پژوهش درپزشکی (مجله پژوهشی دانشکده پزشکی)
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی
دوره ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۸، صفحات ۷۰ تا ۷۶

مقاله اصلی
(Original Article)

مقایسه تاثیر یک جلسه فعالیت هوازی و سونا برغلظت سدیم و پتاسیم سرم و ادرار ورزشکاران

نصور احمدی[۱]، سیدعلی اکبر عقیلی[۱]، الهام عظیم زاده[۱]، دکتر مهدی هدایتی*[۲]

[۱] دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
[۲] مرکز تحقیقات چاقی، پوهشکده علوم غدد درون ریز و متابولیسم دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

سابقه و هدف: *تعادل آب و الکترولیت برای حفظ سلامت بدن حیاتی است. تمرینات ورزشی، تغییرات زیادی در همودینامیک کلیه و تعادل آب و الکترولیت ایجاد می‌کنند. سونا محیط داغی است که با فشار گرمایی در تعادل مذکور موثر است، لذا هدف از این پژوهش مقایسه تاثیر یک جلسه فعالیت هوازی و سونا بر غلظت سدیم و پتاسیم سرم و ادرار در ورزشکاران بود.*

روش بررسی: *در این تحقیق نیمه‌تجربی، از ۱۵ نفر از بازیکنان تیم فوتبال دانشگاه شهید بهشتی با میانگین سنی ۲/۵±۲۴/۵ سال و میانگین وزنی ۸±۷۲ کیلوگرم قبل و پس از یک جلسه فعالیت هوازی و یک جلسه سونا، خون‌گیری به عمل آمد و ادرار ۲۴ ساعته آنان جمع آوری شد. از میانگین و انحراف‌معیار برای توصیف آماری و از آزمون t وابسته برای تحلیل استنباطی داده‌ها استفاده شد.*

یافته‌ها: *یک جلسه فعالیت هوازی موجب افزایش معنی‌دار غلظت سدیم و پتاسیم سرم شد ($p<۰/۰۵$). یک جلسه حضور در سونا افزایش معنی‌داری در غلظت پتاسیم سرم ایجاد کرد ($p<۰/۰۱$)، اما تغییر معنی‌داری در غلظت سدیم سرم مشاهده نشد. تفاوت معنی‌داری بین میانگین تغییرات غلظت سدیم و پتاسیم سرم در فعالیت هوازی و سونا مشاهده نشد. یک جلسه فعالیت هوازی بدون تغییر معنی‌دار میزان پتاسیم ادرار، موجب افزایش معنی‌دار غلظت سدیم ادرار شد ($p<۰/۰۱$). یک جلسه سونا بدون ایجاد تغییر معنی‌داری در غلظت سدیم ادرار، سبب افزایش معنی‌دار غلظت پتاسیم ادرار شد ($p<۰/۰۵$). میانگین تغییرات غلظت سدیم ادرار در فعالیت هوازی به طور معنی‌داری بیشتر از سونا بود ($p<۰/۰۱$)، اما بین میانگین تغییرات غلظت پتاسیم ادرار در فعالیت هوازی و سونا تفاوتی مشاهده نشد.*

نتیجه‌گیری: *این مطالعه نشان داد که فعالیت هوازی و فشار گرمایی باعث عدم تعادل مایع و الکترولیت‌های بدن می‌شوند که باید به حالت اولیه خود بازگردند.*

واژگان کلیدی: *فعالیت هوازی، سونا، سدیم، پتاسیم، سرم، ادرار.*

مقدمه

تعادل آب و الکترولیت‌ها برای عملکرد همه اعضا و حفظ سلامت عمومی بدن حیاتی است (۲،۱). تمرینات ورزشی تغییرات زیادی در همودینامیک کلیه و دفع الکترولیت‌ها و پروتئین‌ها ایجاد می‌کنند (۳). فعالیت بدنی و فشار گرمایی باعث عدم تعادل مایع و الکترولیت‌های بدن می‌شوند که باید به حالت اولیه خود بازگردند (۵،۴). مطالعات گذشته نشان داده‌اند که میزان و جهت پاسخ کلیه به تمرین ورزشی، به شدت آن بستگی دارد (۶). در خلال تمرین، جریان موثر پلاسمای کلیه کاهش می‌یابد و با توجه به شدت تمرین، این

آدرس نویسنده مسئول: تهران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، پژوهشکده علوم غدد درون ریز و متابولیسم، دکتر مهدی هدایتی (**e-mail:** Hedayati@erc.ac.ir)
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۷/۱۲/۱٤
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۷/٦/۳۰

کاهش به ۲۵ درصد حالت استراحت نیز می‌رسد. در این فرایند، فعالیت عصب سمپاتیک و رهاسازی کاتکول‌آمین‌ها با هم مشارکت دارند (۳). از طرفی تمرینات شدید ورزشی، اثر ضدادراری ایجاد می‌کنند که تغییر در جریان ادرار به سطح هورمون ضدادراری آنها بستگی دارد و با بالا رفتن شدت تمرین، افزایش می‌یابد (۷). علاوه بر این، تمرینات شدید موجب افزایش دفع الکترولیت‌ها در ادرار می‌شوند (۳).

