The Effects of One Session of Intense Resistance Training on Plasma Volume and Albumin in Active Girls

Shadmehr Mirdar[1]*, Tahereh Bayani [2], Ahmad Roohi[3], Akram Esfahani nia[4]

[1] Full Professor of Exercise Physiology, Dep. of Exercise physiology, Faculty of Physical education and sport Sciences (Ph. D), University of Mazandaran, Babolsar, Iran.

[2] Dep. of Exercise physiology, Faculty of Physical education and sport Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran.

[3] Physical Education and Sport Science (BSc), University of Guilan, Rasht, Iran.

[4] Department of Physical Education and Sports Sciences, Aliabad Katoul Branch, Islamic Azad University, Aliabad Katoul, Iran.

Received: 09 April 2023; Accepted: 24 June 2023

Abstract

Purpose: The aim of this study was to describe the plasma volume and albumin (Al) after intensive resistance exercise in active girls.

Methods: 16 healthy girls subjects volunteered to participate in this study. They divided in 2 groups experimental and control. The experimental group drank 15 ml/ kg body wt at before night and at the morning of the experimental days, but the control group did not drink water. They completed three sets of 5 - 7 repetitions of six exercises at an intensity corresponding to 70-80% one repetition maximum (1RM). Venous blood samples were obtained before exercise, immediately after exercise and 24h of recovery. For statistical analysis, one-way analysis of variance with repeated values was used, and independent t-test with confidence level (P<0.05) was used to compare two groups.

Results: Al increase significantly following resistance exercise in control group (p< 0/05).Plasma volume decreased in both groups , but in control group was significant (p < 0/05) after 24h of recovery, plasma volume did not show significant changes (p > 0/05) but Al increase significantly in experimental group (p < 0/05) .

Conclusions: Reduction of plasma volume in intense resistance training does not occur if athletes receive enough water. Also, 24 hours is considered a suitable time for recovery and compensation of plasma volume. There was no significant relationship between albumin and plasma volume in the recovery period.

Keywords: Intensive Resistance Exercise, Albumin, Plasma Volume, Active Girl.

20.1001.1.27834603.1402.3.1.9.4

* **Corresponding author:** Full Professor of Exercise Physiology.

Email: Sh.mirdar@umz.ac.ir. **Tel:** 09113120639

تاثیر یک جلسه تمرین مقاومتی شدید بر حجم و آلبومین پلاسما در دختران فعال

شادمهر میردارهریجانی[1*]، طاهره بیانی[2]، احمد روحی[3]، اکرم اصفهانی نیا[4]

[1] استاد فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.

[2] کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.

[3] کارشناس تربیت بدنی و علوم ورزشی ،دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

[4] گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد علی آباد کتول،دانشگاه آزاد اسلامی، علی آباد کتول، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۰۳

چکیده

مقدمه: هدف پژوهش حاضرتعیین تاثیر یک جلسه تمرین مقاومتی شدید بر حجم و آلبومین پلاسمای دختران فعال بود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش ۱۶دختر داوطلب سالم فعال شرکت کردند. به صورت تصادفی به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند. گروه تجربی شب قبل از آزمایش، ساعت۷- ۸ صبح روزهای آزمایش ۱۵ میلی لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، آب نوشیدند. آزمودنی‌ها ساعت ۹:۴۵ صبح پس از اخذ اولین نمونه خونی،۶ تمرین قدرتی با شدت ۷۰ ٪ – ۸۰ ٪ (RM 1) در ۳ دوره ۵ تا ۷ تکرار انجام دادند. نمونه‌گیری خونی، قبل، بلافاصله و ۲۴ ساعت بعد تمرین انجام شد. برای تجزیه و تحلیل آماری از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه با مقادیر تکراری، برای مقایسه دو گروه از آزمون t مستقل با سطح اطمینان (P<۰/۰۵) استفاده شد.

