) was administered to group II (HTS + 7.2% NaCl group). Hetastarch + 7.2 % NaCl solution was prepared by adding 32.6 g NaCl to 500 mL of 6% Hetastarch solution in 0.9% NaCl. Lactated Ringer's solution (32 mL/kg, IV) with oral electrolyte solution (22 mL/kg, PO) was administered to group III (LR group). Oral electrolyte solution was readministered to each calf (50 mL/kg) at the 8<sup>th</sup> and 16<sup>th</sup> hours of the study. Additionally Ceftiofur sodium (Excenel®, Pfizer, 2.2 mg/kg, SC, q12 h) was given to all calves. Calves that were unwilling to suckle were intubated.

**Statistical analysis.** General linear model (time, treatment with repeated measures on factor time) was use for comparison of continuous variables. Multiple pair-wise comparisons were done between or within groups, using Tukey test to compare means. Between groups, comparisons for each variable were made at each time point. To assess non parametric data Kruskal Wallis test and Mann-Whitney U test was used. Comparisons for 0-hour value were made by Willcoxon test.  $p < .05$  was deemed statistically significant. All statistical analysis was performed by using Minitab 16 statistical software.

## RESULTS

Diarrhea led to hypovolemia, imbalance of acid-base status and metabolic disorders in all calves. All the calves were dehydrated 8% or more. Dehydration related hypovolemia resulted in increases in hematocrit, BUN, creatinine and capillary refill time. Metabolic acidosis was evident with a decrease in pH and  $\text{HCO}_3^-$  values and an increase in base excess. Pre and post-treatment clinical and laboratory data of groups are in tables 1-3.

In comparison with 0 hour value, the degree of dehydration started to decrease at 2<sup>nd</sup> hour in HTS + 7.2% NaCl combination group, and at 4<sup>th</sup> hour in HTS and LR group. There were no dehydration symptoms after 24 hours of treatment in HTS + 7.2% NaCl combination and HTS groups; however, dehydration symptoms were evident in LR group. Decrease in dehydration (Table 1) was significant at 12<sup>th</sup> hour in HTS + 7.2% NaCl group when compared with HTS and LR group ( $p < 0.05$ ). There were varying degrees of mental status impairment in all calves and it was found

llevaron a cabo de forma inmediata, por medio de un dispositivo hematológico (contador de células sanguíneas MS9, Melet Schloesing Laboratories, Osny, Francia). Las muestras de sangre para análisis bioquímico se recogieron en tubos sin anticoagulante y se centrifugaron a 3000 rpm, a 4°C por 10 min. Las muestras de suero se recolectaron cuidadosamente y se almacenaron a -20°C hasta su uso. Las variables bioquímicas (Proteína total, BUN, Glucosa, Creatinina y Fósforo) se determinaron por medio de un analizador automático y kits comerciales (VET TEST 8008, IDEXX Laboratories Inc., Westbrook, ME, USA). Los análisis de gases en sangre venosa (pH,  $\text{HCO}_3^-$ , exceso de base) y las mediciones de las concentraciones de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$  se realizaron mediante un analizador de gases automatizado 10 minutos después de la extracción de sangre (analizador de gases en sangre Roche OPTI CCA, Roche, Mannheim, Alemania).

**Tratamiento.** Los terneros se dividieron al azar en tres grupos. Se administró al grupo I (grupo HEM) Hetastarch (Varihes 6 % IV infüzyon solusyonu®, 10 ml/kg IV) junto con 50 ml/kg de solución electrolítica oral (Baymix®, Bayer) y al grupo II (grupo HEM + 7.2% de NaCl) se administró Hetastarch + 7.2% de solución NaCl preparada agregando 32.6 g de NaCl a 500 ml de solución al 6% HetaRstarch en 0.9% de NaCl. Al grupo III (grupo LR) se administró la solución Ringer lactato (32 mL/kg, IV) con una solución oral de electrolito (22 mL/kg, PO). Se repitió la administración de la solución electrolítica a cada ternero (50mL/kg) a las 8 y 16 horas del estudio. Adicionalmente se le dio a todos los terneros Ceftiofur sódico (Excenel®, Pfizer, 2.2 mg/kg, SC, cada 12 h). Se intubaron los terneros que no querían succionar o mamar.

**Análisis estadístico.** Para la comparación de las variables continuas se utilizó el método general lineal (tiempo, tratamiento con mediciones repetidas en el factor tiempo). Se hicieron múltiples comparaciones por pares entre y dentro de los grupos, utilizando la prueba de Tukey que compara medias. Entre grupos, las comparaciones para cada variable se hicieron en cada momento de tiempo. Se utilizaron las pruebas de Kruskal Wallis and Mann-Whitney U para la evaluación de datos no paramétricos. Las comparaciones para los valores a las 0 horas se hicieron con el método de Willcoxon.

Se consideró  $p < 0.05$  estadísticamente significativo. Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo mediante el programa estadístico Minitab 16.

