تاثیر غلظتهای مختلف کلرور سدیم در آب مقطر بر میزان آب مصرفی رتها

دکتر فریدون حیدرپور*، دکتر جلال درخشنده*، دکتر احمد رستمی**
دکتر احمد سبحان **، دکتر جواد تاجکی *

خلاصه :

آب اساسی‌ترین ماده تشکیل دهنده بدن است عدم دسترسی به آب در مدت کوتاهی (حدود ۷ روز) سبب مرگ جاندار می‌گردد .کلرور سدیم نیز یکی از مواد مورد نیاز بدن است لزوم و ضرورت استفاده از نمک که منبع اصلی سدیم است از قرنها پیش شناخته شده است. در حیوانات اهلی و وحشی نیز ضرورت حفظ تعادل آب و سدیم سبب جلب حیوانات به مناطقی می‌گردد که امکان استفاده از منابع این مواد وجود دارد، جلب حیوانات به این نواحی سبب می‌گردد که شکارچیان در این نواحی به انتظار آمدن شکار بنشینند. تمایل ذاتی حیوانات بمصرف نمک بصورت لیس زدن سنگ نمک در آنها تجلی می‌یابد غلظت‌های مختلف کلرور سدیم در آب و غذای مصرفی می‌تواند آثاری بر میزان آب و غذای مصرفی داشته باشد.

چون ۹۹ درصد منابع آب موجود بر روی کره زمین از نوع آب شور است مضافاً اینکه به علت تغییرات آب و هوایی و کمی بارش باران در پاره‌ای از مناطق امکان دسترسی به منابع آب شرب شیرین کاهش یافته است ، لذا حیوانات و انسانهای ساکن در این مناطق مجبور به استفاده از منابع آب شور می‌باشند. در این تحقیق تأثیر غلظت‌های مختلف کلرور سدیم (۱،۳،۵،۷و ۹ درصد کلرور سدیم در آب مقطر) بر میزان آب مصرفی رتها مورد بررسی قرار گرفت. گروه کنترل از آب لوله کشی اصفهان و یک گروه تست از آب مقطر دوبار تقطیر شده استفاده نمودند. پنج گروه دیگر تست نیز بترتیب از غلظتهای ۱،۳،۵،۷و ۹ درصد کلرور سدیم در آب مقطر استفاده نمودند. میزان آب مصرفی در گروهی از رتها که از آب مقطر استفاده نموده بودند نسبت به گروه کنترل ۱۱٪ کاهش یافت در گروههائی که از غلظت‌های ۱ و ۳ درصد کلرور سدیم در آب مقطر استفاده نمودند میزان آب مصرفی بترتیب ۴۴ و ۸۱ درصد افزایش یافت اما غلظت‌های ۵،۷و ۹ درصد کلرور سدیم در آب مقطر کاهش بمیزان ۷۳،۵۶ و ۸۵ درصد در آب مصرفی حیوانات را موجب گردیدند. پس بطور کلی می‌توان نتیجه‌گیری نمود غلظتهای تا ۳ درصد نمک در آب باعث افزایش میزان آب مصرفی می‌گردند و تحت شرایطی که میزان نمک موجود در آب زیاد است حیوانات علیرغم اینکه حس تشنگی آنها شدیداً برانگیخته است عدم استفاده از آب شور را ترجیح می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: غلظت‌های مختلف، کلرور سدیم و آب مصرفی

* اعضای هیأت علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی استان زنجان.
** عضو هیأت علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی استان اصفهان.

مقدمه :

آب اصلی‌ترین ماده تشکیل دهنده بدن است، ۶۰ درصد وزن بدن ما از آب تشکیل یافته است چهل درصد از این مقدار جزء داخل سلولی را شامل می‌شود (ICF) و بیست درصد باقیمانده در بخش خارج سلولی (ECF) قرار می‌گیرد (۱). سدیم اصلی‌ترین کاتیون موجود در مایعات خارج سلولی است (۲). تغییرات اسمولاریته و علی الخصوص تغییرات میزان سدیم سرم تأثیر فاحشی بر عملکرد دو سیستم ADH و حس تشنگی دارند.