سونا محیط داغی است که فرد را تحت فشار گرمایی قرار می‌دهد. در چنین شرایطی که دمای محیط از دمای پوست و بخش‌های عمقی بدن بیشتر می‌شود، اهمیت تبخیر برای از دست دادن گرما بیشتر می‌شود. افزایش وابستگی به تبخیر به معنی افزایش نیاز به عرق‌ریزی است (۸). بدن یک فرد سالم در سونا از طریق اتساع عروق پوستی، افزایش جریان خون پوست و هم‌چنین افزایش ضربان قلب و تعریق در برابر این فشار گرمایی مقابله می‌کند. به طوری که ضربان قلب تا ۲ برابر و برون ده قلب حدود ۷۰ درصد بالاتر از حالت استرحت افزایش می‌یابد و کل مقاومت محیطی عروق نیز حدود ۴۰ درصد کاهش می‌یابد (۹).

کاهش آب بدن به میزان بیش از ۲ درصد وزن بدن، تولید توان مطلق (۱۰)، اجرای مهارت بسکتبال (۱۱) و اجرای مهارت‌های فوتبال (۱۳،۱۲) را تخریب می‌کند. پژوهش‌های متعددی افزایش معنی‌دار سدیم پلاسما را در آزمودنی‌هایی مشاهده کردند که به فعالیت بدنی می‌پرداختند (۱۵،۱۴) و یا در معرض گرمادهی غیر فعال مثل سونا قرار می‌گرفتند (۱۷،۱۶،۱۴). هر چند برخی پژوهشگران تغییر معنی‌داری را در سدیم پلاسما مشاهده نکردند (۲۰-۱۸). یافته‌های مربوط به اثر فشار گرمایی بر غلظت پتاسیم متناقض است (۲۱). به طوری که در بعضی پژوهش‌ها افزایش (۱۸-۱۵، ۲۰)، در برخی عدم تغییر معنی‌دار (۱۹) و حتی در پژوهش‌هایی کاهش پتاسیم پلاسما مشاهده شده است (۲۲،۱۷). کوبیکا و همکاران (۱۹۸۳) در بررسی ارتباط بین کاهش حجم پلاسما و تغییرات الکترولیت‌های پلاسما پس از دوچرخه‌سواری طولانی‌مدت، گرمادهی غیرفعال (سونا) و دهیدراسیون ادراری بر روی ۱۱ آزمودنی، به این نتیجه دست یافتند که غلظت سدیم پلاسما همواره افزایش داشته، در حالی که غلظت پتاسیم پلاسما بعد از فعالیت طولانی‌مدت افزایش و پس از دیگر انواع دهیدراسیون‌ها کاهش می‌یابد (۱۴). کوهن و همکاران با بررسی تغییرات سطوح الکترولیتی در خلال دوی ماراتن به این نتیجه رسیدند که سطوح پتاسیم و سدیم سرم می‌یابد (۲۳). دیوجنز و همکاران در سال ۲۰۰۷ با مطالعه‌ی هوموستاز الکترولیت‌ها در افراد سالم دارای تمرین ورزشی و بدون تمرین پس از یک دوره افت حرکتی طولانی‌مدت یک ساله، عدم تعادل در هوموستاز الکترولیتی در هر دو گروه را مشاهده کردند، هرچند میزان این عدم تعادل در گروه تمرین کرده بیشتر از تمرین نکرده بود (۲۴). دامولین و همکاران در سال ۱۹۸۰ در یک مطالعه انسانی، تغییرات الکترولیت‌های پلاسما و هورمون‌های تنظیمی آن‌ها را بعد از ۲۰ دقیقه استفاده از حمام سونای ۸۰ درجه سانتی‌گرادی با رطوبت نسبی ۲۰-۱۵ درصد مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها مشاهده کردند که هورمون آلدوسترون افزایش یافته، اما سدیم و پتاسیم پلاسما تغییری نداشته و یا تغییرات ناچیز بوده است (۱۹). لیجنن و همکاران با بررسی تاثیر تمرینات طولانی‌مدت ورزشی (دوی ماراتن) بر غلظت اریتروسیت‌های درون سلولی و پتاسیم پلاسما به این نتیجه رسیدند که طول مدت تمرین ورزشی با تغییر در غلظت پتاسیم پلاسما رابطه معکوس و با میزان دفع پتاسیم ادرار رابطه مستقیم دارد (۲۵).

