پژوهش در علوم ورزشی
سال ۱۳۸۴، شمارهٔ هفتم، ص ص: ۴۴-۳۱

تأثیر یک دوره فعالیت بدنی در آب گرم و آب معمولی بر الکترولیت‌های پلاسما

دکتر لطفعلی بلبلی-دکتر حجت‌اله نیک‌بخت-دکتر حمید رجبی
استادیار دانشگاه محقق اردبیلی-دانشیار دانشگاه تربیت معلم تهران-استادیار دانشگاه تربیت معلم تهران

چکیده

هدف: هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر یک دوره فعالیت در آب گرم و آب معمولی بر الکترولیت‌های پلاسما (سدیم و پتاسیم) در مردان میانسال بود.

روش: گروه تجربی (۱۵ نفر با میانگین سنی ۴±۳۶/۲ سال) و گروه گواه (۱۰ نفر با میانگین سنی ۷±۳۵/۴ سال)از میان مردان میانسال سالم ۳۰ تا ۴۵ ساله انتخاب شدند. گروه تجربی در آب گرم (۴۱ درجهٔ سانتیگراد) و گروه گواه در آب معمولی (۲۹ درجهٔ سانتیگراد) هر روز ۳۰ دقیقه به مدت ۱۷ روز متوالی فعالیت کردند (راه رفتن در آب). در روزهای اول، چهارم، یازدهم، و هجدهم از آزمودنی‌های دو گروه نمونه‌های خون گرفته شد. برای تجزیه و تحلیل یافته‌ها در آزمون‌های چهار مرحله (روز اول، روز چهارم، روز یازدهم، روز هجدهم) در دو گروه از آزمون t وابسته و مستقل و تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر، استفاده شد.

یافته‌ها: تغییرات سدیم و پتاسیم در طول روزهای آزمایش و بین دو گروه از نظر آماری معنی دار نبود.

نتیجه‌گیری: فعالیت در آب گرم در مقایسه با آب معمولی سبب ایجاد تغییرات معنی‌داری در سدیم و پتاسیم پلاسمای مردان میانسال نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: فعالیت بدنی، الکترولیت‌های پلاسما، آب گرم، سدیم، پتاسیم.

مقدمه

فاکس (۱۹۶۳) افزایش سن را چنین تعریف کرده است: کاهش قابلیت انسان در سازگاری نسبت به تغییرات محیطی (۱). با افزایش سن چگالی و حساسیت گیرنده‌های اسمزی (به ویژه گیرنده های اسمزی - سدیمی) کاهش می‌یابد واز طرف دیگر به عنوان مکانیسم جبرانی میزان ترشح هورمون ضد ادراری افزایش می یابد و به همین دلیل اسمولالیتهٔ پلاسما و سدیم در سطح بالایی تنظیم می شود و افراد مسن غیر ورزشکار در شرایط معمولی هم هیپراسمولالیته[1] هستند (۱و۲). کای و مارینو (۲۰۰۳) اعلام کردند که تنظیم فیزیولوژیکی آب والکترولیت‌های پلاسما (سدیم و پتاسیم) به تدریج با افزایش سن تغییر می‌کند و چنین تغییراتی ممکن است احتمال بروز صدمات ناشی از کاهش آب بدن[2] و افزایش آب بدن[3] را در این افراد افزایش دهد (۳). هو و همکارانش (۱۹۹۷) هم گزارش داده‌اند که افراد مسن در حفظ تعادل مایعات بدن دارای مشکلاتی هستند (۲). هو (۱۹۹۷) معتقد است که افراد بالای ۴۰ سال مستعد ابتلا به کم آبی مزمن هستند و بیش از ۲۵ درصد افرادی که در خانهٔ سالمندان زندگی می‌کنند دچار کم آبی مزمن هستند (۲). از طرف دیگر گفته می‌شود که احتمال وجود کم آبی در افراد مسن و سالم که فعال هستند هنوز به طور کامل مشخص نشده است (۳). مهم‌ترین مکانیسم‌های درگیر در حفظ تعادل مایعات و الکترولیت‌های پلاسما و مایعات برون سلولی و درون سلولی؛ عملکرد صحیح گیرنده‌های اسمزی-سدیمی؛ هورمون[4] ADH؛ محور رنین-آنژیوتانسین-الدسترون واحساس تشنگی است (۳). مجموع عملکرد این مکانیسم‌ها، باز جذب؛ دفع ادراری آب؛ سدیم؛ پتاسیم و میل به مصرف آب را کنترل می‌کند. عملکرد صحیح این مکانیسم‌ها منجر به پاسخ سریع آن‌ها (۲ تا ۴ ساعت) نسبت به تغییرات الکترولیت‌ها و آب شده و سبب کنترل دفع و یا باز جذب آب و الکترولیت‌ها می‌شود (۱). از طرف دیگر در غیاب محرک‌های مناسب (تعریق و دفع الکترولیت‌ها بر اثر فعالیت و گرما) با افزایش سن به تدریج حساسیت گیرنده‌های