## RESULTADOS

En todos los terneros la diarrea llevó a la hipovolemia, al desequilibrio ácido-base y a los desórdenes metabólicos. Todos los terneros

**Table 1.** Results of physical examination

Tests	0.hour	30. Minute	1. hour	2. hour	4. hour	12.hour	24.hour
Mental Status							
HTS	2	2	2	2	1 *	1 *	0 *
HTS + %7.2 NaCl	3	3	3	2	2 *	0 *	0 *
LR	3	3	3	2	1	1 *	1 *
Dehydration (%)							
HTS	2	2	2	2	1 *	1Aa*	0 *
HTS + %7.2 NaCl	3	3	2	2 *	1 *	0 Ab*	0 *
LR	3	3	3	2	1 *	1 Aa*	1 *
Pulse (min)							
HTS	102.57 ± 6.42	113.43 ± 5.57	111.43 ± 5.88	110.86 ± 6.97	110.57 ± 7.10	114.86 ± 5.43	103.43 ± 6.20
HTS + %7.2 NaCl	106.3 ± 10.80	116.00 ± 12.70	112.90 ± 10.03	112.30 ± 10.2	109.70 ± 10.40	111.40 ± 10.00	113.40 ± 13.60
LR	105.71 ± 6.92	117.71 ± 5.58	114.86 ± 4.84	114.29 ± 4.69	112.86 ± 6.17	114.86 ± 5.14	110.57 ± 3.51
PPQ							
HTS	2	3 Aa*	4 Aa*	4 Aa*	4 Aa*	4 A*	4 *
HTS + %7.2 NaCl	2	4 Ab *	4 Aa *	4 Aa *	4 Aa *	4 A *	4 *
LR	2	3 Aa *	3 Ab *	3 Ab *	3 Ab *	3 Ab *	4 *
Respiration (min)							
HTS	29.14 ± 6.52	31.29 ± 5.91	31.57 ± 5.19	29.86 ± 5.28	27.14 ± 4.02	27.71 ± 4.61	29.14 ± 3.90
HTS + %7.2 NaCl	34.29 ± 5.00	31.29 ± 3.33	10.57 ± 3.29	32.57 ± 5.31	32.14 ± 5.47	31.86 ± 6.58	31.43 ± 5.53
LR	25.71 ± 2.60	29.71 ± 2.45	28.57 ± 2.53	28.00 ± 2.62	26.00 ± 2.43	25.71 ± 2.11	25.43 ± 1.89
Body Temp (°C)							
HTS	37.78 ± 0.16 A	37.75 ± 0.18	37.85 ± 0.18	37.94 ± 0.12	38.15 ± 0.15 AB	38.043 ± 0.24	38.25 ± 0.09
HTS + %7.2 NaCl	35.67 ± 0.97 B	35.90 ± 0.95	36.18 ± 0.92	36.58 ± 0.93	36.85 ± 0.75 B	37.814 ± 0.50	38.24 ± 0.27
LR	37.74 ± 0.19 AB	37.88 ± 0.10	37.87 ± 0.08	38.11 ± 0.12	38.50 ± 0.07 A	38.31 ± 0.15	38.37 ± 0.17
Fecal Consistency							
HTS	2	2	2	2	2	2	2
HTS + %7.2 NaCl	2	2	2	2	2	2	2
LR	2	2	2	2	2	2	2

A,B Difference significantly between groups (p&lt;0.05); a, b Difference significantly between experimental times (p&lt;0.05);

\* Difference significantly when compared with 0 hour; PPQ= Peripheral pulse quality; CRT: Capillary refill time