از آن جایی که تحقیق در زمینه تغییرات سدیم و پتاسیم ادرار ناشی از فعالیت هوازی و سونا محدود بوده و از طرفی تاکنون پژوهشی در ارتباط با مقایسه الکترولیت‌های ادرار و سرم در دو شرایط فعالیت هوازی و سونا مشاهده نشده است، لذا پژوهش حاضر به مقایسه تغییرات سدیم و پتاسیم سرم و ادرار در حین فعالیت هوازی و قرار گرفتن در معرض سونا پرداخته است.

مواد و روشها

آزمودنی‌های تحقیق، ۱۵ نفر از بازیکنان تیم فوتبال دانشگاه شهید بهشتی با میانگین سنی ۲/۵±۲۴/۵ سال، میانگین وزنی ۸±۷۲ کیلوگرم و ضربان قلب استراحت ۴±۵۸ ضربه در دقیقه بودند. روش تحقیق به صورت نیمه‌تجربی بود و با استفاده از طرح چند آزمون مقدماتی و نهایی منظم زمانی و یک گروه آزمودنی پروتکل تحقیق اجرا و اطلاعات مورد نیاز جمع‌آوری شد (۲۶). تحقیق در دو مرحله اجرا شد. درمرحله اول، ۲۴ ساعت قبل از اجرای مطالعه، از آزمودنی‌ها خواسته شد که ادرار خود را درون ظرف مخصوص جمع‌آوری ادرار تخلیه کنند. در هر دو روز اجرای پروتکل، آزمودنی‌ها راس ساعت ۷ صبح، صبحانه خورده و راس ساعت ۹ صبح در محل آزمون‌گیری حاضر شدند. بلافاصله قبل از اجرای پروتکل، از آزمودنی‌ها خون‌گیری پیش‌آزمون به عمل آمد. پس از آن، آزمودنی‌ها به مدت ۲۰ دقیقه بدون هیچ فعالیتی در داخل سونای خشک با حرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد (۱۹)، در

بالاترین پله سونا که هم‌سطح با دماسنج داخل سونا بود، نشستند. بلافاصله پس از پایان آزمون، اندازه‌گیری ضربان قلب و خون‌گیری پس‌آزمون اجرا شد و مجددا ادرار ۲۴ ساعت پس از فعالیت آن‌ها جمع‌آوری شد. دو هفته پس از اجرای مرحله اول، آزمودنی‌ها مرحله دوم مطالعه را اجرا کردند، بدین ترتیب که ادرار ۲۴ ساعت قبل از اجرای آزمون آن‌ها جمع‌آوری و از آن‌ها خون‌گیری پیش‌آزمون به عمل آمد. سپس آن‌ها فعالیت هوازی دویدن روی دستگاه تردمیل به مدت ۲۰ دقیقه با ضربان قلب ۱۳۵-۱۳۰ ضربه در دقیقه که تقریبا برابر با میانگین ضربان قلب آن‌ها در سونا بود، را انجام دادند. بلافاصله پس از پایان حضور در سونا، از آزمودنی‌ها خون‌گیری پس-آزمون به عمل آمد. در ضمن، ادرار ۲۴ ساعت بعد از اجرای این مرحله از مطالعه نیز جمع‌آوری شد. میزان سدیم و پتاسیم سرم و نیز ادرار ۲۴ ساعته با استفاده از کیت سدیم-پتاسیم (شرکت زیست شیمی، تهران، ایران) و دستگاه فلیم فتومتر (فلیم فوتومتر هاسپیتکس، مدل اسکرین لیت، فیرنز، ایتالیا) اندازه‌گیری شد. برای تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS ver.11.5 تحت ویندوز و آزمون t وابسته استفاده شد. $p<۰/۰۵$ معنی‌دار درنظر گرفته شد.

یافته‌ها

همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، با وجود این‌که کاهش وزن در فعالیت هوازی و سونا معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$)، اما این کاهش وزن در فعالیت هوازی تقریبا ۰/۶ درصد و در سونا تقریبا ۰/۷ درصد بود. به عبارت دیگر در هر دو حالت کاهش وزن کمتر از یک درصد بود و تفاوت آماری معنی‌داری بین میانگین تغییرات وزنی در دو حالت مشاهده نشد. در ارتباط با درجه حرارت بدن، پس از یک جلسه سونا، افزایش معنی‌داری مشاهده شد (۵٪ افزایش؛ $p<۰/۰۱$)، در حالی که پس از یک جلسه فعالیت هوازی افزایش معنی‌داری یافت نشد (۱٪ درصد افزایش). همچنین، تفاوت آماری معنی‌داری بین تغییرات درجه حرارت بدن در دو حالت وجود داشت ($p<۰/۰۱$).