---

1. Hypernatremia
2. Dehydration
3. Overhydration
4. Anti Diuretic Hormone

اسمزی و گیرنده‌های هورمونی وابسته (ADH ومحور رنین- آنژیوتانسین- الدسترون) به دلیل تغییرات ساختاری احتمالی (کاهش تعداد گیرنده‌ها و یا غیر فعال شدن بخشی از گیرنده‌ها[1]) کاهش می‌یابد (۴). در چنین حالتی با وجود افزایش اسمولالیتهٔ پلاسما و مایعات بدن و بالا رفتن غلظت هورمون‌های کنترل کنندهٔ آب و الکترولیت‌ها؛ نقطهٔ تنظیم[2] الکترولیت‌های پلاسما در سطوح بالایی حفظ می‌شود؛ ولی قرار گرفتن مکرر (بیش از دو هفته) در معرض محرک‌های مناسب فعالیتی و گرمایی و نوسانات مایعات و الکترولیت‌های پلاسما؛ سبب تحریک حساسیت گیرنده‌ها؛ افزایش قابلیت آن‌ها در پاسخ به این تغییرات و افزایش احساس تشنگی می‌شود (۵ و۶). تحریک مداوم گیرنده‌های اسمزی – سدیمی همراه با تحریک مکانیسم تشنگی به مدت بیش از دو هفته (۱۵روز) و در دفعات متوالی؛ سبب تغییر مجدد نقطهٔ تنظیم گیرنده‌های اسمزی – سدیمی و گیرنده های هورمونی (ADH ومحور رنین- آنژیوتانسین- الدسترون) می گردد (۷ و۸). در یک مطالعه، اویاگی و همکارانش (۱۹۹۶) اعلام کرده‌اند که میزان غلظت سدیم واسمولاریته پلاسمای افراد مسن در مقایسه با افراد جوان‌تر بالاتر بوده و ظرفیت و قابلیت تغلیظ کلیوی در پاسخ به دهیدراسیون با افزایش سن کمتر می‌شود به ویژه در افرادی که در محدودهٔ سنی ۴۰ تا ۵۰ سال هستند (۴). به نظر می‌رسد تنظیم سدیم پلاسما هم تحت تأثیر افزایش طبیعی سن است؛ اپشتین و همکارانش[3] (۱۹۹۲) پس از مطالعهٔ پاسخ کلیوی مردان (۱۸ ساله تا ۷۶ ساله) سالم نسبت به محدودیت مصرف سدیم اعلام کردند که در افراد جوان‌تر (کمتر از ۳۰ سال) بعد از ۱۸ ساعت، از دست دادن سدیم از کلیه ها به میزان ۵۰ درصد کاهش یافت، در حالی که این مقدار کاهش در مردان ۳۰ تا ۴۰ ساله بعد از ۲۴ ساعت و در مردان بیشتر از ۶۰ سال بعد از ۳۱ ساعت مشاهده شد (۵).

اختلال در حفظ تعادل مایعات و الکترولیت‌ها در افراد مسن ممکن است ناشی از کاهش قابلیت در ادراک تغییرات مایعات بدن (عدم احساس تشنگی باوجود اسمولاریتهٔ

1. Down regulation
2. Set point
3. Epstein & et al

بالای پلاسما و کم آبی) هم باشد (۶). هنان و همکاران (۱۹۷۳) او در مطالعه‌ای دریافتند که با اعمال محدودیت در مصرف آب، مردان مسن در مقایسه با افراد جوان (به رغم کاهش حجم پلاسما به یک اندازه در هر دو گروه) مقدار ADH بالاتری داشتند(۸). اوکلند و همکاران (۱۹۹۳) با تزریق محلول هیپوتونیک سالین به مردان جوان و مسن دریافتند که مقدار ADH پلاسمایی مردان مسن در مقایسه با مردان جوان بسیار بیشتر بوده است و گفته شد که افزایش مقدار زیاد ADH در افراد مسن به خاطر جبران کاهش حساسیت گیرنده‌های کلیوی به ADH است (۹).