**Table 2.** Results of biochemical analyses

Tests	0.hour	30. Minute	1. hour	2. hour	4. hour	12.hour	24.hour
Total Protein (mg/dL)							
HTS	5.50 ± 0.14	4.92 ± 0.21	5.05 ± 0.19	5.22 ± 0.16	5.27 ± 0.30	5.28 ± 0.28	5.04 ± 0.23
HTS + %7.2 NaCl	6.04 ± 0.41	5.42 ± 0.66	5.65 ± 0.72	5.48 ± 0.73	5.85 ± 0.65	5.38 ± 0.52	5.58 ± 0.37
LR	6.21 ± 0.10 a	5.47 ± 0.13 ab	5.52 ± 0.12 ab	5.57 ± 0.15 b	5.81 ± 0.19 b	5.68 ± 0.15 b	5.32 ± 0.09 b
BUN (mg/dL)							
HTS	59.20 ± 12.40	59.00 ± 12.40	58.20 ± 12.10	58.00 ± 12.70	55.80 ± 12.30	54.90 ± 12.40	46.10 ± 11.50
HTS + %7.2 NaCl	50.44 ± 9.75	49.04 ± 9.21	47.26 ± 9.73	53.70 ± 10.70	49.51 ± 9.67	46.64 ± 9.28	40.51 ± 7.39
LR	49.21 ± 7.31	46.53 ± 6.77	46.34 ± 6.91	46.36 ± 6.73	46.36 ± 6.67	43.40 ± 7.88	40.80 ± 10.70
Creatinine (mg/dL)							
HTS	2.33 ± 0.48	2.30 ± 0.47	2.28 ± 0.45	2.31 ± 0.47	2.21 ± 0.44	2.19 ± 0.39	1.75 ± 0.33
HTS + %7.2 NaCl	2.26 ± 0.25	2.14 ± 0.21	2.11 ± 0.21	2.34 ± 0.16	2.20 ± 0.22	2.13 ± 0.25	1.95 ± 0.24
LR	1.58 ± 0.12	1.48 ± 0.12	1.46 ± 0.12	1.47 ± 0.09	1.50 ± 0.07	1.49 ± 0.11	1.46 ± 0.19
Glucose (mg/dL)							
HTS	79.00 ± 4.34 a	109.29 ± 7.00 a	121.30 ± 12.90a	123.00 ± 12.00	123.30 ± 14.10	109.00 ± 7.58 ab	87.29 ± 3.66 b
HTS + %7.2 NaCl	90.90 ± 12.8	120.10 ± 13.80	124.00 ± 11.30	ab	ab	114.40 ± 12.50	97.30 ± 10.30
LR	69.14 ± 5.74 a	88.00 ± 4.56 ab	95.71 ± 6.84 ab	149.70 ± 30.40	112.00 ± 3.66	89.43 ± 5.37 bc	104.00 ± 6.91 c
				110.86 ± 3.15 ab	abc		
Sodium(mmol/L)							
HTS	125.14 ± 4.25	126.57 ± 3.56 B	126.86 ± 3.60 B	126.71 ± 3.73	128.00 ± 4.31	132.00 ± 4.69	130.71 ± 2.78
HTS + %7.2 NaCl	133.43 ± 3.05	139.57 ± 2.73 A	139.57 ± 2.76 A	138.00 ± 3.27	138.57 ± 3.17	136.57 ± 3.99	134.86 ± 4.27
LR	134.43 ± 3.64	136.43 ± 2.61	135.86 ± 2.74	136.00 ± 3.28	136.57 ± 3.39	137.71 ± 3.18	139.43 ± 2.73
		AB	AB				
Potassium (mmol/L)							
HTS	6.08 ± 0.30	5.81 ± 0.21	5.85 ± 0.17	5.54 ± 0.23	5.48 ± 0.27	5.14 ± 0.46	4.42 ± 0.42
HTS + %7.2 NaCl	5.92 ± 0.38	5.30 ± 0.33	5.21 ± 0.23	5.20 ± 0.27	5.00 ± 0.21	5.10 ± 0.40	4.77 ± 0.36
LR	5.271 ± 0.79	4.97 ± 0.44	5.00 ± 0.34	4.75 ± 0.32	4.75 ± 0.27	4.65 ± 0.16	4.18 ± 0.17
Chloride (mmol/L)							
HTS	98.43 ± 2.96 a	98.86 ± 2.47 a	99.00 ± 2.48 a	98.14 ± 2.34 ab	98.43 ± 2.40 ab	99.71 ± 2.49 ab	99.43 ± 1.88b
HTS + %7.2 NaCl	102.00 ± 2.18	105.14 ± 2.35	106.00 ± 2.17	104.83 ± 2.31	105.29 ± 2.21	104.86 ± 2.80	104.43 ± 2.03
LR	102.86 ± 2.18	103.86 ± 1.90	104.00 ± 2.06	104.00 ± 2.06	103.43 ± 2.23	104.29 ± 1.89	104.86 ± 1.72
Phosphorus (mg/dL)							
HTS	8.13 ± 0.97	8.56 ± 1.22	8.17 ± 0.97	8.21 ± 1.03	7.96 ± 1.12	8.48 ± 1.22	6.61 ± 0.98
HTS + %7.2 NaCl	9.12 ± 1.02 a	8.22 ± 0.70 ab	8.12 ± 0.43 ab	7.19 ± 0.33 ab	7.60 ± 0.52 ab	6.75 ± 0.35 ab	6.41 ± 0.30 b
LR	8.27 ± 0.58	7.26 ± 0.44	6.54 ± 0.41	6.86 ± 0.47	7.16 ± 0.66	7.56 ± 1.07	6.63 ± 1.01

A,B Significantly between groups (p&lt;0.05)

a, b Difference significantly between experimental times (p&lt;0.05)

