پژوهش‌نامهٔ علوم ورزشی
پژوهش‌نامهٔ فیزیولوژی ورزشی کاربردی
سال ششم/شمارهٔ دوازدهم/پاییز و زمستان۸۹
ص ص ۳۰-۱۷
تاریخ دریافت: ۸۸/۱۱/۰۸
تاریخ پذیرش: ۸۹/۰۳/۰۹

اثرجایگزینی مجدّد مایعات بر بازیافت شاخص‌های عملکردی قلب و توان بی‌هوازی کشتی‌گیران مرد باشگاهی

امیر قیامی راد[۱]
کریم آزالی علمداری[۲]
دکتر سیروس چوبینه[۳]
بابک عبادی شیرمرد[۴]

چکیده

هدف: با توجّه به وجود اطّلاعات اندک در مورد بازیافت فاکتورهای عملکرد جسمانی و قلبی در فاصلهٔ زمانی بین وزن کشی رسمی کشتی تا اوّلین مسابقه به دنبال کاهش وزن حاد در این تحقیق با شبیه‌سازی شرایط وزن کشی رسمی کشتی، تأثیر جایگزینی مجدّد مایعات به دنبال آب‌زدایی حاد، بر فاکتورهای توان بی‌هوازی، برخی شاخص‌های عملکرد قلب و همچنین مقدار هماتوکریت و آلدوسترون پلاسما بررسی شد.

روش‌شناسی: ۳۶ پسر کشتی‌گیر نخبهٔ رشته آزاد (قد: ۶/۳۲±۱۷۴/۳۳ سانتی متر، وزن: ۱۵/۲۶±۷۹/۵۳ کیلوگرم، سن: ۳/۸۳±۲۲/۶۶سال)، به طور داوطلبانه در قالب دو گروه کنترل و تجربی در طی دو روز متوالی در این تحقیق شرکت کردند. صبح روز اول (وضعیّت پایه)، پس از صرف صبحانه استاندارد (پس از ناشتایی)، ارزیابی عملکرد قلبی (کاردیواسکرین)، خونگیری و آزمون رست انجام شد. سپس، بین‌ساعت۱۲ تا ۱۶، آب‌زدایی (۰/۲۷±۱/۴۸درصد وزن بدن) انجام شد و در ساعت ۱۶، کاردیواسکرین و خونگیری تکرار شد. در ادامه جایگزینی مایعات تا ساعت۲۴ انجام شد و صبح روز دوم نیز کاملاً مشابه روز اوّل بود. آلدوسترون به روش الایزا و هماتوکریت به روش میکرو هماتوکریت اندازه‌گیری شدند و همچنین برای مقایسهٔ داده‌ها از آزمون اندازه‌گیری مکرّر (آزمون تعقیبی بونفرونی) و تی همبسته، با سطح اطمینان ۰/۰۵ استفاده شد.

نتایج: فاکتورهای توان بی‌هوازی (اوج، حدّ اقل و میانگین توان) در بین صبح روز اوّل و دوم، تفاوت معنی‌داری نداشتند. در بقیّهٔ شاخص‌ها نیز، فقط در گروه تجربی به جز در مورد برونده قلبی و زمان مرحلهٔ پیش تزریقی (شامل حجم ضربه‌ای، تواتر قلبی، کار قلب چپ، حاصل ضرب دوگانه، فشار خون سیستولی و دیاستولی، زمان تزریق بطن چپ و همچنین سطوح آلدوسترون و هماتوکریت) تفاوت مشاهده شده در بین دو وضعیّت آب‌زدایی و پایه و همچنین وضعیّت جایگزینی مجدّد مایعات و آب‌زدایی، معنی‌دار بود ($P<0/05$).

نتیجه‌گیری: عملکرد قلب در آب‌زدایی حاد، تغییر می‌کند؛ ولی توان بی‌هوازی، بدون تغییر می‌ماند. تغییرات مذکور، با جایگزینی مجدّد مایعات در فاصله بین وزن کشی رسمی کشتی تا اوّلین مسابقه، اصلاح می‌شود که حاکی از کافی نبودن فاصله زمانی رسمی برای فراهم شدن زمینه منع از اقدام به کاهش وزن حاد، می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آب‌زدایی، جایگزینی مجدّد مایعات، فاکتورهای عملکرد قلبی و بی‌هوازی، کشتی‌گیران.

---

۱. دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز
۲. دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز
۳. استادیار دانشگاه تهران
۴. دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه گیلان

The effect of rehydration on anaerobic power and cardiac function in male club wrestler

Gyami Rad. A (MSc)
Azali Alamdari, K(MSc)
Choobineh, S(Ph.D)
Ebadi Shirmard, B (MSc)

Abstract

Purpose: Because of the little understanding about both cardiac function and also physical performance recovery in between the time period among formal wrestling weighing and the first competition following acute weight loss, in this research the efficiency of rehydration on anaerobic power, cardiac function and also Hct and plasma Aldosteron level's recovery was evaluated similar to wrestling official weighing condition.

6.32 cm, weight: ±Methodology: 36 elite male free style wrestlers (height: 174.33 3.83 year) voluntarily participated in this study. The ±15.26 kg and age: 22.66±79.53 group was then divided into two (experimental and control) groups for the present study which was conducted for 2 consecutive days. The cardio screen, blood sampling and RAST tests were taken respectively following a standard breakfast (after night fasting) at the first day morning (basal condition). Thereafter, dehydration 0.27% of body weight) was induced using sauna method in between 12 to 16 ±(1.48 pm and the cardio screen and blood sampling were repeated in the following. Finally, rehydration conducted until 24 pm. The second day morning was completely similar to the first one. The plasma Aldosteron and Hct levels measured using Elisa and Microhematocrit methods respectively. ANOVA for repeated measurements and pair samples t test was used to analyze the data at significance level equal to 0.05.

Results: There were not significant differences in between the first and second day's anaerobic power indices (peak, min and mean power). Significant differences was observed only in experimental group with regard to all the measured variables [including stroke volume (SV), heart rate (HR), left cardiac work (LCW), rate pressure produce (RPP), systolic and diastolic blood pressure (SBP and DBP), left cardiac ejection time (LCET) and also Hct and Aldosteron levels] in between both dehydration rather than normal level and also rehydration rather than dehydration, in exception for the pre ejection period (PEP) and cardiac out put ($P<0.05$).

Conclusion: The cardiac function is affected by acute dehydration; however it is not the case for anaerobic power. The induced changes can be defaulted by rehydration in between the official weighing and the first competition which indicates on poor prevention context toward acute body weight loss.

Key words: Dehydration, Rehydration, Cardiac Function, Anaerobic Power, Wrestlers.