یک جلسه فعالیت هوازی موجب افزایش معنی‌دار غلظت سدیم ($p<۰/۰۵$) و پتاسیم سرم ($p<۰/۰۱$) و همچنین افزایش معنی‌دار غلظت سدیم ادرار شد ($p<۰/۰۱$)، اما تغییر معنی‌داری در غلظت پتاسیم ادرار ایجاد نکرد (جدول ۲).

یک جلسه حضور در سونا تغییر معنی‌داری در غلظت سدیم سرم و سدیم ادرار ایجاد نکرد، اما موجب افزایش معنی‌دار غلظت پتاسیم سرم ($p<۰/۰۱$) و پتاسیم ادرار ($p<۰/۰۵$) شد (جدول ۲).

جدول۱- تغییرات وزن و درجه حرارت آزمودنی‌ها در فعالیت هوازی و سونا (n=۱۵)

	پیش آزمون	پس آزمون	تغییرات	درصد تغییرات
وزن (کیلوگرم)				
فعالیت هوازی†	۷۲/۲±۸/۴*	۷۱/۸±۸/۳	-۰/۴±۰/۳	٪۰/۶ ↓
سونا†	۷۱/۷۰±۷/۸	۷۱/۲±۷/۶	-۰/۵±۰/۵	٪۰/۷ ↓
درجه حرارت‡ (سانتیگراد)				
فعالیت هوازی	۳۶/۶±۰/۴	۳۶/۶۰±۰/۳	+۰/۰۵±۰/۵	٪۱ ↑
سونا†	۳۶/۹±۰/۷	۳۸/۹±۰/۵	+۱/۹۵±۰/۸	٪۵ ↑

* میانگین ± انحراف معیار
† اختلاف معنی دار بین پیش آزمون و پس آزمون متغیر وابسته ($p<۰/۰۱$)
‡ اختلاف معنی دار بین تغییرات درجه حرارت در فعالیت هوازی و سونا ($p<۰/۰۱$)

جدول ۲ نشان می‌دهد که با وجود بالاتر بودن میانگین تغییرات غلظت سدیم سرم در فعالیت هوازی نسبت به سونا، این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار نبوده و همچنین علی‌رغم بالاتر بودن میانگین تغییرات غلظت پتاسیم سرم در سونا نسبت به فعالیت هوازی، این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار نیست.

همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، میانگین تغییرات غلظت سدیم ادرار در فعالیت هوازی به طور معنی‌داری بیشتر از سونا است ($p<۰/۰۱$)، اما بین میانگین تغییرات غلظت پتاسیم ادرار در فعالیت هوازی و سونا تفاوت معنی‌دار آماری وجود ندارد.

جدول۲- تغییرات غلظت سدیم و پتاسیم سرم و ادراردر فعالیت هوازی و سونا در ورزشکاران (n=۱۵)

	پیش آزمون	پس آزمون	تغییرات
سدیم سرم (mEq/ml)			
فعالیت هوازی†	۱۳۸/۷±۲/۴*	۱۴۰/۳±۳/۴	۱/۵±۲/۶
سونا	۱۳۸/۲±۲/۹	۱۳۹/۱±۲	۰/۹±۳
پتاسیم سرم (mEq/ml)			
فعالیت هوازی†	۳/۹±۰/۲	۴/۱±۰/۳	۰/۱۵±۰/۲۴
سونا†	۳/۷±۰/۱	۴±۰/۳	۰/۳±۰/۲
سدیم ادرار‡ (mEq/ml/24h)			
فعالیت هوازی†	۱۳۶/۸±۴۰/۵	۱۹۲/۴±۸۵/۳	۵۵/۶±۶۶/۱
سونا	۱۳۹/۸±۳۸/۹	۱۰۹/۹±۶۵/۴	-۲۹/۹±۸۱/۱
پتاسیم ادرار (mEq/ml/24h)			
فعالیت هوازی	۷۹/۷±۲۶/۷	۷۳/۸۵±۲۹/۱	-۵/۹±۴۰/۶
سونا†	۷۷/۷±۲۸/۴	۵۸/۲۷±۳۷/۳	-۱۹/۵±۳۳/۵

* میانگین ± انحراف معیار
† اختلاف معنی دار بین پیش آزمون و پس آزمون متغیر وابسته
‡ اختلاف معنی دار بین تغییرات غلظت سدیم در فعالیت هوازی و سونا