**Table 3.** Results of Blood gas work variables and Hematological analyses.

Tests	0.hour	30. minute	1. hour	2. hour	4. hour	12.hour	24.hour
pH							
HTS	7.19 ± 0.04	7.18 ± 0.04	7.20 ± 0.03	7.22 ± 0.04	7.22 ± 0.03	7.24 ± 0.02	7.29 ± 0.02
HTS + %7.2 NaCl	7.17 ± 0.06	7.12 ± 0.06	7.14 ± 0.06	7.16 ± 0.06	7.18 ± 0.06	7.26 ± 0.06	7.36 ± 0.02
LR	7.19 ± 0.02	7.20 ± 0.03	7.23 ± 0.02	7.22 ± 0.03	7.23 ± 0.02	7.24 ± 0.03	7.29 ± 0.03
HCO <sub>3</sub> (mmol/L)							
HTS	13.51 ± 1.66	13.50 ± 1.74	14.04 ± 1.69	14.57 ± 1.75	15.77 ± 1.72	16.51 ± 1.73	18.07 ± 1.44
HTS + %7.2 NaCl	13.74 ± 3.47	13.30 ± 3.47	13.11 ± 3.48	13.73 ± 3.47	13.51 ± 3.05	15.37 ± 3.57	18.11 ± 2.79
LR	12.69 ± 1.08	12.54 ± 1.05	13.69 ± 1.02	13.90 ± 1.00	14.21 ± 0.94	14.64 ± 1.01	15.91 ± 1.24
Base Excess (mmol/L)							
HTS	-14.17 ± 2.46	-14.47 ± 2.50	-13.50 ± 2.37	-12.76 ± 2.46	-11.74 ± 2.24	-10.56 ± 2.02	-8.39 ± 1.78
HTS + %7.2 NaCl	-14.13 ± 3.96	-15.36 ± 3.95	-15.23 ± 3.97	-14.34 ± 4.03	-14.09 ± 3.71	-11.06 ± 4.11	-7.07 ± 2.92
LR	-15.07 ± 1.41	-14.94 ± 1.47	-13.26 ± 1.38	-13.33 ± 1.38	-12.93 ± 1.31	-12.44 ± 1.48	-10.31 ± 1.62
Hematocrit (%)							
HTS	39.77 ± 3.12	36.00 ± 2.78	36.33 ± 2.74	36.37 ± 2.77	36.74 ± 2.98	36.60 ± 2.66	35.96 ± 2.78
HTS + %7.2 NaCl	37.00 ± 2.37	32.99 ± 1.88	33.64 ± 1.89	33.73 ± 1.87	33.70 ± 1.96	31.80 ± 1.88	31.21 ± 2.32
LR	41.07 ± 1.49	37.30 ± 1.41	37.23 ± 1.36	36.89 ± 1.08	37.98 ± 0.92	37.61 ± 0.66	37.00 ± 1.01
Leukocyte(10 <sup>3</sup> /L)							
HTS	13.99 ± 2.46	12.28 ± 1.93	12.56 ± 2.34	12.86 ± 2.63	13.41 ± 2.75	13.12 ± 2.03	10.75 ± 1.26
HTS + %7.2 NaCl	10.30 ± 1.40	9.11 ± 0.98	8.23 ± 0.87	8.69 ± 0.84	8.86 ± 0.95	8.70 ± 0.99	8.15 ± 0.74
LR	17.62 ± 3.90	14.75 ± 3.17	15.05 ± 3.18	16.20 ± 3.38	17.21 ± 3.43	15.77 ± 3.25	12.77 ± 2.28
Eritocyte (10 <sup>6</sup> /L)							
HTS	7.64 ± 0.56	7.08 ± 0.40	7.07 ± 0.39	7.25 ± 0.40	7.54 ± 0.41	7.40 ± 0.33	7.11 ± 0.46
HTS + %7.2 NaCl	7.93 ± 0.50	7.15 ± 0.51	6.91 ± 0.35	7.07 ± 0.40	7.15 ± 0.43	6.95 ± 0.35	7.08 ± 0.40
LR	8.12 ± 0.57	7.24 ± 0.46	7.38 ± 0.46	7.59 ± 0.53	8.12 ± 0.52	8.05 ± 0.52	7.36 ± 0.46
Hemoglobin (g/dL)							
HTS	11.44 ± 1.19	9.87 ± 1.06	10.14 ± 1.06	10.47 ± 1.09	10.60 ± 1.16	10.56 ± 1.11	10.59 ± 1.04
HTS + %7.2 NaCl	10.50 ± 0.67	8.72 ± 0.32	8.94 ± 0.41	9.21 ± 0.41	9.17 ± 0.40	8.87 ± 0.40	9.21 ± 0.35
LR	11.77 ± 0.70	10.17 ± 0.77	10.34 ± 0.76	10.58 ± 0.82	10.70 ± 0.89	10.61 ± 0.93	10.24 ± 0.87

<sup>A,B</sup> Significantly between groups ( $p < 0.05$ ); <sup>a, b</sup> Difference significantly between experimental times ( $p < 0.05$ ).

HTS (Treatment with Hetastarch solution), HTS + %7.2 NaCl (Treatment with Hetastarch + %7.2 NaCl solution), LR (Treatment with Lactated Ringer's solution)

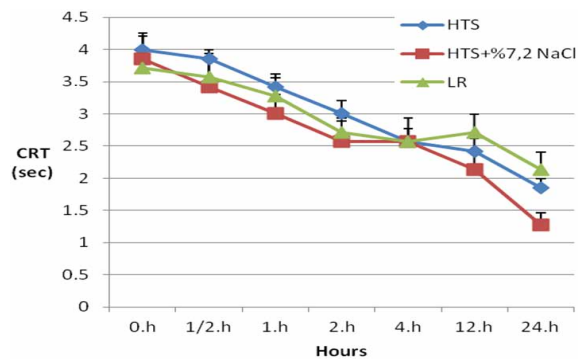
to be associated with the severity of metabolic acidosis. Improvement in mental status seen in all groups after treatment however there were no differences between groups. But when compared to 0 hour, improvement started at 2<sup>nd</sup> hour in HTS and HTS + 7.2% NaCl groups and at 4<sup>th</sup> hour in LR group. Albeit there was no statistical differences between groups, according to us clinical improvement in mental status was better than others in HTS + 7.2% NaCl group. Capillary refill time was shortened in all groups after treatment. Shortening in CRT was statistically significant in 1<sup>st</sup> hour in HTS + 7.2% NaCl combination and LR group and in 2<sup>nd</sup> hour in HTS group. When compared between groups statistical difference was seen in 24 th hour and more prominent in HTS + 7.2% NaCl group (Figure 1).