مقدّمه

افزایش وزن، یکی از مهم‌ترین مشکلات ورزشکاران در فصل بعد از مسابقات است. در بسیاری از موارد، نوع برنامه‌ریزی برای انجام رقابت‌ها و یا برخی ملاحظات ویژه (رسیدن به فرم بدنی مناسب، افزایش سطح عملکرد، ملاحظات بیومکانیکی)، شرایطی را ایجاد می‌کند که ورزشکاران باید به ناچار در کمترین زمان ممکن، وزن خود را کاهش دهند (۲). به طور متوسّط قبل از مسابقه بین ۳ تا ۱۰ درصد از وزن به وسیلهٔ ورزشکاران کاسته می‌شود و بیشترین بخش این کاهش، در روزهای پایانی و یا روز قبل از وزن‌کشی انجام می‌شود. ممکن است یک ورزشکار در طول سال در ۵ تا ۸ مسابقه شرکت کند، بنابراین غیر عادی نیست که کاهش وزن در طول یک فصل، بارها تکرار شود (۳، ۴).

تاکنون روش کاملاً مطلوبی برای کاهش وزن بدن، شناخته نشده است (۱۵). اکثر روش‌های کاهش وزن، با اعمال محدودیّت در مقدار مصرف غذا و به ویژه مایعات و افزایش میزان تمرین همراه هستند که در آن‌ها جایگزینی الکترولیت‌ها به خوبی انجام نمی‌شود (۲). گزارش‌هایی وجود دارد که سیستم قلبی و عروقی تحت تأثیر کاهش وزن سریع قرار می‌گیرد (۱، ۱۸، ۲۱، ۳۰، ۳۵، ۳۷)؛ امّا در مورد نوع و شدّت بروز اثرات و عوارض منفی احتمالی بر عملکرد ورزشی (در هر درصد معین از آب‌زدایی[1]) و به علاوه، در مورد حدّ اقل زمان لازم برای احیای شرایط طبیعی، اطّلاعات زیادی موجود نیست. تحقیقات قبلی نشان داده‌اند که مایعات مورد مصرف در جایگزینی مجدّد، باید حاوی مقدار مناسبی از سدیم باشند تا سبب دفع سریع آب از کلیه نشود (۲۳، ۳۲). به نظر می‌رسد که مهم‌ترین عامل تعیین‌کنندهٔ کارایی جایگزینی مجدّد مایعات بدن، می‌تواند احیای عملکرد قلبی عروقی باشد. در این راستا مشاهده شده است که با جایگزینی ناقص مایعات بدن، تواتر قلبی طبیعی حتّی با وجود احیای ناقص حجم پلاسما، احیا می‌شود (۲۳، ۳۱). با این حال در یک تحقیق گزارش شده است که با جایگزینی ٪۶۵ از مایعات بدن، حتّی با وجود احیای حجم طبیعی پلاسما، عملکرد طبیعی قلبی عروقی (حجم ضربه‌ای و تواتر قلبی) احیا نمی‌شود (۲۱). متأسّفانه تحقیقات بسیار اندکی در زمینهٔ اثرات جایگزینی مایعات به دنبال آب‌زدایی حاد بر شاخص‌های عملکرد قلبی موجود است و تمرکز آن‌ها نیز، بیشتر بر اثرات گرمایی و عملکرد استقامتی بوده است. بنابراین هنوز در مورد کمیّت و چگونگی تأثیر مقادیر مختلف آب‌زدایی بر شاخص‌های عملکرد قلبی و همچنین حدّ اقل زمان لازم برای احیای آن‌ها، نیاز به تحقیقات بیشتری وجود دارد.

در این میان لازم به ذکر است که طبق قوانین رسمی فیلا، حدّ اکثر زمان بین وزن‌کشی و شروع اوّلین مسابقه، برابر با ۱۴ الی ۱۶ ساعت است. تاکنون، کفایت این فاصلهٔ زمانی را در جهت بازیافت ظرفیّت‌های فیزیولوژیکی، به خوبی بررسی نشده و حدّ اقل زمان مورد نیاز جهت احیای پارامترهای طبیعی عملکرد قلب و سایر عوامل هورمونی ـ متابولیکی درگیر در طی آن، مشخّص نیست. شایان ذکر است که هدف از وضع چنین قوانینی، ایجاد زمینهٔ منع از اقدام به کاهش وزن حاد است. بنابراین، شاید بررسی این فاصله زمانی از جنبه‌های مختلف ضروری باشد و حتی زمینه تغییر قوانین را فراهم آورد. انتظار می رود با

1. Dehydration

افزایش آگاهی و ارائه هشدارهای پزشکی، دامنهٔ استفاده از چنین روش‌هایی کاهش یابد و با شناسایی و تعیین روش مناسب جایگزینی مجدّد مایعات بدن و حدّ اقل زمان لازم برای احیای ظرفیّت‌های عملکردی در سیستم قلبی عروقی، لااقل از لحاظ بالینی در شناسایی چگونگی روند بازیافت شاخص‌های عملکردی قلب و پیامدهای ناشی از آب‌زدایی حاد، کمک‌کننده باشد. از طرفی، با وجود اطّلاعات بسیار روشن در مورد اثر تضعیف‌کنندهٔ آب‌زدایی حاد بر عملکرد استقامتی طولانی مدّت، شواهد موجود در مورد تأثیر آن بر عملکرد بی‌هوازی، متناقض هستند (۱۰، ۱۱، ۲۵، ۲۶، ۳۸). همچنین در مورد بر طرف شدن و یا ادامهٔ اثرات احتمالی آب‌زدایی حاد بر عملکرد کشتی‌گیران (در فاصله وزن کشی رسمی)، اطّلاعات زیادی وجود ندارد.

بدین ترتیب، این تحقیق با هدف تعیین اثرات جایگزینی مجدّد مایعات بدن به دنبال آب‌زدایی (۴ تا ۵ درصد) بر بازیافت فاکتورهای عملکرد بی‌هوازی (میانگین، اوج و حدّ اقل توان بی‌هوازی) و شاخص‌های عملکرد قلب، شامل حجم ضربه‌ای، تواتر قلبی، برون‌ده قلبی، زمان مرحلهٔ پیش‌تزریقی[1]، زمان تزریق بطن چپ[2]، فشار خون سیستولی و دیاستولی، کار قلب چپ و حاصل ضرب دوگانه[3] در کشتی‌گیران مرد باشگاهی نخبه، انجام شد. همچنین به منظور بررسی دقیق‌تر، مقدار هماتوکریت خون و سطوح پلاسمایی هورمون-آلدوسترون نیز اندازه‌گیری شدند. به نظر می‌رسد که این تحقیق به دلیل نو بودن و انجام آن برای اوّلین بار (از لحاظ ارزیابی کفایت فاصلهٔ زمانی رسمی FILA برای ایجاد بازیافت شاخص‌های عملکرد توانی و قلبی عروقی)، پیشرو تحقیقات آینده باشد.