مکانسیم‌های تشنگی و ADH مکانیسم‌های اصلی کنترل کننده اسمولاریته مایعات بدن هستند این مکانیسم‌ها بطور موازی با یکدیگر عمل می‌کنند تا اسمولاریته و غلظت سدیم مایع خارج سلولی را با وجود تهدیدهای مداوم دهیدراتاسیون بطور دقیق کنترل کنند حتی با تهدید اضافی از قبیل خوردن نمک زیاد این سیستم‌ها قادرند اسمولاریته پلاسما را در حد قابل قبولی ثابت نگه دارند.

مکانیسم اسمورسپتور ADH از طریق کلیه‌ها دفع آب را در مواقع خاص به حداقل رسانده، مضافاً به اینکه بسیاری از استیمولوس‌های تحریک ترشح ADH سبب برانگیخته شدن حس تشنگی نیز می‌گردد (۳). افزایش اسمولاریته مایعات خارج سلولی، کاهش حجم مایعات خارج سلولی و کاهش فشار شریانی از جمله استیمولوس‌های مشترک جهت ترشح ADH و مکانیسم تشنگی می‌باشند. آنژیوتانسین II قویترین استیمولوس تشنگی است خشکی دهان و مخاطات مری نیز موجب احساس تشنگی می‌گردد. AgII منجر به افزایش تأخیری و مداوم در میل به سدیم نیز می‌شود که بدنبال تشنگی فوری بوجود می‌آید این توالی الگوی آشامیدن در زمان هیپوولمی دوباره ظاهر می‌شود. افزایش جذب Nacl یک رفتار بجا در زمان هیپوولمی و کمبود سدیم می‌باشد. افزایش جذب Nacl برای اصلاح حجم خون و حجم مایعات خارج سلولی مورد لزوم است. آنژیوتانسین و آلدوسترون همچنین نقش ویژه‌ای در تنظیم باز جذب سدیم توسط توبولهای کلیوی دارند. مکانیسم‌های درگیر در امر تحریک میل به سدیم توسط AgII پیچیده‌تر از مکانیسم‌های مربوط به تحریک حس تشنگی توسط AgII است (۴).

بافت احاطه کننده قسمت قدامی شکمی بطن سوم در هیپوتالاموس قدامی و قسمت شکمی ستیغ انتهایی یعنی همان ناحیه AV3V در هومئوستاز مایعات بدن نقش کلیدی را بازی می‌کند. ستیغ انتهائی شامل سه ساختار می‌باشد هسته‌های OVLT و MNPO و در مرز فوقانی هم SFO است که هر سه به شدت به فعالیت تشنگی آوارانه AgII حساسند و با هیپوتالاموس و سایر ساختارهای لیمبیک ارتباط وسیعی دارند که موجب بروز رفتارهای خاص در ارتباط با میل به مصرف آب یا سدیم می‌گردد (۵).

تشنگی احساسی است که در نتیجه نیاز به آب بوجود می‌آید و رهایی از آن تنها با نوشیدن آب میسر می‌گردد. حیوان تشنه‌ای که حریصانه در جستجوی آب است نیز در حال تجربه نمودن تشنگی است (۶). افزایش اشتها نسبت به سدیم بر نیاز به سدیم دلالت دارد و رهایی از آن از طریق مصرف نمک یا غذاهای نمک دار حاصل می‌شود ما نمک مصرف می‌کنیم چون هم به آن احتیاج داریم و هم ترجیحش می‌دهیم و نتیجه این امر علاوه بر خلاصی از حالت کمبود نمک بدست آوردن نوعی رضایت هم می‌باشد (۷). مقدار سدیم مورد نیاز در رژیم غذایی روزانه هنوز تعیین نشده است (۸). در واقع حفظ تعادل سدیم در بدن می‌طلبد که با تغییر یافتن میزان دفع سدیم از بدن، مقادیر بیشتری نمک مصرف شود تا جاندار دچار کمبود