بیشتر پژوهش‌ها در این زمینه، در مورد ورزشکاران رشته‌های مختلف ورزشی و در آب و هوای گرم، سونا و یا اطاق بخار بوده است و آزمودنی‌های این نوع تحقیقات ورزشکاران و افراد زیر سی سال بوده‌اند (۱۰و۱۱و۱۲). در مطالعاتی که تأثیر آب گرم بررسی می‌شده بیشتر آزمودنی‌ها، معلولان و افرادی با صدمات نخاعی بوده‌اند (۱۳). با توجه به پژوهش‌های انجام گرفته، اطلاعات در زمینهٔ تأثیر آب گرم بر الکترولیت‌های پلاسمای افرادی که در دامنهٔ سنی ۳۰ تا ۴۵ سال قرار دارند بسیار اندک است (۱۴). با توجه به حفظ سلامت افراد جامعه به ویژه افراد میانسال، در این پژوهش سعی شده که تأثیر یک دوره فعالیت بدنی معین ۱۷ روزه در آب گرم بر تغییرات الکترولیت‌های پلاسما (سدیم و پتاسیم) مطالعه شود، زیرا تغییرات الکترولیت‌های پلاسما شاخص‌های مناسبی برای تغییرات کل آب بدن و حجم خون هستند (۱۵).

روش تحقیق

هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر یک دوره فعالیت ۳۰ دقیقه ای در آب گرم به مدت ۱۷ روز بر الکترولیت‌های پلاسمای (Na^- و K^+) مردان میانسال بود. نوع تحقیق،کاربردی و روش تحقیق، نیمه تجربی بود که با در نظر گرفتن محدودیت‌های تحقیق، طرح تحقیق شامل پیش آزمون و پس آزمون‌های دو گروه تجربی و گواه بود که مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

جامعهٔ آماری

برای انتخاب آزمودنی‌های گروه‌های تجربی و گواه به ۶۰ نفر از مردان میانسال (۳۰ تا ۴۵ ساله) پرسشنامه داده شد و در مورد چگونگی و شرایط شرکت در برنامه با آن‌ها صحبت شد. با توجه به اطلاعات جمع‌آوری شده، ۳۰ نفر که دارای شرایط مورد نیاز تحقیق بودند انتخاب شدند و بر اساس میانگین سنی (۳۶ سال) و انحراف استاندارد (۴ ±) در دو گروه تجربی (۱۵ نفر) و گواه (۱۵ نفر) قرار گرفتند. افراد انتخاب شده در دو گروه با توجه به اطلاعات به دست آمده از پرسشنامه‌ها و معاینات اولیه فاقد هر گونه سابقهٔ ورزشی و بیماری‌های قلبی ـ عروقی بودند.

جدول۱ میانگین وانحراف معیار ویژگی های بدنی آزمودنی‌های دو گروه

گروه	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	سن(سال)	چربی (درصد)
گروه تجربی (۱۵ نفر)	۷۰,۹±۶	۱۷۲±۸	۳۶,۲±۴	۱۴±۲,۵
گروه گواه (۱۰ نفر)	۷۲±۹	۱۷۳±۱۰	۳۵,۴±۷	۱۵,۲±۴

معاینات اولیه و پرسشنامه‌ها

با توجه به ویژگی‌های این طرح تحقیقی که شامل استفاده از آب گرم بود و برای جلوگیری از خطرات احتمالی ناشی از گرمازدگی و بیماری‌های ناشی از گرما لازم بود که آزمودنی‌ها سالم باشند و هیچگونه ناراحتی قلبی ـ عروقی یا بیماری‌های خاص (دیابت، فشارخون) نداشته باشند. از این رو به منظور اطلاع از وضعیت تندرستی آزمودنی‌ها به عنوان مجوزی برای شرکت در برنامهٔ تمرینی، کلیهٔ افراد داوطلب توسط دکتر متخصص داخلی و فوق تخصص قلب و عروق معاینه شدند و نتایج پس از انجام الکترو کاردیوگرافی در پروندهٔ آزمودنی‌ها درج شد. در طی مدت اجرای برنامه به آزمودنی‌ها توصیه شده بود که وضعیت تغذیه‌ای خود را تغییر ندهند، ولی حتی‌الامکان مصرف مایعات (آب میوه، چای

شربت و...) را افزایش دهند تا آب و مواد از دست داده شده جبران شود و دچار کم‌آبی و خطرات ناشی از آن نشوند.

روش اجرای تحقیق

مدت اجرای برنامه ۲۱ روز و شامل هفت مرحله بود و هر دو گروه تجربی و گواه در تمام مراحل شرکت داشتند.