روش‌شناسی:

جدول۱. ویژگی‌های فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها

فاکتور	سن	قد	وزن	ضربان قلب استراحتی
مقدار متوسّط	۲۲/۶۶±۳/۸۳	۱۷۴/۳۳±۶/۳۲	۷۹/۵۳±۱۵/۲۶	۶۰/۹۱±۵/۲۳

آزمودنی‌ها: ۳۶ پسر کشتی‌گیر نخبه رشته آزاد (دارای حدّ اقل یک مقام استانی و ۲ سال سابقه فعّالیّت منظّم در یکی از باشگاههای البرز کرج، شهید سمری شهریار و موسسه فنی حرفه ای امام علی صفادشت) از سه رده وزنی ۹۶، ۷۴ و ۶۰کیلوگرم (انتخاب رده‌های وزنی به طور تصادفی از بین ۹ رده وزنی در قالب سه طبقه سبک، میانی و سنگین وزن انجام شد)، پس از برگزاری جلسه توجیهی و کسب رضایت نامه و ارزیابی سلامت قلبی ـ عروقی (با استفاده از پرسش‌نامه و معاینات پزشکی)، در قالب دو گروه کنترل و تجربی به طورداوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. در یک هفته مانده به شروع بخش اصلی تحقیق، توصیه‌های لازم

1. pre ejection period
2. left cardiac ejection time
3. rate pressure product

جهت پرهیز از انجام هر گونه فعّالیّت بدنی شدید، عدم ایجاد تغییر در رژیم غذایی روزمره و عدم استفاده از هرگونه دارو، مواد محرک و موارد مشابه انجام شد. همچنین از ۲۴ ساعت مانده به آغاز تحقیق، آزمودنی‌ها از رژیم غذایی و مایعات یکسان، استفاده کردند. . ویژگی‌های آزمودنی‌ها در جدول ۱ آمده است.

روش انجام تحقیق: در روز اول (آزمودنی‌ها از ساعت ۲۴ شب گذشته، ناشتا بودند) در ساعت ۹صبح، به فاصله ۲ساعت پس از صرف صبحانه (ترکیب صبحانه شامل ۸۰ گرم نان، ۱۰ گرم کره، ۲۰گرم مربای هویج، ۸۰ میلی لیتر شیر، ۱۰ گرم شکر، بدون مصرف آب و حاوی ۲۱۰۰ کیلو ژول انرژی بود) استاندارد (۱۲)، ارزیابی عملکرد قلبی ((USA, GF12, Cardioscreen به عمل آمد و در ادامه، خونگیری (۵ سی سی از سیاهرگ بازوئی جهت سنجش هماتوکریت و سطوح آلدوسترون) و سپس‌آزمون ویژه سنجش توان‌بی‌هوازی (آزمون رست[1] که شامل ۶ وهله دوی ۳۵ متری با فاصله ۱۰ ثانیه استراحت و با شدّت حدّ اکثر می باشد) همانند روش آزالی و همکاران (۲۰۰۷) انجام شد (۸). به منظور افزایش اعتبار درونی تحقیق، تمام آزمودنی‌ها در این فاصله از مصرف هر گونه غذا و مایعات پرهیز نمودند و به آنها فرصت داده شد تا بین‌ساعت۱۲ تا ۱۶، اقدام به کاهش وزن (وزن کشی با ترازوی ۱۶۰ کیلویی KAMOSHITA با دقت ۱۰۰ گرم ساخت کشور ژاپن) در بازه ۴ تا ۵ درصد از وزن بدن (فقط نشستن در سونا) نمایند (میانگین زمان نشستن در سونا برابر با ۳۶/۱۳±۱۰۸/۵دقیقه) سپس در ساعت ۱۶، بار دیگر تست کاردیواسکرین و خونگیری تکرار شد. در ادامه تا ساعت۲۴، جایگزینی مایعات با مصرف انواع یکسان غذا و مایعات (طرّاحی بر اساس قابلیّت جبران رژیمی و هیدراسیون با استفاده از نرم‌افزار N4 به وسیلهٔ متخصّص تغذیه) انجام شد. صبح روز دوم نیز کاملاً مشابه روز اوّل بود؛ ولی ترتیب تجربهٔ روزها در بین آزمودنی‌ها به صورت تصادفی و معکوس بود. لازم به ذکر است که آزمودنی‌های گروه کنترل، همیشه در در کنار گروه تجربی حضور داشتند و فقط در زمان کاهش وزن، به تماشای فیلم پرداختند.

نمونه‌های خونی: نمونه‌های خون سیاهرگ بازویی در لوله‌های حاوی مادّهٔ ضد انعقاد EDTA به آزمایشگاه منتقل شدند. هماتوکریت طبق روش میکرو هماتوکریت اندازه‌گیری شد. نمونه‌های خونی به مدّت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور، سانتریفوژ شده و پلاسمای خون جداسازی گردید. نمونه‌های پلاسما، در دمای ۷۰ ـ درجه نگهداری شدند و در نهایت مقادیر هورمون آلدوسترون با استفاده از کیت الایزا ساخت شرکت روشه اندازه‌گیری شد (۷).

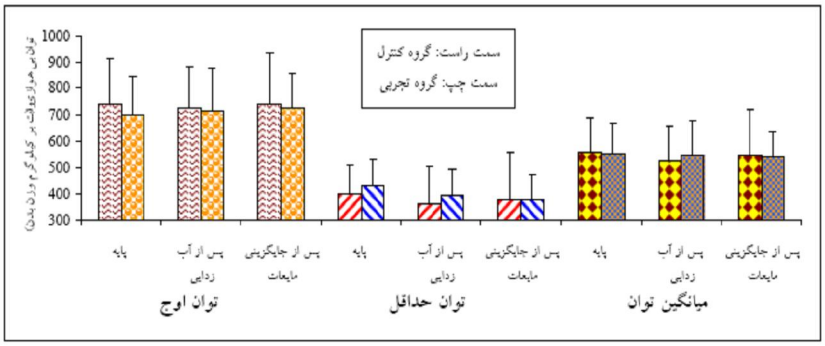
روش‌های آماری: پس از انجام آزمون k ـ s (بررسی توزیع طبیعی تمام داده‌ها مورد اندازه‌گیری) و همچنین پس از کسب اطمینان از همسانی واریانس‌ها (آزمون لون) و عدم وجود تفاوت بین گروهی در پیش‌آزمون (آزمون تی مستقل)، داده‌های کاردیواسکرین و فاکتورهای‌خونی با آزمون اندازه‌گیری مکرّر (آزمون تعقیبی بونفرونی) و فاکتورهای توان بی‌هوازی با استفاده از آزمون تی همبسته با سطح اطمینان ۰/۰۵ مقایسه شدند.

1. Running.based anaerobic sprint test

نتایج

وزن گروه تجربی در اثر آب‌زدایی حاد از۱۲/۵۷±۷۴/۲۶ کیلوگرم در شرایط پایه به ۱۱/۹۳±۷۰/۲۲ کیلوگرم در شرایط آب‌زدایی رسید (برابر با کاهش۰/۲۷±۱/۴۸درصد از وزن بدن) که پس از جایگزینی مجدّد مایعات، به سطوح قبلی خود (۱۲/۶۶±۷۴/۳۱ کیلوگرم)، احیا شد. نتایج به تفکیک در ذیل آمده است.