Peripheral pulse quality was improve in groups after treatment and was found to be statistically different at 30<sup>th</sup> minute, 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 4<sup>th</sup> and 12<sup>th</sup> hour between groups. Improvement was most notably seen in HTS and HTS + 7.2% NaCl combination groups. There were no significant differences in respiratory and pulse rates, fecal consistency. Various degrees of metabolic acidosis were observed in groups at the beginning of the study. Group interaction was not observed in blood gas variables observed among group involved (Table 3). WBC, RBC counts and Hematocrit value was increased in all groups before treatment and

se deshidrataron 8% o más. La deshidratación relacionada con la hipovolemia resultó en un aumento de hematocrito, BUN, creatinina y tiempo de llenado capilar. La acidosis metabólica era evidente con una disminución de los valores de pH y HCO<sub>3</sub> y un aumento del exceso básico. En las tablas 1 a 3 se presentan los datos clínicos y de laboratorio correspondientes al pre y el post-tratamientos de los diferentes grupos.

En comparación con el valor de la hora 0, el grado de deshidratación empezó a disminuir en la 2<sup>a</sup> hora en el grupo II (HEM + 7.2% de NaCl), y en la 4<sup>a</sup> hora en el grupo I (HEM) y en el grupo III (LR). No se presentaron síntomas de deshidratación 24 horas después del tratamiento en los grupos I y II; sin embargo, los síntomas de deshidratación fueron evidentes en el grupo III. A las 12 horas la disminución de la deshidratación (Tabla 1) fue significativa en el grupo II comparada con los grupos I y III ( $p < 0.05$ ). Se presentaron grados variables del estado mental en todos los terneros y se encontró que estaba relacionado con la severidad de la acidosis metabólica. Se observó una mejoría en el estado mental en todos los grupos después del tratamiento, sin embargo no hubo diferencias entre los grupos. Pero cuando se comparó con la hora 0, la mejoría empezó en la 2<sup>a</sup> hora en los grupos I y II y en la 4<sup>a</sup> hora en el grupo III. Aunque no hubo diferencias estadísticas entre grupos, se cree que la mejoría clínica del estado mental fue mayor en el grupo





**Figure 1.** Capillary refill time (CRT) in hypovolemic calves with diarrhea. Shortening in CRT was statistically significant in 1<sup>st</sup> hour in HTS + 7.2% NaCl combination and LR group and in 2<sup>nd</sup> hour in HTS group. When compared between groups statistical difference was seen in 24<sup>th</sup> hour and more prominent in HTS + 7.2% NaCl combination group.

decreased after the treatment. Hemoglobin value was decreased in all groups after treatment however no statistical differences were detected for Hematological variables.

There were no differences in total protein measurements between groups. When compared within groups there was difference in points of time in LR group. Increases in both BUN and creatinine were detected in all groups due to prerenal azotemia at 0 hour. However, they decreased after treatment and no differences were detected in all groups. Sodium concentrations were statistically significant between groups at 30<sup>th</sup> minute and 1<sup>st</sup> hour after treatment. When compared with HTS group increase in sodium value was evident in HTS + 7.2% NaCl combination and LR groups. There were no differences in chloride concentrations between groups but there was a difference in points of time in HTS group. Serum potassium concentration was high at 0 hour in all groups and they decreased after treatment and no statistical differences were detected. Glucose concentrations were increased when compared with 0 hour but no differences detected between groups. But statistical significance was present at all time points in HTS and LR group. Phosphorus concentrations were decreased when compared with 0 hour but no differences detected between groups. However, in HTS + 7.2% NaCl combination group decreases in phosphorus after treatment was statistically significant in points of time (Table 2). All the calves were survived.

II que en los otros. Después del tratamiento el tiempo de llenado capilar se acortó en todos los grupos. Este acortamiento fue estadísticamente significativo en la 1<sup>a</sup> hora en los grupos II y III y en la 2<sup>a</sup> hora en el grupo I. Al comparar entre los grupos se observaron las diferencias estadísticas a las 24 horas siendo más prominentes en el grupo II (Figura 1).

La calidad del pulso periférico se mejoró en los grupos después del tratamiento y se encontró que era estadísticamente diferente entre los grupos al minuto 30, 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> y 12<sup>a</sup> horas. Esta mejoría fue más notable en los grupos I y II. No hubo diferencias significantes en frecuencias respiratorias y de pulso, ni en la consistencia fecal. En los grupos se observaron diferentes grados de acidosis metabólica al inicio del estudio. No se observó interacción del grupo en las variables de gases en sangre entre los grupos involucrados (Tabla 3). En todos los grupos los conteos WBC, RBC y el valor del hematocrito aumentaron antes del tratamiento y disminuyeron después de este. El valor de la hemoglobina disminuyó en todos los grupos después del tratamiento, sin embargo no se detectaron diferencias estadísticas para las variables hematológicas. No se presentaron diferencias en las medidas de Proteína total entre los grupos. Cuando se comparó dentro de los grupos hubo una diferencia entre los puntos de tiempo del grupo LR. Se detectaron aumentos tanto del BUN como de la creatinina en todos los grupos debido a la azotemia prerenal en la hora 0. Sin embargo, después del tratamiento disminuyeron y no se observaron diferencias en los grupos. Las concentraciones de sodio fueron estadísticamente significantes entre los grupos en el minuto 30 y en la 1<sup>a</sup> hora después del tratamiento. Cuando se comparó con el grupo HEM el aumento del valor de sodio fue evidente en los grupos HEM + 7.2 NaCl y LR. No se presentaron diferencias en las concentraciones de cloro entre los grupos pero sí hubo una diferencia en los puntos de tiempo del grupo HEM. La concentración de potasio en suero fue elevada a la hora 0 en todos los grupos y disminuyó después del tratamiento sin detectarse diferencias estadísticas. Las concentraciones de glucosa aumentaron cuando se compararon a la hora 0 sin diferencias entre los grupos. Pero se presentaron diferencias estadísticas en todos los puntos de tiempo en los grupos HEM y LR. Las concentraciones de fósforo disminuyeron al comparar a la hora 0 sin diferencia entre grupos. Sin embargo, en el grupo de la combinación HEM + 7.2% NaCl la disminución del fósforo después del tratamiento fue estadísticamente significativa en los puntos de tiempo (tabla 2). Todos los terneros sobrevivieron.