بحث

این پژوهش نشان داد که یک جلسه فعالیت هوازی موجب افزایش معنی‌دار غلظت سدیم سرم می‌شود. تمرین ورزشی به طور طبیعی باعث کاهش دفع سدیم می‌شود (۲۷). به نظر می‌رسد که این اثر تا حدود زیادی ناشی از تولید آلدوسترون در حین تمرین است (۳). نتایج این تحقیق در این مورد با یافته‌های تحقیق پژوهشگرانی نظیر راکر و همکاران (۱۹۸۹)، ناگاشیما و همکاران (۱۹۹۹)، کوبیکا و همکاران (۱۹۸۳) و جمسی (۱۳۷۴) هم‌سو است، اما با نتایج تحقیق روویرا و همکاران (۲۰۰۷) و آستراند و سالتین (۱۹۶۴) مغایر است. آستراند و سالتین (۱۹۶۴)، افزایش پتاسیم پلاسما را یک ساعت پس از مسابقه اسکی صحرایی ۸۵ کیلومتری مشاهده کردند، در حالی که غلظت‌های سدیم و کلر تقریبا بدون تغییر باقی مانده بود (۱۸). همچنین، روویرا و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهشی به بررسی تغییرات الکترولیتی در حین و پس از یک نوبت فعالیت چابکی ۱۰۰ ثانیه‌ای در سگ‌ها پرداختند (۲۸). نتایج نشان‌دهنده‌ی عدم تغییر معنی‌دار در غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم بود. احتمالاً عدم هم‌خوانی نتایج آنها با یافته‌های این تحقیق مربوط به تفاوت در زمان اندازه‌گیری سدیم سرم است. به طوری که در تحقیق آستراند و سالتین (۱۹۶۴) یک ساعت پس از مسابقه اسکی ۸۵ کیلومتری، خون‌گیری به عمل آمده بود.

در مطالعه ما یک جلسه فعالیت هوازی موجب افزایش معنی‌دار غلظت پتاسیم سرم شد که علت آن احتمالا تا حدی به کاهش مایعات پلاسما و تا اندازه‌ای به آزاد شدن و بازگشت پتاسیم از فضای درون سلولی مربوط بوده و این روند ابتدا در عضلات، کبد و گلبول‌های قرمز اتفاق می‌افتد (۲۹). نتایج این تحقیق در این مورد با یافته‌های پژوهشگرانی چون ماشیکو و همکاران (۲۰۰۴)، راکر و همکاران (۱۹۸۹)، کوبیکا و همکاران (۱۹۸۳)، و آستراند و سالتین (۱۹۶۴) هم‌خوانی دارد، اگر چه نتیجه تحقیق روویرا و همکاران (۲۰۰۷) و جمسی (۱۳۷۴) صحت نتیجه این تحقیق را در این زمینه تایید نمی‌کند. ماشیکو و همکاران (۲۰۰۴)، با بررسی تاثیر فعالیت در گرما بر غلظت پتاسیم سرم مشاهده کردند که غلظت پتاسیم سرم پس از یک دوره فعالیت در تابستان در بازیکنان راگبی به طور معنی‌داری افزایش یافت (۳۰). جمسی (۱۳۷۴) اثر یک نیمه مسابقه فوتبال در آب و هوای گرم روی مایعات بدن و الکترولیت‌های سرم را مطالعه کرد. وی به این نتیجه رسید که یک نیمه مسابقه فوتبال در آب و هوای گرم و مرطوب موجب افزایش معنی‌دار سدیم می‌شود، اما تغییر معنی‌داری در پتاسیم سرم ایجاد نمی‌کند (۳۱).

از دیگر یافته‌های این پژوهش، افزایش غیر معنی‌دار غلظت سدیم سرم با یک جلسه حضور در سونا بود. نتایج تحقیق جوکینین و همکاران (۱۹۹۱) و دامولین و همکاران (۱۹۸۰) صحت نتایج این تحقیق را در این مورد تایید می‌کند. جوکینن و همکاران (۱۹۹۱) در بررسی واکنش‌های هورمونی به حمام سونا در ۲۰ کودک ۱۰-۵ ساله مشاهده کردند که آلدوسترون و پتاسیم سرم افزایش یافته اما سدیم سرم در طول حمام سونا بدون تغییر باقی می‌ماند (۲۰). با این وجود، یافته‌های تحقیق فار (۱۹۷۶) و معینی (۱۳۷۹) مخالف نتیجه این تحقیق در این زمینه است. هنگامی که فار (۱۹۷۶)، واکنش‌های فیزیولوژیکی ناشی از کم کردن ۶ درصدی وزن بدن را به دو روش آب‌زدایی و رژیم غذایی در ۳۴ کشتی‌گیر زبده مورد مطالعه قرار داد، مشاهده کرد گروهی که به روش آب‌زدایی وزن کم کرده بودند، دچار افزایش غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم سرم شدند (۱۶). یکی از دلایلی که افزایش آلدوسترون اثر عمده‌ای روی غلظت سدیم پلاسما ندارد، این است که اگرچه آلدوسترون مقدار سدیم مایع خارج سلولی را افزایش می‌دهد، اما همچنین با افزایش بازجذب آب همراه با سدیم، مقدار آب در مایع خارج سلولی را نیز افزایش می‌دهد. لذا منجر به افزایش حجم مایع خارج سلولی و مقدار سدیم و تغییر اندکی در غلظت سدیم می‌شود. بنابراین، آلدوسترون به استثنای شرایط فوق‌العاده شدید، اثر اندکی روی غلظت سدیم دارد (۳۲).