فاکتورهای توان بی‌هوازی (اوج، حدّ اقل و میانگین توان) در بین صبح روز اوّل و دوم، تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل۱). در بقیه شاخص‌ها نیز، فقط در گروه تجربه جز در مورد برونده قلبی و زمان مرحله پیش تزریقی (جدول۲ و شکل۲) در بقیّهٔ موارد شامل حجم ضربه‌ای، تواتر قلبی، کار قلب چپ، حاصل‌ضرب دوگانه، فشار خون سیستولی و دیاستولی، زمان تزریق بطن چپ و همچنین سطوح آلدوسترون و هماتوکریت (جدول۲ و شکل‌های ۲ و ۳)، تفاوت مشاهده شده در بین دو وضعیّت آب‌زدایی و پایه و همچنین وضعیّت جایگزینی مجدّد مایعات و آب‌زدایی، معنی‌دار بود (P<۰/۰۵).



*: هیچ تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (P<۰/۰۵).

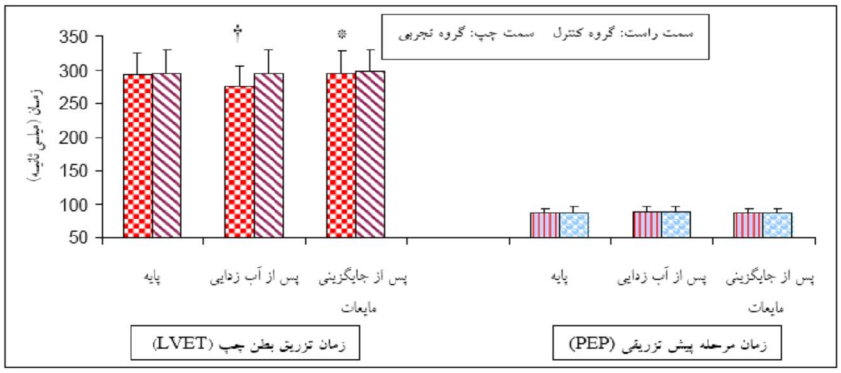
شکل۱. نمودار شاخص‌های توان بی‌هوازی در سه مرحله مورد اندازه‌گیری

جدول۲. مقادیر حجم ضربه‌ای، تواتر قلبی، برونده قلبی، کار قلب چپ، حاصل ضرب دوگانه و سطوح آلدوسترون پلاسما

گروه	کنترل			تجربی		
فاکتور / وضعیّت	پایه	آب‌زدایی	جایگزینی مجدّد مایعات	پایه	آب‌زدایی	جایگزینی مجدّد مایعات
حجم‌ضربه‌ای † (میلی لیتر بر ضربه) *	۹۹/۶۳ ± ۹/۹۰	۹۹/۲۸ ± ۷/۹۶	۱۰۰/۰۵ ± ۱۰/۱۱	۱۰۱/۷۶ ± ۱۳/۰۱	۹۰/۹ ± ۱۳/۳۶	۱۰۲/۲۵ ± ۱۳/۰۷
تواتر قلبی † (تعداد در دقیقه) *	۶۰/۷۲ ±	۶۰/۵۵ ±	۶۰/۶۱ ±	۶۱/۱۱ ±	۶۹ ±	۶۰/۷۲ ±

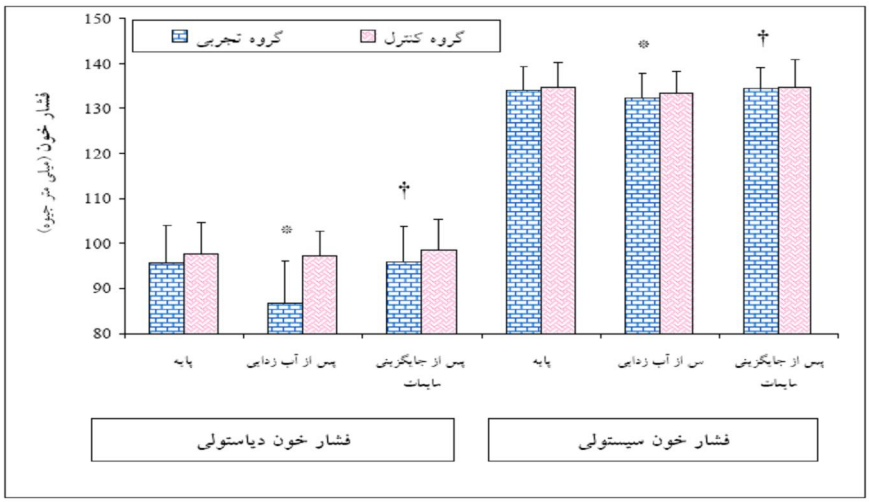
گروه	کنترل			تجربی		
فاکتور / وضعیّت	پایه	آب‌زدایی	جایگزینی مجدّد مایعات	پایه	آب‌زدایی	جایگزینی مجدّد مایعات
	۵/۲۷	۴/۰۴	۴/۹۴	۵/۳۴	۶/۴۸	۴/۹۳
برونده‌قلبی (لیتر در دقیقه)	۶/۰۳ ± ۰/۷۱	۶/۰۱ ± ۰/۶۲	۶/۰۵ ± ۰/۷۱	۶/۲۱ ± ۰/۹۳	۶/۲۸ ± ۱/۱۶	۶/۲ ± ۰/۹۲
کارقلب‌چپ † (ژول) *	۸/۵۱ ± ۱/۰۱	۸/۴۲ ± ۱/۰۰	۸/۵۹ ± ۱/۰۲	۸/۶۳ ± ۱/۳۸	۸/۱۲ ± ۱/۵۸	۸/۶۲ ± ۱/۳۲
حاصل ضرب دوگانه † * (ضربه بر میلی متر جیوه در دقیقه)	۸۱۸۷/۶۶ ± ۹۵۷/۶۷	۸۰۷۸/۳۸ ± ۶۸۴/۸۵	۸۱۷۶/۳۳ ± ۸۴۱/۱۴	۵۵ ۸۲۰۲/ ± ۸۵۹/۴۵	۹۱۳۹/۵۵ ± ۱۰۳۲/۶۹	۸۱۶۴/۴۴ ± ۷۷۲/۰۵
هماتوکریت † * **(درصد)**	۴۵/۵۲ ± ۴/۵۴	۴۵/۴۷ ± ۴/۷۳	۴۶ ± ۴/۴۹	۴۵/۱۶ ± ۳/۶۰	۴۸/۱۱ ± ۴/۴۹	۴۵/۴۴ ± ۳/۵۱
آلدوسترون † * (پیکوگرم در میلی لیتر)	۳۹۶/۸۳ ± ۶۷/۴۷	۳۹۷/۵۵ ± ۷۲/۷۶	۳۹۶/۲۷ ± ۶۸/۸۴	۳۹۲/۶۱ ± ۶۳/۹۴	۹۹۶/۲۲ ± ۱۳۶/۱۳	۳۹۶/۵۵ ± ۶۷/۷۳

† و *: به ترتیب نمایانگر تفاوت معنی‌دار (فقط در گروه تجربی) در وضعیّت آب‌زدایی نسبت به وضعیّت پایه و در وضعیّت جایگزینی مجدّد مایعات، نسبت به وضعیّت آب‌زدایی (P<۰/۰۵).



† و *: **به ترتیب** نمایانگر تفاوت معنی‌دار نسبت به وضعیّت پایه و آب‌زدایی (P<۰/۰۵).