## DISCUSSION

The leading causes of calf deaths are related to complications of dehydration. Therefore normalization of hydration status with appropriate use of oral and intravenous fluids is an important factor of treatment (3,4). Calves that are dehydrated less than 6% may benefit from oral electrolyte fluids but calves that are 8% or more dehydrated calves must receive intravenous fluids (7). This study showed that intravenous administration of HTS and HTS + 7.2% NaCl solutions along with oral electrolyte solution are effective in the treatment of dehydration due to naturally occurring neonatal calf diarrhea. This finding is parallel to the findings of other reports used Dextran + 7.2% NaCl combination to compare with isotonic NaCl and LR solutions (2,6).

In hypooncotic situations, HES infusion has a great advantage over other colloids because the larger molecules remain intravascular, limiting pulmonary fluid flux. There is a risk of coagulopathy in the use of HTS as in other colloids (8). In this study no side effects was seen attributed to the use of hydroxyethyl starch in the calf. Although moist rales in 2 calves in HTS group seen at 12<sup>th</sup> hour of the study, they were totally normal by auscultation at 24<sup>th</sup> hour.

Hyponatremia, hyperkalemia and hypercalcemia are quite common electrolyte disorders in neonatal calf diarrhea (1,4,9). Increases in serum sodium and chloride concentrations have been detected in endotoxemic calves in calves after hypertonic NaCl use (10). In this study, serum sodium concentrations were detected to be elevated in LR group and HTS + 7.2% NaCl combination at 30<sup>th</sup> minute and 1<sup>st</sup> hour after initiation of the treatment. There was no difference between groups after the 1<sup>st</sup> hour. Also an increase was observed in chloride concentrations after treatment in all groups, but the chloride concentration of the HTS group was found to be lower than other groups. In the present study this effect was observed after 1<sup>st</sup> hour of the treatment.

Increases in BUN and phosphorus in calves with diarrhea has been reported to be an indicator of renal failure usually depending on severity of dehydration (1,4). In this study, significant increases in BUN and creatinine variables were seen in all 3 groups. These variables decreased with the treatment however there was no statistically difference between groups. The normalization of the concentration of creatinine at 24<sup>th</sup> hour of the treatment had

## DISCUSION

Las principales causas de muerte de terneros están relacionadas con las complicaciones de la deshidratación. Por lo tanto, la normalización del estado de hidratación con el uso adecuado de fluidos orales e intravenosos es un factor de tratamiento importante (3,4). Los terneros que se deshidratan menos del 6% se pueden beneficiar de los fluidos orales electrolíticos, pero los que tienen 8% o más de deshidratación deben recibir fluidos vía intravenosa (7). Este estudio mostró que la administración intravenosa de HEM y HEM + 7.2% de solución de NaCl junto con la solución electrolítica vía oral es efectiva en el tratamiento de la deshidratación debida a la diarrea de origen natural del ternero neonatal. Este hallazgo es paralelo al de otros informes que utilizan Dextrano + 7.2% de NaCl combinado, comparando con soluciones isotónicas de NaCl y LR (2,6).

En situaciones hipooncóticas, la infusión Hem tiene una gran ventaja sobre otros coloides porque las moléculas más grandes permanecen de forma intravascular, limitando el flujo de líquido pulmonar. Existe un riesgo de cuagulopatía tanto con el uso de HEM como con otros coloides (8). En este estudio el hecho de no presentarse efectos secundarios en el ternero, se puede atribuir al uso de hidroxietilalmidón. Aunque se presentaron estertores húmedos en dos terneros del grupo HEM a las 12 horas del estudio, estaban completamente normales cuando se auscultaron a las 24 horas.

La hiponatremia, la hipercalcemia y la hipercalcemia son trastornos electrolíticos muy comunes en los terneros con diarrea neonatal (1,4,9). Se detectaron aumentos de las concentraciones de sodio y cloro en el suero en los terneros endotoxémicos, después del uso de NaCl hipertónico (10). En este estudio, se observó que las concentraciones de sodio en el suero eran elevadas en los grupos LR y HEM + 7.2% NaCl a los 30 minutos y una hora después de iniciado el tratamiento. No se presentaron diferencias entre grupos después de la primera hora. También se observó un aumento de las concentraciones de cloro después del tratamiento en todos los grupos, pero se encontró que dichas concentraciones en el grupo HEM eran más bajas que en los otros grupos. En el presente estudio se detectó este efecto después de la primera hora de tratamiento.