جدول ۲ مراحل تحقیق دو گروه تجربی و گواه

مراحل تحقیق	(۱) آزمایش اول	(۲) سه روز فعالیت	(۳) آزمایش دوم	(۴) هفت روز فعالیت	(۵) آزمایش سوم	(۶) هفت روز فعالیت	(۷) آزمایش چهارم
گروه تجربی آب گرم	+	۳۰دقیقه ۴۱ درجه	+	۳۰دقیقه ۴۱ درجه	+	۳۰دقیقه ۴۱ درجه	+
گروه گواه آب معمولی	+	۳۰دقیقه ۲۹ درجه	+	۳۰دقیقه ۲۹ درجه	+	۳۰دقیقه ۲۹ درجه	+

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مراحل اجرای تحقیق و تمرینات

مرحلهٔ اول: یک روز قبل از شروع برنامهٔ تمرین، داوطلبان هر دو گروه در آزمون‌های زیر شرکت کردند. زمان شروع آزمون‌ها صبح بود.

۱. اندازه‌گیری شاخص‌های بدن شامل وزن، قد؛

۲. اخذ نمونه‌های خونی به صورت ناشتا از ورید بازویی برای اندازه‌گیری الکترولیت‌های پلاسما شامل سدیم و پتاسیم پلاسما؛

۳. اخذ نمونه‌های ادرار به صورت ناشتا.

مرحلهٔ دوم: مدت این مرحله سه روز بود . در این سه روز آزمودنی‌های گروه تجربی بعد ازظهرها به مجتمع آبدرمانی سبلان واقع در سرعین (۲۵ کیلومتری اردبیل) اعزام می‌شدند. در محل استخر آبگرم، قبل از ورود به آب و در حالی که فقط شورت ورزشی داشتند وزن و ضربان قلب آن‌ها اندازه‌گیری می‌شد و سپس وارد استخر آبگرم می‌شدند.

کنترل شدت فعالیت

کلیهٔ آزمودنی‌ها پس از ورود به استخر (آب گرم و معمولی) به راه رفتن در یک ردیف می‌پرداختند، به گونه‌ای که فقط سر و گردن آن‌ها بیرون از آب بود. دمای متوسط استخر ۴۱ درجه سانتیگراد و میزان رطوبت محیط به طور متوسط ۹۰ درصد بود. آزمودنی‌ها در مدت ۳۰ دقیقه فعالیت ، به طور متوسط ۱۵ دور مسیر تعیین شده در استخر (طول مسیر ۶۰ متر) را طی می‌کردند (در هر دقیقه، ۳۰ متر). بعد از این مدت از استخر خارج شده و ضربان قلب آن‌ها مجدداً شمارش می‌شد. در انتها، پس از خشک کردن بدن وزن داوطلبان دوباره اندازه‌گیری و ثبت می‌شد. سپس مایعات و شربت به اندازهٔ کافی در اختیار آنان قرار می‌گرفت. این برنامه به مدت سه روز ادامه یافت. آزمودنی‌های گروه گواه هم بعدازظهر همان روز به محل استخر با دمای متوسط ۲۶ تا ۲۹ درجهٔ سانتیگراد اعزام شده و در استخر اقدام به راه رفتن می‌کردند، به نحوی که فقط سر و گردن بیرون از آب بود و همان مراحل مذکور اجرا می‌شد.

مرحلهٔ سوم: ساعت ۷ صبح روز چهارم کلیهٔ اندازه‌گیری‌های ذکر شده در مرحلهٔ اول (آزمون‌های ۱ تا ۳) تکرار شد و در این روز هیچکدام از دو گروه به استخر اعزام نشدند.

مرحلهٔ چهارم: شروع این مرحله بعدازظهر روز پنجم بود که به مدت ۷ روز ادامه یافت و فعالیت‌ها و اقدامات انجام شده در مرحلهٔ دوم در این مرحله هم تکرار شد.

مرحلهٔ پنجم: در روز دوازدهم اجرای برنامه، در ۷ صبح آزمون‌های ۱ تا ۵ در مراحل اول و سوم تکرار شد و گروه‌های تجربی و گواه به استخر اعزام نشدند.

مرحلهٔ ششم: این مرحله از روز سیزدهم اجرای برنامه شروع شد و تا روز نوزدهم اجرای برنامه ادامه یافت و مشابه مراحل دوم و چهارم در مورد هر دو گروه انجام گرفت.