شکل۲. نمودار زمان مرحله پیش تزریقی و تزریق بطن چپ در سه مرحله مورد اندازه‌گیری



† و *: به ترتیب نمایانگر تفاوت معنی‌دار نسبت به وضعیّت پایه و آب‌زدایی (P<۰/۰۵).

شکل۳. نمودار فشار خون سیستولی و دیاستولی در سه مرحله مورد اندازه‌گیری

بحث و بررسی

مهم‌ترین یافته این تحقیق می‌تواند مربوط به عدم تفاوت فاکتورهای عملکرد بی‌هوازی در شرایط مورد بررسی باشد (شکل۱). بنابراین به نظر می‌رسد که فاصلهٔ زمانی ۱۴ تا ۱۶ ساعت در بین وزن کشی رسمی کشتی تا اولین مسابقه، برای بازیافت فاکتورهای عملکردی کافی است و بنابراین این فاصله زمانی نمی‌تواند به طور مناسب، زمینه منع کاهش وزن سریع را فراهم نماید. گزارش شده است که آب‌زدایی غیر فعّال، اثر تضعیف‌کننده‌ای بر اجرای یک تکرار بیشینه در حرکت پرس نیمکت دارد که با ۲ ساعت استراحت و جایگزینی مجدّد مایعات، جبران می‌شود (۳۹). با وجود این که انتظار می‌رود عملکرد افراد در وضعیّت آب‌زدایی تضعیف شود، همهٔ شواهد موجود، افت قدرت بدنی را تأیید نکرده‌اند (۳۶). اگرچه که تا کنون تحقیقات زیادی در مورد اثرات جایگزینی مجدّد مایعات پس از ورزش انجام شده است (۲۱، ۳۱ ـ ۳۴)، تعداد اندکی از آن‌ها به بررسی عملکرد در زمان پس از جایگزینی مایعات پرداخته‌اند (۲۲، ۲۵، ۳۹). به هر حال با توجّه به نتایج این تحقیق تصوّر می‌شود که شاید ایجاد برخی تغییرات در مورد قوانین رسمی فیلا برای جلوگیری هر چه بیشتر از کاهش وزن حاد، ضروری باشد.

در بخش دیگر یافته‌ها، حجم ضربه‌ای (SV) در پاسخ به آب‌زدایی حاد، کاهش یافت. با این حال مقدار طبیعی آن پس از جایگزینی مجدّد مایعات، احیا شد (جدول۲) که با نتایج برخی تحقیقات گذشته همخوانی دارد (۱۳، ۱۸). لازم به ذکر است که همراه با کاهش آب بدن، انتظار کاهش حجم ضربه‌ای وجود دارد (۶). همچنین سطوح پلاسمایی هورمون‌های مختلفی چون آلدوسترون، هورمون رشد، اپی نفرین، نوراپی

نفرین، دوپامین، ANF[1] و استیل کولین نیز می‌توانند بر حجم خون تأثیر داشته باشند (۲۴). در نتیجه به نظر می‌رسد که شاید بر حجم ضربه‌ای هم تأثیرگذار باشند. این نکته، مسلّم است که حجم ضربه‌ای، تابعی از هر دوی قابلیت انقباض پذیری قلب و حجم پایان دیاستولی(EDV) است (۶). در آب‌زدایی، فشار پرشدگی بطنی و حجم پایان دیاستولی به دلیل کاهش حجم پلاسما، کاهش می‌یابد (۶). بنابراین انتظار می‌رود همراه با کاهش حجم پایان دیاستولی، با تضعیف مکانیسم فرانک استارلینگ، حجم ضربه‌ای نیز کاهش یابد. در مورد جایگزینی مجدّد مایعات، گزارش شده است که احیای شرایط هیدراسیون[2] طبیعی، تا حدودی می‌تواند سبب بازگشت حجم ضربه‌ای و تواتر قلبی (HR) به شرایط طبیعی شود؛ امّا جبران کامل این کاهش‌ها، نیازمند سپری شدن چندین شبانه روز می باشد (۱۷). متأسّفانه در این زمینه، شواهد محدودی موجود است، با اینحال به نظر می‌رسد که شاید به دلیل این که کشتی‌گیران کاهش وزن سریع بدن را بارها تجربه می‌کنند (۵)، احتمالا نوعی سازگاری در آن‌ها ایجاد می‌شود که به کاهش شدّت عوارض ناشی از آب‌زدایی و کاهش زمان احیای مقادیر طبیعی، می‌انجامد؛ ولی چون تاکنون اندازه‌گیری مستقیمی به عمل نیامده است، باید که در تفسیر این نتایج احتیاط شود.

در بخش دیگر نتایج، زمان مرحلهٔ پیش تزریقی قلب، هیچ تغییری در پاسخ به آب‌زدایی حاد و یا جایگزینی مجدّد مایعات نداشت (شکل۲). این فاصله زمانی مربوط به شروع شدن تحریک الکتریکی در بطن‌ها تا باز شدن دریچه آئورت (سیستول الکتریکی) است و با ضربان قلب، پیش‌بار و انقباض‌پذیری قلب در ارتباط است (۱۶). در این راستا به نظر نمی‌رسد که به جز در حالات پاتولوژیکی چون بیماری‌های انسدادی قلب، قابلیت انقباض‌پذیری قلب در پاسخ به آب‌زدایی دچار نوسان قابل ملاحظه‌ای شود (۶). با این حال متأسّفانه تاکنون تحقیق مستقیمی در این زمینه انجام نشده است و به دلیل کمبود اطّلاعات، همچنان تحقیقات بیشتری در این زمینه باقی است. با این حال پیشنهاد می‌شود که شاید در تحقیقات آینده، بررسی آب‌زدایی حاد در نمونه‌های حیوانی، اطّلاعات روشن‌تری در این زمینه فراهم کند.

در بخش دیگری از یافته‌ها، زمان تزریق بطن چپ (LCET)، در پاسخ به آب‌زدایی حاد افزایش یافت؛ ولی در اثر جایگزینی مجدّد مایعات به سطوح طبیعی خود بازگشت (شکل۲). زمان تزریق بطن چپ به فاصلهٔ زمانی بین باز تا بسته شدن دریچه آئورت (سیستول مکانیکی) اطلاق می‌شود (۶) و در ارتباط با تواتر قلبی، پیش بار و انقباض‌پذیری قلب است (۱۶). در این تحقیق، زمان مرحلهٔ پیش تزریقی قلب (سیستول الکتریکی) تغییر نیافت. بنابراین انتظار وجود داشت که در زمان تزریق بطن چپ نیز تغییری حاصل نشود. با این حال به نظر می‌رسد که به دلیل افزایش تواتر قلبی با کاسته شدن از فاصلهٔ استراحت (به بیان دیگر کاهش بیشتر در زمان دیاستول تا سیستول)، زمان تزریق بطن چپ تغییر کرده است؛ ولی چون در این زمینه، شواهد مستقیمی وجود ندارد، باید که با احتیاط بیشتری نگریسته شود. در این مورد نیز به نظر می‌رسد که شاید استفاده از سایر روشهای ارزیابی عملکرد قلبی مثل اکوکاردیوگرافی، بتواند کمک‌کننده باشد.