در ارتباط با افزایش معنی‌دار غلظت پتاسیم سرم پس از یک جلسه حضور در سونا، نتایج تحقیق پژوهشگرانی چون جوکینن و همکاران (۱۹۹۱) و فار (۱۹۷۶) با این یافته پژوهشی مطابقت دارد، اما با یافته‌های پژوهشگرانی نظیر دامولین و همکاران (۱۹۸۰)، و معینی (۱۳۷۹) مغایرت دارد. هنگامی که یک فرد عرق می‌کند، مقدار کمی از الکترولیت‌ها مثل سدیم، پتاسیم، کلر و منیزیم همراه با آب از بدن دفع می‌شوند. این دفع الکترولیتی در افراد مبتدی بیشتر بوده و تمرین ورزشی باعث بهبود نگهداری الکترولیت‌ها می‌شود (۳۳). معینی (۱۳۷۹) در بررسی اثر کاهش ۵ درصدی وزن بدن به روش آب‌زدایی به صورت عرق‌ریزی در سونای خشک بر متغیرهای خونی، افزایش معنی‌داری در غلظت یون سدیم سرم را مشاهده کرد، در حالی که در غلظت یون پتاسیم سرم آزمودنی‌ها افزایش معنی‌داری ایجاد نشد (۳۴). احتمالاً عدم هم‌خوانی نتایج این تحقیق با یافته‌های این پژوهشگران در این

مورد با میزان از دست رفتن آب بدن مرتبط است. در مطالعات انجام شده، مدت زمان حضور در داخل سونا بالا و همچنین میزان کاهش وزن بالاتر از ۴ درصد بود که با توجه به دفع پتاسیم به ازای بازجذب سدیم، عدم افزایش پتاسیم و حتی در برخی موارد کاهش آن در مطالعات گذشته قابل تصور است. این در حالی است که در تحقیق حاضر کاهش وزن کمتر از یک درصد بود. نکته دیگر اینکه پتاسیم با کاهش مایعات پلاسما و آزاد شدن پتاسیم از سلول‌های عضلانی در پلاسما افزایش می‌یابد (۲۹).

هنگامی که تغییرات غلظت سدیم و پتاسیم سرم در فعالیت هوازی و سونا مورد مقایسه قرار گرفت، مشاهده شد که بین تغییرات غلظت سدیم و پتاسیم سرم در فعالیت هوازی و سونا تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. در پژوهشی توسط یلفانی (۱۳۷۱) جهت مقایسه اثرات الکترولیت‌های پلاسما در ورزش و سونا، هیچ تفاوت معنی‌داری بین الکترولیت‌ها در دو حالت مشاهده نشد (۳۵).