سدیم نگردد. مقدار نمک مصرف شده در انسان و سایر جانداران چندین بار از مقدار سدیم مورد نیاز برای حفظ تعادل سدیم بیشتر است. تمایل طبیعی به مصرف مقادیر بیش از نیاز نمک در بسیاری از جانداران مشخص گردیده است (۹و ۱۰). هر چند که افزایش دفع سدیم از طریق تعریق مقدار مورد نیاز روزانه به نمک را تحت شرایط جنگی بهنگام فعالیت در مناطق استوائی گاهاً تا مقدار ۵۰ گرم در روز افزایش می‌دهد و سربازان برای اینکه دچار هیپوناترمی و مسائل مربوطه نگردند مجبور به استفاده از قرص‌های نمک می‌باشند (۸) اما خوردن مقداری نمک در حدود ۴ تا ۶ قاشق غذاخوری تحت شرایط عادی در بالغین کشنده است. گفته می‌شود که خوردن محلولهای اشباع شده نمک در چین بعنوان طریقه سنتی خودکشی مطرح بوده است. تهیه اتفاقی محلولهای نمکی بجای محلولهای قندی در نوزادان سبب بروز هیپرناترمی شدید و گاهاً کشنده می‌گردد. در یک حادثه غلظت سدیم فرمولاسیون تهیه شده از meq/lit ۱۱۷۰ ـ ۷۳۹ بود. بدنبال پنج روز استفاده از این فرمولاسیون از سیزده نوزادی که از این محلول استفاده کرده بودند پنج نوزاد قبل از تشخیص اشتباه مردند و در یک نوزاد بعد از آنکه غلظت سدیم سرمش از meq/lit ۲۷۴ ـ ۱۶۲ در نوسان بود و در یکی از نوزادان غلظت سدیم سرم در مدت ۲۴ ساعت از meq/lit ۱۷۸ فراتر رفت (۱۱). غذا و آبی که حاوی مقادیر زیاد نمک می‌باشد مصرفش برای انسان و حیوانات ناخوشایند است غلظت ۱/۳ درصد نمک درصد بره زایی را در میش‌ها و وزنی که بره‌ها کسب می‌نمایند راکاهش می‌دهد و تا حدودی میزان مرگ و میر را افزایش می‌دهد بنابر توصیه دامپزشکان استرالیائی مقدار نمک در آب مصرفی برای گوسفندان نباید از ۱/۳ درصد؛ برای گوساله‌ها از ۱ درصد و برای اسبها از ۰/۹ درصد تجاوز نماید و بنابر توصیه صاحب نظران آفریقای جنوبی غلظت تام نمک در آب نوشیدنی برای گله‌های حیوانات نباید از ۰/۵ درصد بیشتر باشد. توصیه صاحب نظران کانادائی در این خصوص بسیار محتاطانه‌تر است مقادیر کمتر از ۰/۵ درصد کلرور سدیم سبب وقفه رشد و کاهش تولید شیر در گاوهای شیری می‌گردد. سمیت نمک بطور چشمگیری تحت تاثیر سن و وزن بدن حیوان قرار دارد. در مواردی که حیوانات از غذاهای آماده واجد ۲ درصد نمک تغذیه نمایند علائم مسمومیت با نمک ظاهر نمی‌گردد مگر اینکه ذخایر آب در دسترس، کاهش یابد (۱۲).

عوامل متعددی میتوانند میزان آب مصرفی را در گونه‌های مختلف جانوری تحت تأثیر قرار دهند از جمله می‌توان به تأثیر عواملی نظیر مزه، بو، درجه حرارت آب، درجه حرارت محیط، میزان فعالیت بدنی، مقدار دفع الکترولیت‌ها، میزان شوری و تلخی آب اشاره نمود.

در این تحقیق بطور اختصاصی تأثیر غلظتهای مختلف نمک بر میزان آب مصرفی مورد مطالعه قرار گرفت.

روش و مواد:

۷ گروه پنج تائی از رتهای نر؛ نژاد wistar با وزن ۲۰ ± ۲۰۰ گرم را جهت انجام آزمون انتخاب نموده و غلظتهای ۰،۱،۳،۵،۷و۹ درصد کلرور سدیم در آب مقطر را

۱ـ تعریف اصطلاحات :

ECF : Extracellular fluid

AgII: Angiotensin II

OVLT: Organum Vasculosum Lamina Terminalis

SFO : Subfornical Organ.