1. Atrial natriutic peptide
2. Euhydration

در بخش دیگر، برونده قلبی (Q) در پاسخ به آب‌زدایی حاد تغییر نکرد، در حالی که حجم ضربه‌ای کاهش و تواتر قلبی افزایش یافته بود (جدول۲). این امر می‌تواند حاکی از سوق قلبی ـ عروقی[1] باشد (۶)، گزارش شده است که در حین آب‌زدایی در شرایط گرما، افزایش دمای مرکزی بدن، باعث افزایش تواتر قلبی و کاهش حجم ضربه‌ای می‌شود، در حالی که جریان خون پوستی، حجم ضربه‌ای و برونده قلبی ثابت می‌ماند (۱۸، ۱۹، ۳۵). در این راستا، نشان داده شده است که جهت اجتناب از کاهش حجم ضربه‌ای و برونده قلبی در حین ورزش، جایگزینی تقریباً ٪ ۸۰ از مایعات بدن ضروری است. (۳۰). بنابراین از این نظر، یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات گذشته همخوانی دارد. در تحقیقات قبلی نیز اشاره شده است که در گرما به دلیل اتساع عروق پوستی و سوق قلبی عروقی، حجم جریان خون مرکزی کاهش می‌یابد (۳۱). بنابراین به نظر می‌رسد که دلیل افزایش غیر معنی‌دار مشاهده شده در برونده قلب، شاید در درجهٔ اوّل مربوط به کاهش حجم پلاسما و در درجهٔ دوم مربوط به گسیل مقادیر بیشتر خون به سمت پوست و بافت‌های سطحی باشد که سبب کاهش بیشتر حجم ضربه‌ای و در نتیجه افزایش ویسکوزیته خون و نیز مقاومت عروق محیطی می‌شود. همچنین افزایش هزینهٔ اکسیژن میوکارد و کار قلب و نیز افزایش سطوح پلاسمایی هورمون‌های استرس، ناشی از آب‌زدایی و افزایش تشنگی، نیز ممکن است در این کار دخیل باشند (۱).

در بخش دیگری از نتایج، کار قلب در اثرآب‌زدایی حاد کاهش یافت (جدول۲)، لازم به ذکر است که برونده‌قلبی به هنگام آب‌زدایی، افزایش غیر معنی‌داری داشت که با کاهش حجم ضربه‌ای و افزایش تواتر قلبی همراه بود. انتظار می رود که با افزایش تواتر قلبی، هزینه اکسیژن میوکارد و در نتیجه کار قلب افزایش یابد. به هنگام آب‌زدایی، مقاومت سیستم عروقی افزایش می‌یابد (کویل و همکاران۱۹۹۸) که با افزایش پس بار، سبب افزایش کار قلب خواهد شد؛ امّا نتایج تحقیق حاضر نشان داد که کار قلب با وجود افزایش معنی‌دار تواتر قلبی کاهش یافت. کار قلب از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$LCW= (MAP _ PAOP). (Q\cdot/\cdot۱۴۴)$$

در این فرمول LCW نمایانگر کار قلب چپ، MAP نمایانگر فشار میانگین سرخرگی، PAOP نمایانگر فشار جفت شده شریان ریوی و Q نمایانگر برونده‌قلبی است. فشار جفت‌شدهٔ شریان ریوی معمولاً به جز در شرایط پاتولوژیک ثابت می‌ماند و مقادیر آن در حدود ۱۲ میلی متر جیوه است که بیشتر نشانگر پیش بار است و به حجم پایان دیاستولی و بازگشت وریدی بستگی دارد. در آب‌زدایی، همراه با کاهش حجم پلاسما، فشار جفت‌شده شریان ریوی نیز کاهش می‌یابد؛ ولی در هر حال، نتیجه این کاهش به موزات تغییرات فشار میانگین سرخرگی است (۲۹). بنابراین تصور می‌شود که اصلی‌ترین عامل تأثیرگذار بر کار قلب، برونده‌قلبی باشد. به بیان دیگر هرچه برونده‌قلبی بیشتر باشد، قلب کار بیشتری انجام می‌دهد. در این تحقیق، با توجّه به کاهش فشار متوسّط شریانی، کاهش کار قلب منطقی به نظر می‌رسد. متأسّفانه در این زمینه نیز تحقیقات مشابهی وجود ندارد. بدین ترتیب به نظر می‌رسد که شاید کاهش کار قلب در شرایط آب‌زدایی،

1. Cardiovascular drift

بازتابی از افت فشار خون سیستولی و دیاستولی باشد که با جایگزینی مجدّد مایعات احیا شدند و بنابراین کار قلب نیز به سطوح طبیعی بازگشت.

در بخش دیگری از یافته‌ها، حاصل ضرب دوگانه (RPP)[1] در اثر آب‌زدایی حاد افزایش یافت، بااینحال به دنبال جایگزینی مجدّد مایعات، مقادیر آن احیا شد (جدول۲). مصرف اکسیژن میوکارد از طریق کنش متقابل بین چندین عامل مکانیکی تعیین می‌شود که مهم‌ترین آن‌ها شامل سرعت گسترش تنش میوکارد (انقباض پذیری) و تواتر قلبی هستند. بنابراین با افزایش هریک از این عوامل، نیازهای خونی میوکارد افزایش می‌یابد. یکی از روش‌های برآورد بار کار میوکارد و در نتیجه، هزینهٔ اکسیژن آن، محاسبه حاصل ضرب تواتر قلبی و اوج فشار خون سیستولی است که در اصطلاح ضرب مضاعف و یا دوگانه نامیده می‌شود که ارتباط زیادی با اکسیزن مصرفی میوکارد و جریان خون کرونری افراد سالم در دامنه وسیعی از شدّت‌های تمرینی دارد (۲۸). به نظر می‌رسد که افزایش حاصل ضرب دوگانه در اثر آب‌زدایی حاد و بازگشت آن به سطوح طبیعی خود در اثر جایگزینی مجدّد مایعات، بازتابی از افزایش مشاهده شده در تواتر قلبی است که با وجود کاهش فشار خون سیستولی، بازهم منجر به افزایش حاصل ضرب دوگانه شده است. از آنجا که معمولا در افراد سالم، فشار خون در یک محدودهٔ ایمن تنظیم می‌شود و نوسان چندان زیادی ندارد (گایتون۲۰۰۶)، بنابراین به نظر می‌رسد که در حالات غیرپاتولوژیک، نقش تواتر قلبی در تعیین هزینه اکسیزن میوکارد پررنگ تر باشد. این نکته می‌تواند تاییدی بر نقش سازگاری‌های حاصل از تمرین در کاهش تواتر قلبی استراحتی در افزایش سلامتی و کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی باشد.

در بخش دیگری از نتایج، سطوح هماتوکریت در اثر آب‌زدایی حاد افزایش یافت؛ ولی با جایگزینی مجدّد مایعات به مقادیر طبیعی خود بازگشت (جدول۲). با توجّه به اینکه عرق نسبت به پلاسما هیپوتونیک است (۴۰) بنابراین یک علت افزایش هماتوکریت، می‌تواند مربوط به خروج پلاسما از خون به سمت بافت‌های محیطی باشد که با نتایج تحقیقات گذشته (۲۷) همخوانی دارد.