این پژوهش نشان داد که یک جلسه فعالیت هوازی موجب افزایش معنی‌دار غلظت سدیم ادرار شده، اما تغییر معنی‌داری در غلظت پتاسیم ادرار ایجاد نمی‌کند. همچنین یک جلسه حضور در سونا تغییر معنی‌داری در غلظت سدیم ادرار ایجاد نکرده، اما موجب افزایش معنی‌دار غلظت پتاسیم ادرار می‌شود. در ضمن، میانگین تغییرات غلظت سدیم ادرار در فعالیت هوازی به طور معنی‌داری بیشتر از سونا بوده، اما بین میانگین تغییرات غلظت پتاسیم ادرار در فعالیت هوازی و سونا تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده نشد. لیجنن و همکاران (۱۹۸۴) با بررسی دفع الکترولیت‌ها در دو روز در خلال تمرینات طولانی مدت ورزشی در مردان سالم به این نتیجه رسیدند که میزان سدیم و پتاسیم دفع شده از طریق ادرار در خلال روزهای تمرین پایین بوده، ولی میزان دفع آلدسترون ادرار افزایش دارد (۳۶). کاتلین و همکاران (۱۹۵۸) نیز با بررسی دفع استروئیدهای غده فوق کلیوی در خلال تمرینات در اتمسفر (شرایط گرم) نشان دادند که دفع سدیم در ادرار به هنگام تمرین در شرایط گرما به سرعت کاهش یافته ولی نسبت پتاسیم به سدیم افزایش می یابد (۳۷). رایز و همکاران (۱۹۷۹) به این نتیجه رسیدند که هشت کشتی‌گیر زبده مسابقات دانشگاهی ایالت متحده آمریکا که ۴ تا ۸ درصد وزن بدن خود را به روش آب‌زدایی در سونا از دست داده بودند، دچار کاهش یون سدیم و پتاسیم سرم شدند و در همان حال جریان خون کلیوی آزمودنی‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت و دفع سدیم و پتاسیم نیز از طریق ادرار کم شد. آن‌ها خاطر نشان کردند که کاهش یون‌های مذکور از طریق دفع عرق روی داده است (۲۲). به طور خلاصه، در این تحقیق مشاهده شد که در حین فعالیت بدنی هوازی، غلظت سدیم و پتاسیم سرم و سدیم ادرار افزایش می‌یابد، ولی تغییر معنی‌داری در غلظت پتاسیم سرم مشاهده نمی‌شود. از آنجایی که سونا موجب کاهش وزن بدن از طریق تعریق و افزایش درجه حرارت زیرزبانی می‌شود، توصیه می‌شود مدت زمان حضور مستمر در سونا کاهش یافته و قبل و پس از سونا، مایعات مصرف شود. در پایان، با توجه به تأثیر احتمالی فعالیت هوازی بلندمدت بر سازگاری هورمونی و الکترولیتی در حین فعالیت، پیشنهاد می‌شود پژوهشی پیرامون مقایسه تأثیر فعالیت هوازی و سونا بر هورمون آلدوسترون و الکترولیت‌ها در ورزشکاران و غیرورزشکاران انجام گیرد، تا معلوم شود که آیا فعالیت هوازی بلندمدت بر سازگاری هورمونی و الکترولیتی در حین حضور در سونا نیز تأثیرگذار است.

قدردانی و تشکر

از زحمات و همکاری مدیریت و کارشناسان محترم مرکز سنجش آکادمی المپیک، مرکز تحقیقات غدد درون‌ریز و متابولیسم دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی و آزمایشگاه آرمین که در این تحقیق با پژوهشگران همکاری داشتند، تشکر می‌شود.

REFERENCES

1. Mack GW, Nadel ER. Body fluid balance during heat stress in humans. In: Fregly MJ, Blatteis CM, eds. Environmental physiology. New York: Oxford University Press; 1996. p.187–214.
2. Sawka MN. Body fluid responses and hypohydration during exercise heat stress. In: Pandolf KB, Sawka MN, Gonzalez RR, eds. Human performance physiology and environmental medicine at terrestrial extremes. Indianapolis: Cooper Publishing Group; 1988. p.227–66.
3. Poortmans JR. Exercise and renal function. Sports Med 1984;1:125-53.
4. Marriott BM, editor. Fluid replacement and heat stress. Washington, DC: National Academy Press; 1994.
5. Montain SJ, Maughan RJ, Sawka MN. Fluid replacement strategies for exercise in hot weather. Athletic Therapy Today 1996;1:24–27.

6. Freund EM, Shizuru GM, Hashiro JR, Claybaugh BJ. Hormonal, electrolyte, and renal responses to exercise are intensity dependent. J Appl Physiol 1991;70:900-906.

7. Maughan RJ. Fluid and electrolyte loss and replacement in exercise. J Sports Sci 1991;9:117-42.

۸. ویلمور، جی اچ، کاستیل د ل، نویسندگان. فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی. معینی س ض، رحمانی نیا ف،رجبی ح، آقاعلی نژاد ح، اسلامی ف، مترجمین. تهران: انتشارات مبتکران؛ سال ۱۳۸۳.

9. Kukkonen-Harjula K, Kauppinen K. Health effects and risks of sauna bathing. Finland: UKK Institute for health promotion research; 2006.

10. Coyle EF. Fluid and fuel intake during exercise. J Sports Sci 2004;22:39–55.

11. Baker LB, Dougherty KA, Chow M, Kenney WL. Progressive dehydration causes a progressive decline in basketball skill performance. Med Sci Sports Exerc 2007;39:1114–23.

12. McGregor SJ, Nicholas CW, Lakomy HK, Williams C. The influence of intermittent high-intensity shuttle running and fluid ingestion on the performance of a soccer skill. J Sports Sci 1999;17:895–903.

13. Edwards AM, Mann ME, Marfell-Jones MJ, Rankin DM, Noakes TD, Shillington DP. Influence of moderate dehydration on soccer performance: physiological responses to 45 min of outdoor match-play and the immediate subsequent performance of sport-specific and mental concentration tests. Br J Sports Med 2007;41:385–91.

14. Kubica R, Nielsen B, Bonnesen A, Rasmussen IB, Stokłosa J, Wilk B. Relationship between plasma volume reduction and plasma electrolyte changes after prolonged bicycle exercise, passive heating and diuretic dehydration. Acta Physiol Pol 1983;341:569-79.