Se reporta que un aumento del BUN y fósforo en terneros con diarrea es un indicador de falla renal, dependiendo generalmente de la gravedad de la deshidratación (1,4). En este trabajo, se observó un aumento significativo de BUN y creatinina en todos los 3 grupos. Estas variables disminuyeron con el tratamiento aunque estadísticamente no

been interpreted in terms of correction of pre-renal failure. In this study, it was found that the serum phosphorus was high on 0 hour and observed to decrease after treatment, but there was no statistical significance between the groups. Within group evaluation showed a statistically significant decrease in HTS + 7.2% NaCl combination group after the treatment.

Hypoglycaemia is a significant complication of calf diarrhea (2,4). In the present study hypoglycemia was detected in the calves especially with prolonged starvation. However, serum glucose concentrations increased after treatment but there was no difference between groups. Within group evaluations showed statistical difference in HTS and LR group.

The half-life of intravenous isotonic fluids is less than the colloid + 7.2% NaCl solution. Hypertonic saline increases the osmolality and osmolarity of plasma and as a consequence fluid drawn from intracellular and interstitial space into the vessels and a rapid increase in the plasma volume and oxygen transport occurs (3,6,8,11). Also the colloids remain in vascular compartment providing normovolemia with a relatively small volume for a long time (3). In this study, decreased peripheral pulse quality and prolonged capillary refill time was detected due to dehydration. Treatment corrects the peripheral pulses quality and capillary refill time in the present study. When the capillary refill time evaluated it was found that the improvement of the HTS + 7.2% NaCl combination group was better than the other groups. Evaluations at the 24<sup>th</sup> hour showed that improvements in HTS and HTS + 7.2% NaCl combination groups were found to be better than the LR group. Assessment of the peripheral pulse quality in all groups was significant especially in HTS and HTS + 7.2% NaCl combination group when compared to the LR group. The obtained data are consistent with the findings reported by Senturk 2003. This condition might be explained by the effects of hypertonic saline and colloid solutions in reducing edema in endothelial cells of blood vessels, decreasing vascular resistance by pre-capillary dilation and the effects explained in providing normovolemia (3,6).

Oral electrolyte solution involving colloid + hypertonic saline or just hypertonic saline was reported to reduce the dehydration by a rapid and sustained increase plasma volume (2,5,6,11). When evaluated the improvement in all groups to 0 hour; correction of dehydration in HTS + 7.2% NaCl combination group starts at 2nd hour, in HTS and LR group start at the 4th hour. However, signs of dehydration still

había diferencia entre grupos. La normalización de la concentración de creatinina a las 24 horas del tratamiento se interpretó en términos de corrección de la falla prerrenal. Se encontró también que el fósforo en el suero era alto a la hora 0 y se observó una disminución después del tratamiento, pero no había diferencia estadísticamente significativa entre grupos. La evaluación dentro del grupo mostró una disminución estadísticamente significativa en el grupo HEM + 7.2% de NaCl, después del tratamiento.

La hipoglicemia es una complicación importante de la diarrea en los terneros (2,4). En este trabajo se detectó hipoglicemia especialmente durante la inanición prolongada. Sin embargo, las concentraciones de glucosa en el suero aumentaron después del tratamiento pero sin diferencia entre grupos. Dentro de los grupos las evaluaciones mostraron diferencias estadísticas en los grupos HEM y LR.

La vida media de los fluidos isotónicos intravenosos es menor que la de los coloides + solución de NaCl. La solución salina hipertónica aumenta la osmolalidad y la osmolaridad del plasma y como consecuencia el fluido fluye desde los espacios intracelulares e intersticiales en los vasos y ocasiona un rápido aumento del volumen del plasma ocasionando transporte de oxígeno (3,6,8,11). Además, los coloides permanecen en el compartimiento vascular produciendo normovolemia con un volumen relativamente pequeño por un largo tiempo. En este estudio, se observó disminución de la calidad del pulso periférico y tiempo de llenado capilar prolongado debido a la deshidratación, lo cual se corrigió con el tratamiento. Cuando se evaluó el tiempo de llenado capilar se encontró que el grupo de la combinación HEM + solución de NaCl tuvo una mayor mejoría respecto a los otros grupos. Las evaluaciones a las 24 horas mostraron que las mejorías de los grupos HEM y HEM + 7.2% NaCl eran superiores a las del grupo LR. Las evaluaciones de la calidad del pulso periférico en todos los grupos fue especialmente significativa en los grupos HEM y HEM + 7.2% NaCl cuando se compararon con el grupo LR. Los datos obtenidos son consistentes con los reportados por Senturk en 2003. Esto se podría explicar por los efectos de las soluciones salina hipertónica y la coloidal en la reducción del edema de las células endoteliales de los vasos sanguíneos, disminuyendo la resistencia vascular mediante la dilatación pre-capilar y los efectos explicados que ocasionan la normovolemia (3,6).

Se informó que la solución coloide + salina hipertónica reduce la deshidratación por un rápido y sostenido aumento del volumen plasmático (2,5,6,11). Al evaluarse el mejoramiento en todos los grupos a la hora 0, la corrección de deshidratación en el grupo HEM + 7.2% NaCl empieza a la 2ª hora, en los grupos HEM y LR a la

observed at the 24th hour of treatment in LR group. No dehydration signs were present in HTS and HTS + 7.2% NaCl combination group after 24th hour of treatment (Table 1). Correction of dehydration was better at 12th hour of treatment in HTS + 7.2% NaCl combination than the HTS and LR groups when evaluated between groups ( $p < 0.05$ ).