سطوح آلدوسترون خون نیز در پاسخ به آب‌زدایی حاد افزایش یافت و در اثر جایگزینی مجدّد مایعات، احیا شد (جدول۲). . به خوبی روشن است که آلدوسترون سبب تنظیم دفع سدیم در لوله خمیده دور کلیه‌ها می‌شود (۹، ۱۴، ۴۱). تعریق شدید و بدون هیدراسیون، می‌تواند منجر به افزایش سطوح آلدوسترون پلاسما شود. با این حال در در زمان جایگزینی مجدّد مایعات، این پاسخ‌ها ضعیف‌تر است (۴۰). در زمان جایگزینی مجدّد مایعات در اثر بازخورد منفی حاصل از اصلاح وضعیّت، سطوح آلدوسترون به مقادیر طبیعی خود احیا می‌شود (۲۷). .

فشار خون دیاستولی نیز در پاسخ به آب‌زدایی حاد، کاهش یافت (شکل۳). متأسّفانه تعداد تحقیقات انجام شده در زمینهٔ تأثیر آب‌زدایی بر فشار خون ورزشکاران در شرایط استراحتی محدود می باشد و اکثر تحقیقات اثر داروها و یا الگوهای تمرینی مختلف را بر فشار خون بررسی کرده‌اند. کاهش فشار خون دیاستولی در شرایط آب‌زدایی طبیعی به نظر می‌رسد (۱، ۱۹). بااینحال، گزارش شده است که آب‌زدایی به

1. rate pressure product

تنهایی سبب کاهش فشار خون دیلستولی نمی‌شود و تغییرات فشار خون دیاستولی، به تغییرات مقاومت عروق محیطی و حجم پلاسما مربوط می باشد (۱۷). فشار خون دیاستولی، تابعی از مقاومت محیطی (TPR) و حجم پایان دیاستولی است. گاهی اوقات قلب می‌تواند با افزایش حجم پایان دیاستولی، برونده‌قلبی را افزایش دهد. البتّه تا زمانی که حجم بطن در زمان پر شدن به بالای ۱۵۰ میلی لیتر نرسد، فشار دیاستولی افزایش چندانی نمی‌یابد، زیرا معمولا در حجم‌های بالای ۱۵۰ میلی لیتر، بافت فیبری قلب به حدّ اکثر میزان کشیدگی می‌رسد (۶). انتظار وجود دارد که با کاهش حجم پلاسما، مقاومت محیطی نیز افزایش یابد. بنابراین تصور می‌شود که در تحقیق حاضر، کاهش حجم پایان دیاستولی، سبب کاهش فشار خون دیاستولی شده است. از سوی دیگر، افزایش مقاومت محیطی می‌تواند سبب افزایش فشار خون دیاستولی شود، ولی در هر حال تعامل این دو عامل به کاهش فشار خون دیاستولی منجر شده است.

یافته دیگر این تحقیق، نشان داد که فشار خون سیستولی در شرایط آب‌زدایی حاد کاهش یافت (شکل۳). متأسّفانه تحقیقات مستقیم اندکی در این زمینه انجام شده است (۱، ۲۰). فشار خون سیستولی تحت تأثیر پس بار و میزان انقباض‌پذیری قلب می باشد. میزان انقباض‌پذیری قلب، می‌تواند با دو عامل عملکرد دستگاه اتونوم و حجم پایان دیاستولی، افزایش یابد (۶). به نظر می‌رسد که تعامل هر دوی افزایش احتمالی پس بار و کاهش انقباض‌پذیری میوکارد در اثر آب‌زدایی (۱)، منجر به کاهش فشار سیستولی شده است.

نتایج کلی نشان داد شاخص‌های عملکرد قلب می‌تواند در پاسخ به آب‌زدایی حاد، تغییر کند؛ ولی فاکتورهای عملکرد بی‌هوازی، بدون تغییر می‌مانند. همچنین، در اثر جایگزینی مجدّد مایعات در فاصله بین وزن کشی تا اوّلین مسابقهٔ کشتی (۱۴ الی ۱۶ ساعت)، تمام تغییرات به وجود آمده در عملکرد قلب، اصلاح می‌شوند. این امر می‌تواند حاکی از کفایت این فاصلهٔ زمانی برای انجام بازیافت باشد. بنابراین ممکن است که وضعیّت موجود به دلیل عدم فراهم‌سازی زمینهٔ منع ورزشکاران از اقدام به کاهش وزن سریع برای ورزشکاران رشته‌های وزنی و به ویژه کشتی، مطلوب نباشد. بدین ترتیب پیشنهاد می‌شود که تغییراتی در مورد قوانین فیلا در رابطه با زمان وزن کشی تا شروع اوّلین مسابقه به عمل آید. با این حال چون شواهد مشابهی وجود ندارد، به نظر می‌رسد که باید تحقیقات جامع‌تری صورت گیرد.

منابع

۱. آزالی علمداری، کریم. رضوی. محمّدرضا، کردی. محمّدرضا، چوبینه. سیروس (۱۳۸۷). اثرات آب‌زدایی بر شاخص‌های عملکرد قلب. پژوهش‌نامهٔ علوم ورزشی. شماره هفتم. ۸۸ ـ ۷۷.

۲. شاهوردیان روبن (مترجم). تغذیه کامل ورزشی. نشر علم و حرکت، تهران، چاپ سوم ۱۳۸۱ صص، ۱۴۰ ـ ۱۱۲

۳. گودرزی محمود. تغذیه و کاهش وزن در ورزشکاران. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اوّل۱۳۸۲، صص ۳۲ ـ ۷

۴ . معینی. ضیاء، رحمانی‌نیا. فرهاد، رجبی. حمید، آقا علی نژاد. حمید، سلامی. فاطمه، (مترجمین) فیزیولوژی ورزش و فعّالیّت بدنی. انتشارات مبتکران. تهران ۱۳۷۸. صص ۱۵۳ ـ ۱۴۰

۵ . ملکی جواد. تغذیه نوین برای ورزشکاران. چاپ شعاع، تهران، ۱۳۸۱، صص، ۵۳ ـ ۱۴

۶ . نیاورانی، احمدرضا (مترجم). فیزیولوژی پزشکی، انتشارات تیمورزاده، نشر طبیب، تهران، چاپ اوّل. ۱۳۸۵، ص ص ۱۲۱۴ ـ ۱۲۰۲

۷. علیاری، فرشید (مترجم). کتاب مرجع هماتولوژی. انتشارات نور دانش. تهران. ویرایش بیستم. ۱۳۸۲، صص ۷۴۱ ـ ۷۳۵.