ICF : Intracellular fluid

ADH : Anti- Diuretic Hormone

AV3V: Antroventral Region of Third Ventricl

MNPO: Median Nucleus of Preoptic Organ

تهیه نمودیم. با شروع آزمون، آب شرب معمولی را از دسترس رتها خارج نموده و این غلظتهای خاص را در اختیار رتهای گروه تست قرار دادیم. گروه کنترل در طول مدت آزمون از آب شرب اصفهان و گروه دیگر تست در طول مدت آزمون از آب شرب دوبار تقطیر شده استفاده نمودند. جیره غذائی تمامی گروهها در طول مدت آزمون از جهت نمک ؛ همسان و حاوی حدوداً ۰/۸ درصد نمک بود. نظر به اینکه مرگ و میر رتهائیکه از غلظتهای بیش از ۳ درصد نمک در آب مصرفی استفاده می‌نمودند از روز پنجم آغاز گردید و در پایان روز پنجم میزان آب مصرفی تمامی گروهها مورد سنجش قرار گرفت که در پایان روز پنجم با خونگیری از رتها اسمولاریته پلاسما و سطح سرمی سدیم نیز مورد سنجش قرار گرفت.

نتایج :

میزان آب مصرفی در گروهی از رتها که از غلظتهای ۱و۳ درصد کلرور سدیم در آب مقطر استفاده نمودند نسبت به گروه کنترل بترتیب ۸۱ و ۴۴ درصد افزایش یافت. میزان دفع ادرار در این گروهها نیز افزایش چشمگیری را نشان می‌داد بطوریکه بستر حیوانات فوق الذکر همواره خیس و آلودگی بدن حیوانات به مدفوع چشمگیر بود. گروهی از رتها که از آب مقطر و غلظتهای ۷،۵و۹ درصد کلرور سدیم در آب مقطر استفاده می‌کردند بترتیب کاهشی بمیزان ۷۳،۵۶،۱۱ و ۸۵ درصد در میزان آب مصرفی را نشان دادند. نمودار ۱، بطور مقایسه‌ای درصد تغییرات در میزان آب مصرفی در گروههای تست در مقایسه با گروه کنترل را نشان می‌دهد.

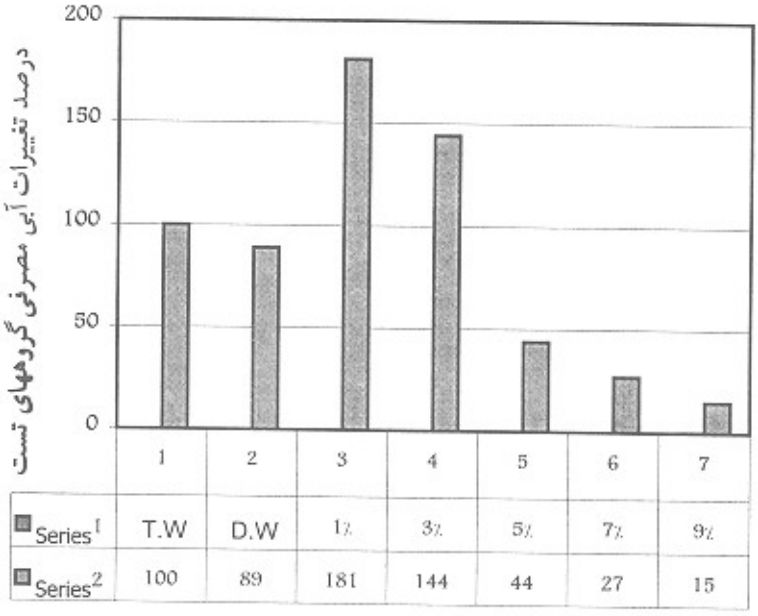
نمودار ۲ ؛ تغییرات سطح سرمی سدیم و نمودار ۳ تغییرات اسمولاریته پلاسما را در حیوانات متأثر از غلظتهای مختلف نمک، آب مقطر و آب شرب اصفهان را نشان می‌دهد.