مرحلهٔ هفتم: روز بیستم اجرای برنامه آخرین روز برنامهٔ تحقیقی بود که کلیهٔ آزمودنی‌ها در آزمون‌ها و آزمایشات ذکر شده در مرحلهٔ اول شرکت کردند.

روش جمع‌آوری داده ها و ابزار و و سایل آزمایشگاهی

ضربان قلب

شمارش ضربان قلب در تمام مراحل تحقیق و در هر نوبت با دست و با شمارش ضربان نبض شریان کاروتید انجام می‌گرفت. در روزهای آزمایش برای شمارش ضربان قلب استراحت پس از ورود آزمودنی‌ها به محل آزمایشگاه و نیم ساعت استراحت آن‌ها روی صندلی، شمارش در دو نوبت انجام می‌گرفت و میانگین دو شمارش محاسبه می‌شد.

روش اندازه‌گیری متغیرهای ترکیب بدنی

وزن بدن: وزن بدن آزمودنی‌ها در هر نوبت با ترازوی دیجیتالی (Towzin Electric) اندازه‌گیری می‌شد که خطای اندازه‌گیری آن ۲۵±گرم است.

برای اندازه‌گیری قد از قد سنج دیواری استفاده می‌شد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

روش اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل نمونه‌های خونی

نمونه‌های خونی در هر مرحله به صورت ناشتا از ورید جلویی بازویی گرفته و اندازه‌گیری می‌شد.

اندازه‌گیری سدیم (Na^+) و پتاسیم (K^+) پلاسما: قسمتی از پلاسما برای اندازه‌گیری غلظت سدیم و پتاسیم پلاسمای خون با روش فلیم فتومتری[1] و با دستگاه الیکو[2] مدل Cl361 مورد استفاده قرار گرفت. با قیماندهٔ پلاسما در دمای ۷۰ - درجهٔ سانتیگراد در محل آزمایشگاه مرکزی اردبیل برای تحقیقات آینده نگهداری می‌شود.

1. Flame Photometery
2. Elico

روش اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل نمونه‌های ادرار

در هر نوبت خون‌گیری، نمونه های ادراری به صورت ناشتا از آزمودنی‌ها گرفته می‌شد تا تغییرات مربوط به متغیرهای ادراری به همان روش ذکر شده برای نمونه‌های خونی اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل شود.

روش‌های آماری

اطلاعات به دست آمده بر اساس میانگین و انحراف استاندارد در هر دو گروه تجربی و گواه دسته‌بندی شده و برای مقایسهٔ اختلاف میانگین‌های هر گروه در آزمون‌های چهارگانه (روز اول ، روز ۴ ، روز ۱۱و روز ۱۸) از (t-test) وابسته و برای مقایسهٔ اختلاف میانگین‌های دو گروه در هر مرحله از آزمون (t-test) مستقل استفاده شده است . از تحلیل واریانس (ANOVA) با اندازه‌گیری‌های مکرر برای مقایسهٔ اطلاعات به دست آمده از مراحل چهارگانه (درون گروهی و بین گروهی) استفاده شده است. در صورت مشاهدهٔ اختلاف معنی‌دار آماری در نتایج به دست آمده و برای اینکه مشخص شود کدام میانگین‌ها دارای اختلاف معنی‌دار هستند، از آزمون تعقیبی شفه [1] استفاده شده است. سطح انتخاب شده برای نشان دادن اختلاف معنی دار آماری ($P=۰/۰۵$) بود. برای انجام محاسبات آماری از برنامهٔ SPSS و برای رسم نمودارها از برنامهٔ EXCEL استفاده شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نتایج

میانگین تغییرات Na^+ و K^+ در جدول (۳) ارائه شده است.

تغییرات میانگین Na^+ گروه تجربی درروزهای آزمایش به رغم افزایش اندک در روزهای چهارم و یازدهم در روز هجدهم به میزان اولیه برگشت. میانگین Na^+ گروه گواه با وجود افزایش تدریجی درروزهای چهارم و یازدهم و هجدهم در مقایسه با مقادیر اولیه و در مقایسه با گروه تجربی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشت.