15. Rocker L, Kirsch KA, Heyduck B, Altenkirch HU. Influence of prolonged physical exercise on plasma volume, plasma proteins, electrolytes and fluid regulating hormones. Int J Sports Med 1989;10:270-74.

16. Farr JP. Physiological responses to weight reduction in high school wrestlers. Comp Res 1976;18:88-93.

17. Leppäluoto J, Tuominen M, Väänänen A, Karpakka J, Vuori J. Some cardiovascular and metabolic effects of repeated sauna bathing. ACTA Physiol Scand 1986;128:77-81.

18. Astrand PO, Saltin B. Exercise and water-electrolyte balance. J Appl Physiol 1964;19:829-32.

19. Dumoulin G, Nguyen NU, Henriet MT, Bopp J, Berthelay S. Changes in plasma electrolytes and their regulatory hormones during an acute exposure to heat. Human studies in a Finnish sauna. C R Seances Soc Biol Fil 1980;174:146-50. [In French]

20. Jokinen E, Välimäki I, Marniemi J, Seppänen A, Irjala K, Simell O. Children in sauna: hormonal adjustments to intensive short thermal stress. Acta Physiol Scand 1991;142:437-42.

21. Shibolet S, CoU R, Gilat T, Sohar E. Heatstroke: its clinical picture and mechanisms in 36 cases. Q JMed 1967; *36*: 525-30.

22. Raize LG. The effects of dehydration in renal blood flow and sodium and potassium excretion in NCAA wrestlers. J Clin Invest 1979;38:8-13.

23. Cohen I, Zimmerman AL. Changes in serum electrolyte levels during marathon running. S Afr Med J 1978;53:449-53.

24. Deogenes KG, Kakuris KK, Deogenov VA, Yerullis KB. Electrolyte homeostasis in trained and untrained healthy subjects during prolonged hypokinesia. Gomel, Belarus: Higher Institute of Biochemistry; 2007.

25. Lijnen P, Hespel P, Fagard R, Goris M, Lysens R, Vanden Eynde E, et al. Effect of prolonged physical exercise on intra-erythrocyte and plasma potassium. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1989;59:296-302.

۲۶. نادری ع، سیف نراقی م، نویسندگان. روش های تحقیق در علوم انسانی. تهران: انتشارات بدر؛ سال ۱۳۷۶.

27. Zambraski EJ. Renal regulation of fluid homeostasis during exercise. In: Gisolfi CV, Lamb CV, eds. perspectives in Exercise science and sports medicine. Fluid Homeostasis during Exercise. Carmel, CA: Benchmark Press; 1990. p.247-80.

28. Rovira S, Muñoz A, Benito M. Fluid and electrolyte shifts during and after agility competitions in dogs. J Vet Med Sci 2007;69:31-35.

29. shireffs SM, Argon Vargas LF, Chamorro M, Maughan RJ, Serratosal ZJJ. The sweating response of elite professional soccer players to training in the heat. Int J Sports Med 2005;26:90-95.

30. Mashiko T, Umbeda T, Nakaji S, Sugawara K. Effects of exercise on the physical condition of college rugby players during summer training camp. Br J Sports Med 2004;38:186-90.

۳۱. جمسی م ح. اثر یک نیمه مسابقه فوتبال در آب و هوای گرم و مرطوب روی مایعات بدن و الکترولیت های سرم خون [پایان نامه]. تهران: دانشگاه تهران، دانشکده تربیت بدنی؛ سال ۱۳۷۴.

۳۲. گایتون آ، هال ج، نویسندگان. فیزیولوژی پزشکی. شادان ف، صدیقی ا، مترجمین. تهران: انتشارات چهر؛ سال ۱۳۸۳.

33. Anonymous. Fluid replacement during exercise in moderate temperatures. Med Sci Sport Exerc 2006; 32:1783-89.

۳۴. معینی س ض. اثر کاهش وزن بر آمادگی جسمانی و حرکتی ، هماتوکریت و الکترولیت های خون کشتی گیران [پایان نامه]. تهران: دانشگاه تربیت معلم، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی؛ سال ۱۳۷۹.

۳۵. یلفانی ع. بررسی تاثیر حمام سونا بر الکترولیت های خون ورزشکاران ۱۸ تا ۲۲ ساله ثمر همدان [پایان نامه]. تهران: دانشگاه تربیت معلم؛ سال ۱۳۷۱.

36. Lijnen P, Hespel P, Vanden Eynde E, Amery A. Urinary excretion of electrolytes during prolonged physical activity in normal man. Eur J Appl Physiol 1984;53:273-78.

37. Robinsom KW, Macfarlane WV. Urinary excretion of adrenal steroids during exercise in hot atmospheres. J Appl Physiol 1985;12:13-16.