کاهش وزن حیوانات در غلظتهای ۳ درصد و بالاتر کلرور سدیم در آب مقطر در طول آزمون چشمگیر بود، با پیشرفت دهیدراتاسیون در رتها علائم و نشانه‌های مسمومیت با نمک سه روز پس از مصرف محلولهای نمکی ۳ درصد و بیش از آن پدیدار گشت. تصاویر ۱ و ۲ بترتیب وضعیت فیزیکی رتها (دهیدراتاسیون وضعف عمومی) و چرخش حیوان به دور خود که از علائم عصبی مسمومیت با نمک است را نشان می‌دهد.

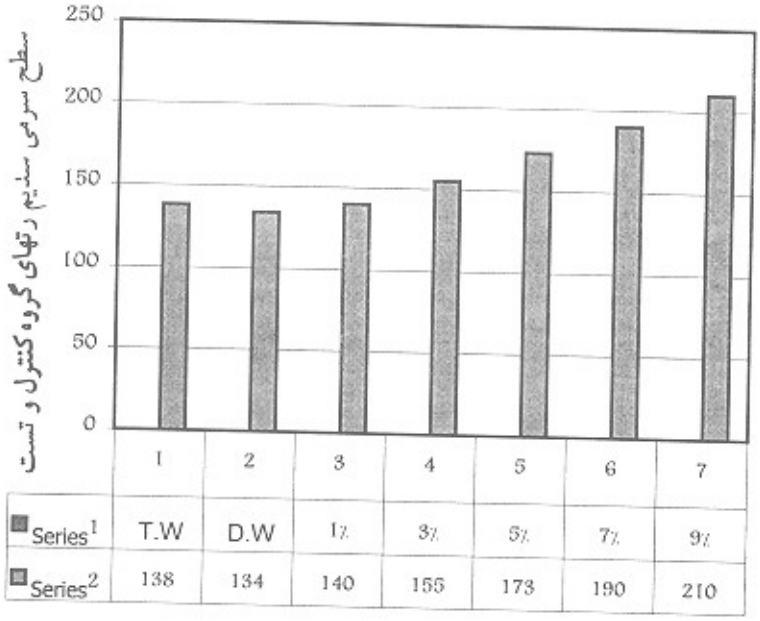
بحث و نتیجه‌گیری :

غلظتهای مختلف کلرور سدیم در آب مصرفی اثرات گوناگونی بر میزان آب مصرفی دارد. استفاده از آب مقطر دوبار تقطیر شده بعنوان منبع آب شرب میزان آب مصرفی رتها را نسبت به گروه کنترل ۱۱ درصد کاهش داد. این کاهش به اثر قوی‌تر آب مقطر در کاهش دادن اسمولاریته متعاقب هر دوره افزایش اسمولاریته و تحریک حس تشنگی مربوط می‌گردد. هنگامیکه غلظت سدیم فقط حدود ۲ میلی اکی والان در لیتر از حد طبیعی افزایش یابد مکانیسم تشنگی فعال می‌شود و موجب میل به نوشیدن آب می‌گردد. این رقم آستانه برای آب نوشی نامیده می‌شود (۱۳). آب مقطر چون فاقد هر گونه الکترولیتی است و اسمولاریته‌اش برابر صفر است نسبت به آب شرب اصفهان که املاح مختلفی در آن یافت می‌شود به هنگام انگیزش حس تشنگی تقلیل اسمولاریته پلاسما را بمقدار بیشتر موجب می‌گردد. مضافاً اینکه مصرف آب مقطر بعلت اینکه فاقد هر گونه املاحی است چندان برای انسان و حیوانات خوشایند نیست و بخشی از کاهش در میزان آب مصرفی به این ویژگی آب مقطر مربوط می‌شود.