1. Scheffe

جدول ۳ تغییرات سدیم و پتاسیم در دو گروه بر حسب میانگین و انحراف استاندارد

	روزهای آزمایش	سدیم(mosm/l)	پتاسیم(mosm/l)
گروه تجربی (۱۵نفر)	روز (۱)	۱۴۱±۰,۶۲	۴,۳±۰,۶
	روز (۴)	۱۴۳±۰,۷۱	۳,۹±۱,۱
	روز (۱۱)	۱۴۲±۰,۴۷	۴,۲±۰,۴
	روز (۱۸)	۱۴۱±۰,۶۵	۴,۴±۰,۶
گروه گواه (۱۵ نفر)	روز (۱)	۱۳۹±۰,۸۵	۴,۵±۰,۹
	روز (۴)	۱۴۰±۰,۴۷	۴,۴±۰,۹
	روز (۱۱)	۱۴۰±۰,۲۹	۴,۲±۰,۷
	روز (۱۸)	۱۴۱±۰,۶۱	۴,۳±۰,۷

پتاسیم

میانگین پتاسیم در گروه تجربی در روز چهارم بیشترین کاهش (که معنی‌دار نبود) را داشت و در روز یازدهم اندکی کاهش نشان داد که در روز هجدهم به میزان اولیه افزایش یافت. میانگین پتاسیم در گروه گواه در روز چهارم کاهش داشت (۴/۲ ، ۴/۸) که در روزهای یازدهم و هجدهم هم در مقایسه با میزان اولیه کمتر بود، ولی از نظر آماری اختلاف معنی‌دار نداشت.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

بحث و نتیجه‌گیری

مقایسهٔ میانگین تغییرات سدیم در روزهای آزمایش در هر دو گروه تجربی و گواه تفاوت معنی‌داری نشان نداد و مشابه نتایج بیشتر تحقیقات انجام شده در این زمینه بود (۷و۱۵و۱۶). در تحقیقات دیگری هم گفته شده که اگر محدودیتی در مصرف سدیم برای آزمودنی‌ها وجود نداشته باشد، مکانیسم‌های تنظیم‌کنندهٔ سدیم (ANP[1]، AVP[2]، ALD[3]) به طور خودکار میزان سدیم پلاسما را تنظیم خواهند کرد (۵و۷). با وجود این در تحقیق

1. Atrial Natriuretic Peptid
2. Arginin Vaso Presin
3. Aldestron

دیویدسون (۱۹۸۷) گزارش شده که میزان Na^+ پلاسمای آزمودنی‌ها (۷۲-۶۰ سال) بعد از یک دوره فعالیت ۳ ساعته در آب گرم (۳۶ درجه) با فاصله‌های استراحت، پس از ۷ روز کاهش داشته است (۱۷)؛ و در تحقیق هاپه (۲۰۰۱) گزارش شده که ۶ غواص (۳۰ـ ۲۵ سال) بعد از یک دوره فعالیت ۴ ساعته در آب دریا (۳۸ درجه) و به مدت ۳ روز میزان سدیم در آن‌ها کاهش یافته بود (۱۸). مغایرت نتایج این دو تحقیق با نتایج تحقیق حاضر ممکن است به دلایل زیر باشد. در تحقیق دیویدسون میانگین سدیم اولیهٔ آزمودنی‌ها به دلیل بالا بودن سن آن‌ها (۷۲ تا ۶۰ سال) بیشتر بوده است، زیرا با افزایش سن اسمولالیته پلاسما و سدیم در سطح بالایی تنظیم می‌شود و افراد مسن غیر ورزشکار در شرایط معمولی هم هیپراسمولالیته هستند (۱و۲) که دلیل احتمالی آن کاهش حساسیت گیرنده های اسمزی کلیه ها و هیپوتالاموس به تغییرات سدیم است (۲). لذا کاهش سدیم پلاسما در این آزمودنی‌ها ناشی از ۷ روز تحریک گرمایی، به معنی تنظیم و بازگشت سدیم پلاسمای آن‌ها به مقادیر طبیعی است، هر چند گفته می‌شود که تنظیم واقعی اسمولاریتهٔ پلاسما در این گروه سنی (۷۲-۶۰ سال) بعد از سه هفته فعالیت و تحریک گرمایی صورت خواهد گرفت (۲). کاهش سدیم در آزمودنی‌های تحقیق هاپه هم ممکن است ناشی از طولانی بودن دورهٔ فعالیت (۴ ساعت در روز) و هیپراسمولالیته بودن آب گرم مورد استفاده باشد که غلظت آن ۹۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی اسمول بر لیتر بود. در تحقیق هاونیت (۲۰۰۱) گزارش شده که اگر اسمولاریتهٔ آب بیشتر از اسمولاریتهٔ پلاسما (که تقریباً ۲۹۰ میلی اسمول بر لیتر است) باشد، شدت تعریق افزایش می یابد و در مدت کم میزان آب و سدیم دفع شده ۲ تا ۳ برابر افزایش خواهد یافت (۱۹). در تحقیق هاپه هم میزان آب دفع شده (۳ تا ۵) درصد وزن بدن غواصان بوده است. علاوه بر آن بازیابی سدیم از دست داده شده در مقایسه با بازیابی آب از دست داده شده نیاز به زمان بیشتری دارد (۱و۱۹) و ممکن است پایین بودن میزان سدیم این غواصان ناشی از مجموعهٔ سه عامل، مدت زمان بیشتر، اسمولالیتهٔ بالای آب و دفع آب و سدیم بیشتر باشد. احتمال دیگر که ممکن است مبین کاهش سدیم پلاسما در آزمودنی‌های این دو گروه باشد، عدم مصرف آب در طول ۳ یا ۴ ساعت فعالیت باشد، زیرا در طول مدت فعالیت هیچگونه مایعاتی در اختیار آزمودنی‌ها قرار نگرفته بود و مصرف