There were no statistically significance detected in mental status of calves when between or within group comparisons made. When the assessment made to the 0 hour, improvement start at 2<sup>nd</sup> hour in HTS and HTS + 7.2% NaCl groups and at 4th hour in LR group. Although there was no statistically difference between groups, present authors observed that clinically the best improvement was in HTS + 7.2% NaCl combination group. The suckling reflex is closely associated with base excess variables (2,6,11,12) and improvement in mental status was attributed to correction of dehydration and acid-base status.

In conclusion, Hydroxyethyl starch and Hydroxyethyl starch + 7.2% NaCl combination along with an oral electrolyte solution was found to be practical and effective of in the treatment of hypovolemic diarrheic calves.

This study was supported by Mehmet Akif Ersoy University Scientific Research Projects Commission. (Project No. 141-NAP-11)

4<sup>a</sup> hora. Sin embargo, señales de deshidratación se observaron aún a las 24 horas de tratamiento en el grupo LR. No se presentaron signos de deshidratación en los grupos HEM y HEM + 7.2% NaCl después de 24 horas de tratamiento (Tabla 1). La corrección de deshidratación fue mejor a las 12 horas de tratamiento en el grupo HEM + 7.2% NaCl que en los grupos HEM y LR cuando se hace la evaluación entre grupos ( $p < 0.05$ ).

No se detectaron significancias estadísticas en el estado mental de los terneros cuando se hicieron comparaciones entre o dentro de grupos. Cuando la evaluación se hizo a la hora 0, la mejoría empezó a la 2<sup>a</sup> hora en los grupos HEM y HEM + 7.2% NaCl y a la 4<sup>a</sup> hora en el grupo LR. Aunque no hubo estadísticamente diferencias entre grupos, los presentes autores observaron que clínicamente las más importantes mejorías estaban en el grupo HEM + 7.2% NaCl. El reflejo de succión está estrechamente relacionado con las variables de exceso de base (2,6,11,12) y la mejoría del estado mental se atribuyó a la corrección de la deshidratación del estado ácido-base.

En conclusión, se encontró que el uso de hidroxietilalmidón y del hidroxietilalmidón + 7.2% de NaCl junto con una solución electrolítica oral es práctica y eficaz en el tratamiento de terneros hipovolémicos con diarrea.

Este estudio contó con el apoyo de Mehmet Akif Ersoy de la Comisión de la Universidad Científica de proyectos de investigación (Proyecto No. 141-NAP-11).

## REFERENCES

1. Şen İ, Güzelbekteş H, Ramazan Y. Neonatal buzağı ishalleri: Patofizyoloji, epidemiyoloji, klinik, tedavi ve korunma. Türkiye Klinikleri J Vet Sci 2013; 4: 71-78.
2. Walker PG, Constable PD, Morin DE, Foreman JH, Drackley JK, Thurmon JC. Comparison of hypertonic saline-dextran solution and lactated Ringer's solution for resuscitating severely dehydrated calves with diarrhea. J Am Vet Med Assoc 1998; 213:113-120.
3. Berchtold J. Treatment of calf diarrhea: intravenous fluid therapy. Vet Clin North Am Food Anim Pract 2009; 25: 73-99.
4. Radostits OM, Gay CC, Hinchcliff KW, Constable PD. A textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats and horses. 10th ed. London, England. WB Saunders Company, 2007.
5. Constable PD, Gohar HM, Morin DE, Thurmon JC. Use of hypertonic saline-dextran solution to resuscitate hypovolemic calves with diarrhea. Am J Vet Res 1996; 57: 97-103.
6. Şentürk S. Effects of a hypertonic saline solution and dextran 70 combination in the treatment of diarrhoeic dehydrated calves. J Vet Med A 2003; 50: 57-61.

7. Constable PD. Fluid and electrolyte therapy in ruminants. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 2003; 19: 557-597.
8. Kahn CM. Fluid therapy. In: Kahn CM (ed.): *The Merck Veterinary Manual*. Ed.. 9th Edition, Merck & Co., Inc. Whitehouse Station, NJ, USA, 2005, 1404-1409.
9. Trefz FM, Lorch A, Feist M, Sauter-Louis C, Lorenz I. The prevalence and clinical relevance of hyperkalemia in calves with neonatal diarrhoea. *Vet J* 2013; 195: 350-356.
10. Constable PD, Schmal LM, Muir WW 3rd, Hoffsis GF, Shertel ER. Hemodynamic response of endotoxemic calves to treatment with small volume hypertonic saline solution. *Am J Vet Res* 1991; 52: 981-989.
11. Leal MLR, Fialho SS, Cyrillo FC, Bertagnon HG, Ortolani EL, Benesi FJ. Intravenous hypertonic saline solution (7.5 %) and oral electrolytes to treat of calves with noninfectious diarrhea and metabolic acidosis. *J Vet Int Med* 2012; 26: 1042-1050.
12. Sen I, Constable PD. General overview to treatment of strong ion (metabolic) acidosis in neonatal calves with diarrhea. *Eurasian J Vet Sci* 2013; 29: 114-120.