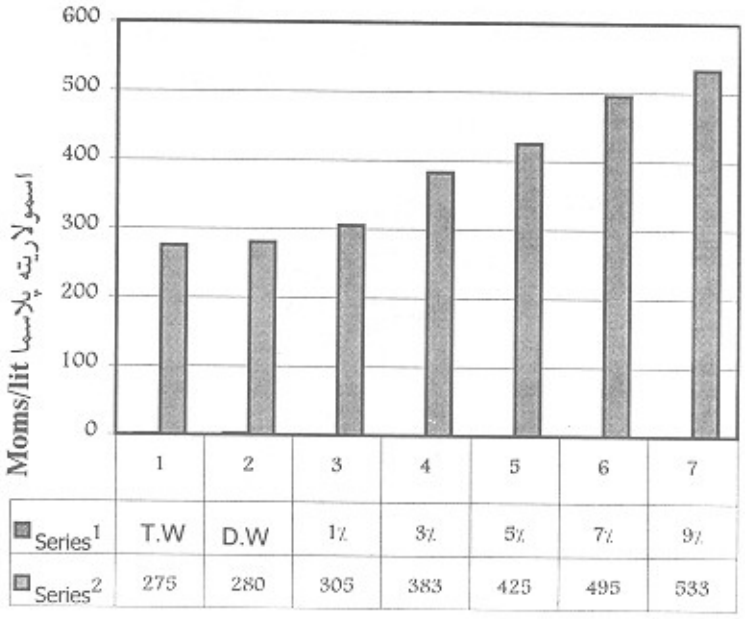
آستانه تحریک حس ترشی توسط اسید کلریدریک بطور متوسط ۰/۰۰۰۹ نرمال، آستانه تحریک حس



نمودار ۱: درصد تغییرات میزان آب مصرفی گروههای تست در مقایسه با گروه کنترل



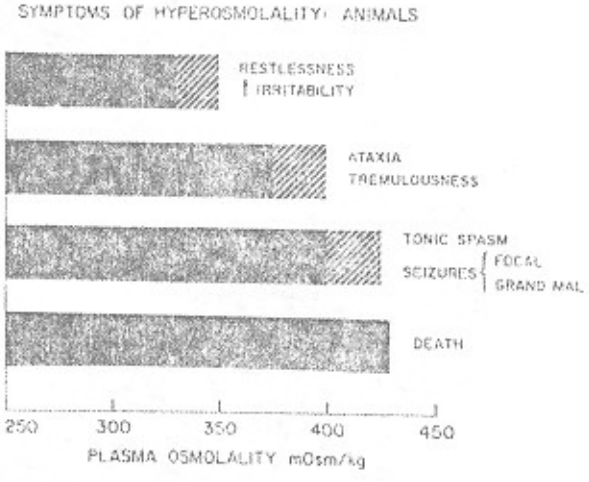
نمودار ۲: ارتباط مقادیر مختلف کلرور سدیم در آب مقطر با میزان سدیم



نمودار ۳: ارتباط مقادیر مختلف کلرور سدیم در آب مقطر با میزان سطح سرمی سدیم

شکل ۱: دهیدراتاسیون و ضعف عمومی که از غلظت ۵ درصد نمک در آب مصرفی استفاد نموده است.

شکل ۲: حرکت چرخشی ریتمیک که از نشانه‌های بارز مسمومیت با نمک است.



شکل شماره ۳: ارتباط بین سطح سرمی سدیم و علائم ناشی از هیپرناترمی، اقتباس از کتاب مـایعات و الکـترولیتها تالیف **KOKKO and TANNEN**

شوری توسط کلرورسدیم M ۰/۰۱، آستانه تحریک برای حس شیرینی توسط ساکاروز M ۰/۰۱ و آستانه تحریک برای حس تلخی M ۰/۰۰۰۰۰۸ است (۱۴).

۵۸/۵ گرم کلرور سدیم برابر با یک مول یا یک مولکول گرم می‌باشد. غلظت M ۰/۰۱ کلرورسدیم از حل کردن $\frac{58/5gr}{100}$ کلرور سدیم در یک لیتر آب حاصل می‌گردد یعنی در صورتیکه مقدار نمک موجود در آب حدود ۰/۶ گرم در لیتر باشد انسان وجود نمک در آب مصرفی را تشخیص می‌دهد. آنچه که ما در این مطالعه انجام داده‌ایم استفاده از مقادیر بیش از ۰/۶ گرم نمک در آب مصرفی و بررسی تاثیر آن بر پاسخ‌های رفتاری حیوان متعاقب بروز حس تشنگی بوده است.