آب بعد از این فاصله ممکن است نتوانسته باشد تعادل سدیمی پلاسما را در ۱۰ ساعت بعدی که نمونه‌های خونی از آنها گرفته شده، برقرار سازد (۱۹).

عدم تغییر سدیم پلاسمای آزمودنی‌های این تحقیق با نتایج تحقیق دیویدسون و همکاران (۱۹۸۷) او هم مغایرت دارد، زیرا در آن تحقیق گزارش شده که یکی از گروه‌های آزمایشی بعد از ۵ روز فعالیت یک ساعته در آب گرم ۳۶ درجه میزان سدیم بالاتری نشان داده‌اند (۱۷)، در این تحقیق پس از جمع‌آوری میزان آب و سدیم دفع شده از گروه‌های سه گانه در طی دورهٔ فعالیت (تعریق و دفع کلیوی) به هر کدام یک ونیم برابر آب دفع شده ، مایعات داده شد و میزان سدیم مصرفی سه گروه به ترتیب ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی مول بر لیتر بود و در پایان مشاهده شد که فقط گروه سوم که ۲ برابر سدیم دفع شده دریافت کرده بودند ، میزان سدیم پلاسمایی بالاتری داشتند و گفته شده که بازیابی آب و سدیم دفع شده فقط زمانی متناسب خواهد بود که آب دریافتی یک و نیم برابر آب از دست رفته از طریق تعریق و کلیه ها و میزان سدیم مصرفی معادل میزان سدیم از دست داده شده باشد (۱۷). میانگین پتاسیم گروه کنترل در روز چهارم اندکی کاهش داشت، ولی میزان پتاسیم در روزهای بعدی در این گروه و در کلیهٔ اندازه‌گیری‌های گروه تجربی تفاوتی در مقایسه با هم نداشتند. در تحقیقات قبلی، کاهش پتاسیم هنگام فعالیت آزمودنی‌ها در آب معمولی گزارش نشده است، ولی در تحقیق موقان و پارنت (۱۹۹۳) که در آب ۳۶ درجه انجام گرفته بود و در گروهی که سدیم بیشتری دریافت کرده بودند (۱۰۰ mm /L) میلی مول بر لیتر، میزان پتاسیم دفع شده بیشتر بود در عین حال که میزان سدیم پلاسما و حجم پلاسما در آن‌ها افزایش یافته بود (۱۲) ولی گزارشی در خصوص علت کاهش پتاسیم ارائه نشده بود. ممکن است مصرف بیشتر سدیم در این گروه منجر به دفع بیشتر پتاسیم (به دلیل رقابت یونهای مثبت) شده باشد. باید گفت منابع اصلی پتاسیم منابع درون سلولی است و ممکن است تغییرات PH درون سلولی هم در دفع بیشتر پتاسیم در این گروه و در روز چهارم تأثیر داشته باشد. زیرا هنگامی که غلظت یون هیدروژن (H^+) در پلاسما بالا رود پتاسیم بیشتری دفع خواهد شد و حفظ کلیوی H^+ منجر به دفع بیشتر پتاسیم خواهد شد (۲۰). ممکن است کاهش پتاسیم در گروه گواه در این تحقیق در روز چهارم

دلایل دیگری داشته باشد که تحقیقات آینده به روشن شدن موضوع کمک خواهد کرد. نتایج این تحقیق، فرضیهٔ اولیهٔ ما را در مورد تأثیر یک دوره فعالیت (۱۷ روزه) در آب گرم بر الکترولیت‌های پلاسمای مردان میانسال تأیید نمی‌کند. ویژگی این تحقیق بررسی تغییرات الکترولیت‌های پلاسما در آب گرم در یک دورهٔ ۱۷ روزه در مقایسه با آب معمولی بود. در تحقیقات قبلی که در همین زمینه و با روش‌های مختلف انجام گرفته بود، تأثیر یک جلسه فعالیت در محیط گرم مورد نظر بودعلاوه بر آن بخش عمدهٔ تحقیقات هم در هوای گرم، اطاق بخار یا سونا انجام گرفته بود.