8. Azali Alamdari. Karim, Kordi. Mohammadreza, Choobineh. Siroosce, Abbasi. Asghar (2007). Acute effects of two energy drinks on anaerobic power and blood lactate levels in male athletes. Facta universitatis. Series: Physical Education and Sport 5 (2): 153 ـ 162

9. Bhargava, A. , Fullerton, M. J. , Myles, K. (2001) The serum ـ and glucocorticoid ـ induced kinase is a physiological mediator of aldosterone action. Endocrinology 142, 1587 ـ 1594

10. Bob Murray (2007). Hydration and Physical Performance. Journal of the American College of Nutrition 26: 5, 542S ـ 548S

11. Cheuvront, samuel n. ; carter, robert iii; haymes, emily m. ; sawka, michael n (2006). No effect of moderate hypohydration or hyperthermia on anaerobic exercise performance. Medicine & science in sports & exercise 38; 6 1093 ـ 1097

12. Christelle Peyreigne, Didier Bouix, Christine Fe - dou and Jacques Mercier, (2001). " Effect of hydration on exercise - induced growth Hormone response". European Journal of Endocrinology 145: 445 - 450

13. Coyl EF (1998). Cardiovascular drift during prolonged exercise and the effect of the hydration. Int J sports Med 19 suppl 2 121 ـ 4

14. Fejes ـ Toth, G. , Pearce, D. and Naray ـ Fejes ـ Toth, A.) 1998) Subcellular localization of mineralocorticoid receptors in living cells: effects of receptor agonists and antagonists. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 95, 2973 ـ 2978

15 . Fogelholm GM. (1994). Effects of Body weight Reduction on Sports Performance. Sports Medicine, 18 (4), 249 ـ 267.

16.Gerard Cybulski (2005). Dynamic Impedance Cardiography: the system and its applicationsPol J Med Phys Eng 11 (3):127 ـ 209.

17.Gonzalez, Alonso j, mora, Rodriguez R, coyl EF (1995). Dehydration reduces cardiac out put and increases systemic and cutaneous vascular resistance during exercise. J Appl physiol. 79 (5):1487 ـ 96.

18. Gonzalez, Alonso j, mora, Rodriguez R, coyl EF (2000).Stroke volume during exercise: interaction of environment and hydration.Am J physiol heart circ physiol. 278 (2): H 321 ـ 30.
19. Gonzalez, Alonso J. Mora, Rodriguez R. Below, coyl EF (1997). Dehydration markedly impairs cardiovascular function in hyperthermic endurance athletes during exercise. Journal of applied physiology vol, 82, no. 4. pp. 1229 ـ 1236
20. Gonzalez ـ Alonso J, Calbet J & Nielsen B (1998). Muscle blood flow is reduced with dehydration during prolonged exercise in humans. J. Physiol. 513, 895 ـ 905
21. Heaps CL, Gonzalez ـ Alonso J, coyl F (1994). Hypohydration causes cardiovascular drift without reducing blood volume.Int J sports MED. 15 (2):74 ـ 9.
22. Horswill CA, Scott JR, Dick RW, Hayes J (1994). Influence of rapid weight gain after the weigh ـ in on success in collegiate wrestlers. Med Sci Sports Exerc. 26: 1290 ـ 1294.
23. J. B. Mitchell, M. D. Phillips, S. P. Mercer, H. L. Baylies, and F. X. Pizza (2000). Postexercise rehydration: effect of Na+ and volume on restoration of fluid spaces and cardiovascular function. J Appl Physiol 89, 4: 1302 ـ 1309
24. Jens Moller (2003). Effects of growth hormone on fluid homeostasis. Clinical and experimental aspects. Growth Hormone & IGF Research 13: 55 ـ 74
25. Judelson, daniel a. ; maresh, carl m. ; farrell, mark j. ; yamamoto, linda m. ; armstrong, lawrence e. ; kraemer, william j. ; volek, jeff s. ; spiering, barry a. ; casa, douglas j. ; anderson, jeffrey m (2007). Effect of hydration state on strength, power, and resistance exercise performance. Medicine & science in sports & exercise: 39; 10 1817 ـ 1824
26. Justin A. Kraft, james m. green, phillip a. bishop, mark richardson, yasmin h. neggers and james. leeper (2010). Impact of dehydration on a full body resistance exercise protocol..European Journal of Applied Physiology 11: 1 ـ 9,
27. Kenefick, Robert W. , Carl M. Maresh, Lawrence E. Armstrong, John W. Castellani, Deborah Riebe, Marcos E. Echegaray, and Stavros A. Kavorous (2000). Plasma vasopressin and aldosterone responses to oral and intravenous saline rehydration. J Appl Physiol 89: 2117 ـ 2122.
28. McArdle WD, Katch FI, Katch VL (2000). Essential of Exercise Physiology. 2nd ed. Philadelphia, Pa: Lea & Febiger.
29. Michael L. Cheatham (2002). Hemodynamic Calculations, Surgical Intensive Care Units Orlando Regional Medical Center Orlando, Floida, surgicalcriticalcare. net.
30. Montain S. J, and E. F. Coyle (1992) Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. J. Appl. Physiol. 73: 1340 ـ 1350.
31. Montain, S. J, and E. F (1992). Coyle. Fluid ingestion during exercise increases skin blood flow independent of blood volume. J. Appl. Physiol. 73: 903 ـ 910..

32.R Twerenbold, B Knechtle, T H Kakebeeke, P Eser, G Müller, P von Arx, H Knecht (2003). Effects of different sodium concentrations in replacement fluids during prolonged exercise in women. British Journal of Sports Medicine 37:300 ـ 303.

33.R. J. Maughan, J. B. Leiper and S. M. Shirreffs (1996). Restoration of fluid balance after exercise ـ induced dehydration: effects of food and fluid intake. European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology. 73 3 ـ 4: 317 ـ 325.

34.R. J. Maughan, J. H. Owen, S. M. Shirreffs and J. B. Leiper (1994) Post ـ exercise rehydration in man: effects of electrolyte addition to ingested fluids. European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology 69 3: 209 ـ 215.

35.Ricardo G. Fritzsche, Thomas W. Switzer, Bradley J. Hodgkinson and Edward F. Coyle (1999). Stroke volume decline during prolonged exercise is influenced by the increase in heart rate, J Appl Physiol 86:799 ـ 805

36.RJ Maughan (2003). Impact of mild dehydration on wellness and on exercise performance, European Journal of Clinical Nutrition 57, Suppl 2, S19 ـ S23.

37.S. N. Cheuvront, R. Carter 3rd, M. N. Sawka (2003). Fluid balance and endurance exercise performance, Curr. Sports Med. Rep. 2 202 ـ 208.

38.sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld NS (2007). American College of Sports Medicine: Exercise and fluid replacement. Med Sci Sports Exerc 39:377 ـ 390.

39.Schoffstall, james e. ; branch, j. David; leutholtz, brian c. ; swain, david p (2001). Effects of dehydration and rehydration on the one ـ repetition maximum bench press of weight ـ trained males. The journal of strength & conditioning research 15 1 102 ـ 108.

40.Tietz (2006). Text book of clinical biochemistry 11th edition, Boca Raton: CRC Press, 1129 ـ 1143.

41.Trapp, T. and Holsboer, F. (1995) Ligand ـ induced conformational changes in the mineralocorticoid receptor analyzed by protease mapping. Biochem. Biophys. Res. Commun. 215, 286 ـ 291.