استفاده از محلول کلرور سدیم ۱ درصد (۱۰ گرم در لیتر) بعنوان تنها منبع آب شرب ؛ موجب ۸۱ درصد افزایش در میزان آب مصرفی نسبت به گروه کنترل می‌گردد، این افزایش بدلیل ناتوانی محلول کلرور سدیم ۱٪ در تقلیل اسمولاریته پلاسما متعاقب تشنه شدن حیوان است. اسمولاریته محلول کلرور سدیم ۱٪ بیش از ۳۰۰ میلی اسمول است استفاده از این محلول مانند آب شرب معمولی قادر به تقلیل دادن اسمولاریته و رفع حس تشنگی در حیوان نمی‌باشد ؛ چون در این غلظت خاص مکانیسم حفاظتی عصبی که مانع مصرف محلول نمکی می‌گردد ضعیف‌تر از حس تشنگی عمل می‌نماید ؛ بعلت منکوب نشدن حس تشنگی حیوان حریصانه آب می‌نوشد بطوریکه افزایش چشمگیری در میزان آب مصرفی حیوانات این گروه مشاهده می‌گردد و کلیه‌ها نیز برای اینکه بتوانند افزایش ورود سدیم به بدن از طریق آب مصرفی را دفع نمایند ادرار غلیظ‌تری را تولید نموده و حجم ادرار نیز به علت افزایش در میزان آب مصرفی افزایش می‌یابد.

محلول کلرور سدیم ۳ درصد اسمولاریته‌ای در حدود ۱۰۰۰ میلی اسمول دارد نظر به اینکه حداکثر قابلیت کلیه‌ها در تغلیظ ادرار نیز در همین حدود است (۱۵) (۱۲۰۰ میلی اسمول) استفاده از این غلظت خاص از کلرور سدیم بعنوان تنها منبع آب شرب جهت جایگزینی آبی که از طرق مختلف از دست می‌رود چندان سودمند نیست. چون کلیه‌ها برای دفع ذراتی که در چنین محلولهای نمکی یافت می‌شود باید مقادیری برابر با آنچه که توسط حیوان آب نوشیده شده است ؛ آب صرف دفع ذرات نمایند. و از طرفی بدلیل عملکرد مکانیسم حفاظتی عصبی، علیرغم منکوب نشدن حس تشنگی حیوان نسبت به غلظت ۱٪ کلرور سدیم، تمایل کمتری را به مصرف آب نشان می‌دهد لذا مقدار آب مصرفی توسط حیوان نسبت به گروه کنترل افزایش ۴۴ درصدی را نشان می‌دهد اما نسبت به گروهی که از محلول کلرور سدیم ۱٪ استفاده می‌نمود کاهش چشمگیری را نشان می‌دهد.

محلولهای ۷،۵و۹ درصدی کلرور سدیم نمی‌توانند بعنوان منبع تامین آب جایگزین جهت آب از دست رفته مطرح باشند چون مقادیری از آب بدن نیز باید صرف دفع اضافه بار سدیم ورودی به بدن گردد تا ذرات ورودی از طریق آب آشامیدنی دفع گردد. بعنوان مثال آب دریا دارای اسمولاریته‌ای در حدود ۲۴۰۰ میلی اسمول است در صورتیکه انسان ۱ لیتر از آب دریا بنوشد کلیه‌ها باید ۱ لیتر از آب بدن را اضافه بر آب دریا به کار گیرند تا مواد محلول در آب دریا را از بدن دفع نمایند در نتیجه در صورتیکه قربانیان غرق شده کشتی آب دریا را بنوشند دزیداتاسیون سریعی در آنها بوجود آمده و بسرعت می‌میرند (۱۵).

بعلت قوی عمل نمودن مکانیسم حفاظتی عصبی،در غلظت‌های ذکر شده حیوان تمایلی به استفاده از محلولهای غلیظ نمکی را نشان نمی‌دهد.

استفاده از این محلولها چون سبب برقراری چرخه

مکانیسم فیدبک مثبت می‌گردد استفاده از این محلول‌ها با دفع مقادیر بیشتری از آب بدن همراه است. دفع آب از بدن، اسمولاریته مایعات بدن را افزایش داده و افزایش اسمولاریته تحریک بیشتر حس تشنگی را بهمراه دارد تحت این شرایط در صورتیکه مکانیسم حفاظتی عصبی بعنوان مانعی در مقابل حس تشنگی مطرح نباشد حیوان در مدت کوتاهی مقادیر زیادی آب نوشیده و با از دست دادن حجم قابل توجهی از مایعات بدنش از پای درمی آید.