کتابنامه

1. Fox R H, R Goldsmith, D J Kidd, and H E Lewis (1963) "Blood Flow and Other Thermoregulatory Changes with Acclimatization to Heat". *J Physiol*, (London)166:548- 562.
2. Ho, G W, J L Beard, P A Farrell, C T Mison and W I Kenney (1997) "Age, Fitness, and Rehional Blood Flow during Exercise in the Heat". *J Appl. Physiol,* 82: 1126- 1135.
3. Kay D and Marino FE (2003) "Failure of Fluid Ingestion to Improve Self-paced Exercise Performance in Moderate-to-Warm Humid Environments", *J Therm Biol* 28: 29-34.
4. Aoyagi Y, T M Mclellan and R J Shephard (1996) "Effects of 6 Versus 12 Days of Heat Acclimation on Heat Tolerance in Lightly Exercising Men". *Eur. J. Appl. Physiol.*
5. Epstein M (1992) "Renal Effects of Head–out Water Immersion in Humans: a 15-year Update", *Physiol Rev.* 72:563- 621.
6. Harrison M H, R J Edwards and P A Fennessy (1997) "Intravascular Volume and Tonicity as Factors in the Regulation of Body Temperature", *J. Appl. Physiol,* 83: 407-413.
7. Armstrong, C G, and W L Kenney (1933) "Effect of Age and Acclimation on Responses to Passive Heat Exposure". *J.Appl. Physiol,* 75:2162-2167.
8. Henane R, and J L Valatx (1973) "Thermoregulatore Changes Induced during Heat Acclimatization by Controlled Hyperthermia in Man", *J. Physiol.* (London) 230: 255- 271.

9. Aukland K. and R K Reed (1993) "Interstitial–lymphatic Mechanisms in the Control of Extracellular Fluid Volume", *Physiol. Rev.* 73:1-78.

10. Convertino V A, L C Keil and J E Greenleaf (1983) "Plasma Volume Renin,and Vasopressin Responses to Graded Rxercise after Training", *J. Appl Physiol.* 54: 508- 514.

11. Caldwell JE, Ahonen E and Nousiainen U (1984) "Differential Effects of Sauna Diuretic–and Exercise–Induced Hypohydration", *J Appl Physiol.* 57:1018-1023.

12. Barnett A. and RJ Maughan (1993) "Response of Unacclimatized Males to Repeated Weekly Bouts of Exercise in the Heat, *Br. J. Sports Med,* 27:39-44.

13. Gass Em and Gc Gass (2001) "Thermoregulatory Responses to Repeated Warm Water Immersion in Subjects Who Are Paraplegic", *Spinal Cord. vol* 39, 149-155.

14. Buono M J, J H Heaney and K M Canine (1998) "Acclimation to Humid Heat Lowers Resting Core Temperature", *Am. J. Physiol.* Regulatory Integrative Comp. Physiol, 274: R1295-R1299.

15. Echt M, L Lange and O H Gauer (1974) "Changes of Peripheral Venous Tone and Central Transmural Venous Pressure during Immersion in a Thermoneutral Bath", *Pflugers Arch.* 352:211- 217.

16. Fox R H, R Goldsmith I F G Hampton and H E Lewis (1964), "The Nature of The Increase in Sweating Capacity Produced by Heat Cclimatization", *J. Physiol.* (London) 171: 368- 376.

17. Davidson R J, J D Robertson, G Galea and R J Manghan (1987). "Hematological Changes Associated with Marathon Runnning", *Int. J. Sports Med*, 8: 19- 25.

18. Hope A, L Aanderud and A Aakvaag (2001) "Dehydratio and Body Fluid Regulating Hormones during Sweating in Warm (39 c) Fresh-seawater Immersion", *J Appl Physiol,* vol. 97 : 1529-1534.

19. Havenith G (2001) Human Surface to Mass Ratio and Body Core Temperature in Exercise Heat Stress—a Concept Revisited", *J Therm Biol* 26: 387-393.

20. Marino F E, M I Lambert and T D Noakes (2004) "Superior Performance of African Runners in Warm Humid but Not in Cool Environmental Conditions", *J Appl Physiol.* January 1, 96(1): 124 - 130.