امتناع حیوان از مصرف محلول نمکی غلیظ سبب می‌گردد تا چند روز حیوان زنده بماند در صورتیکه در این مدت حیوان به منابع آب شرب شیرین دسترسی یابد از مرگ حتمی خلاصی می‌یابد. امتناع حیوان از مصرف محلولهای نمکی غلیظ یک مکانیسم عصبی است که بهنگام استفاده از غلظت‌های نمک بیش از ۳ درصد در آب نمود می‌یابد، عملکرد این مکانیسم در غلظت‌های بیش از ۳ درصد نمک در آب چشمگیر می‌باشد.

امتناع از مصرف غذاهای آلوده به سم استریکنین در انسان و حیوانات نیز یک مکانیسم حفاظتی عصبی است. سم استریکنین فوق العاده تلخ بوده، تحریک حس تلخی بوسیله غذاهای آغشته به سم استریکنین سبب امتناع حیوان از مصرف می‌گردد. عدم استفاده از محلولهای نمکی غلیظ نیز به علت تحریک شدید جوانه‌های چشائی حساس به حس شوری توسط نمک است.

ارتباط مستقیمی بین میزان نمک موجود در آب مصرفی و میزان اسمولاریته پلاسما و سدیم وجود دارد که در نمودارهای ۲و ۳ نشان داده شده است.

ارتباط بین اسمولاریته پلاسما و نشانه‌هائیکه با افزایش سطح اسمولاریته همراه است در شکل ۳ مشخص گردیده است.

تشکر و قدردانی :

مقاله موجود بخشی از یافته‌های پژوهشی طرح شماره ۱۳۷ مصوب دانشگاه علوم پزشکی زنجان می‌باشد و مواد مصرفی و غیر مصرفی آن از محل طرح فوق تأمین شده است. بنابراین از معاونت آموزشی و پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی زنجان قدردانی به عمل می‌آید.

کتابنامه:

1 - William F, Ganong: Review of Medical physiology. 19th ed., Section 1, P.1, 1999.

2 - William F, Ganong: Review of Medical physiology. 19th ed., Setion 1, P.28 .

3 - Gayton & Hall, Textbook of medical physiology. 19th ed ., ch.28, p.360-362 , 1996.

4 - Arthur J, Vander: Renal physiology. 3rd ed., ch.7, P.140-143 ,1985 .

5 - J T Fitzsimons: Angiotensin, Thirst , and sodium appetite. Am J physio 78:585-590,July , 1998.

6 - J T Fitzsimons: Angiotensin, Thirst , and sodium appetite. Am J physio 78:596, July , 1998.

7 - J T Fitzsimons: Angiotensin, Thirst , and sodium appetite. Am J physio 78:601-602,July , 1998.

۸ ـ دکتر اچ ـ ا ـ گاتری، «نقش تغذیه در سلامت افراد»، ترجمه دکتر مینو فروزانی، انتشارات شرکت سهامی چهر ۱۳۶۳؛ ص ۲۰۶ ـ ۱۹۹.

9 - Pedersen OB : Salt and analysis of the conection between intake and health. ugeskr - 158: (45) 4615-20, Nov,4 1999.

10 - Folkow B, Ely, DL: Cardiavascular and sympathetic effect of 240 fold salt intake variation studies in rats with Comparsion to man. Acta-physiol Suppl 2: 89-96, 1989.

11 - Kokko and Tannen: Fluids and Electrolytes. 2nd ed., Ch.21, P.1009-1010.

12 - D.C Blood et al: Veterinary Medicine 6 th ed ., P. 1118, 1983.

13 - Gayton & Hall : Textbook of medical physiology. 9th ed., ch.39, 1996; p.697-670 , 1996.

14 - Gayton & Hall: Textbook of medical physiology , 9 th ed., ch.53 p.676 1996.

15 - Gayton & Hall: Textbook of medical physiology. 9 th ed., ch.28 p.356-359, 1996.