یافته‌ها: پس از تمرین درگروه کنترل، حجم پلاسما کاهش و آلبومین افزایش یافت(P <۰/۰۵). نتایج همچنین حاکی از تفاوت میانگین حجم پلاسما (p<۰/۰۵) و عدم تفاوت آلبومین پلاسمای (P >۰/۰۵) دو گروه قبل و بعد از تمرین بود. تغییرات حجم پلاسما در ۲۴ساعت بعد تمرین در دو گروه معنی دار نبود(p>۰/۰۵)، اما میزان آلبومین درگروه تجربی افزایش یافت(P<۰/۰۵). بین تغییرات حجم پلاسما و آلبومین پلاسما همبستگی قابل ملاحظه‌ای مشاهده نشد(p> ۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: کاهش حجم پلاسما در پی تمرینات مقاومتی شدید درصورت دریافت آب کافی توسط ورزشکاران رخ نمی‌دهد. همچنین مدت ۲۴ ساعت زمان مناسبی برای بازیافت و جبران حجم پلاسما محسوب می‌شود. ارتباط معنی‌داری بین آلبومین و حجم پلاسما در دوره بازیافت مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: حجم پلاسما، آلبومین، تمرینات مقاومتی شدید، دختران فعال.

20.1001.1.27834603.1402.3.1.9.4

[*] **نویسنده مسئول:** استاد تمام فیزیولوژی ورزشی دانشگاه مازندران.

ایمیل: Sh.mirdar@umz.ac.ir **تلفن همراه:** ۰۹۱۱۳۱۲۰۶۳۹

مقدمه

اجرای ورزشی مطلوب به عملکرد مناسب اندام‌ها و بافت‌های مختلف بدن از جمله خون وابسته است، از سوی دیگر فعالیت‌های ورزشی تاثیر انکار ناپذیری بر خون و ترکیبات خونی دارند (۱، ۲). مطالعات نشان می دهد حجم خون افراد با توجه به الگو، نوع و شدت تمرین تغییر می‌کند که افزایش یا کاهش آن عمدتاً ناشی از افزایش یا کاهش حجم پلاسما است(۱، ۲، ۳) .

کاهش حجم پلاسما در آب و هوای گرم هنگام انجام فعالیت های ورزشی و تمرینی موجب افزایش گران‌روی پلاسما و هماتوکریت و در نتیجه افزایش غلظت خون [در اثر انتقال مایعات از خون به فضای بین سلولی] شده و ممکن است تحویل اکسیژن و توانایی بافت دچار اختلالات جدی شود. بنابراین افزایش حجم پلاسما با افزایش ذخایر آب بدن ارتباط دارد و به جبران کم آبی کمک می کند(۳،۴). بلومر و همکاران (۲۰۱۳) کاهش معنی‌دارحجم پلاسما را بلافاصله پس از تمرینات شدید به ویژه دوی سرعت با شدت زیاد گزارش کردند(۵). اگورا و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که حجم خون مویرگی ۳ و ۶ ساعت پس از تمرین کاهش یافت، اما در ۲۴ساعت بعد دوباره افزایش یافت(۲). والر و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند که مصرف آب به همراه مکمل الکترولیت متعادل به حفظ تعادل مایع و یون کل بدن کمک می‌کند و به عملکرد بهتر ماهیچه‌ها در طی تمرینات طولانی و تعریق، کمک می کند(۶).

پالکا و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی تاثیر نوشیدن آب و مایعات در تمرین استقامتی ۱۲۰ دقیقه‌ای دوچرخه با شدت ۱۱۰ وات در محیط با دمای ۳۲ درجه سانتی گراد پرداختند و نشان دادند که نوشیدن آب امکان حفظ بهتر تعادل آب-الکترولیت را در طول فعالیت بدنی در یک محیط با دمای بالا فراهم می‌کند و مصرف نوشیدنی ایزوتونیک تأثیر بیشتری بر هیدراته کردن فضاهای خارج سلولی با کمترین تغییرات در شاخص‌های هماتولوژیکی دارد.حجم پلاسما بعد از تمرین در گروه بدون آب دهی کاهش بیشتری داشت(۷). اما در استوارت و همکاران (۲۰۰۳) در مطالعه ای نتیجه گرفتند که تمرین پیش رونده بر روی دوچرخه تا حد واماندگی به مدت ۵-۱۰ یا ۱۵دقیقه تأثیری بر حجم پلاسما ندارد(۸).

۲۲زن سالم که به صورت تفریحی دو و میدانی کار می کردند در مطالعه آینده نگر گولد و همکاران (۲۰۲۱) برای ارزیابی جریان خون (جفت در طی تمرین مقاومتی شرکت کردند. حداکثر ۱ تکرار (۱RM، تا ۵۰ پوند) از طریق پرس سینه اصلاح شده به عنوان تمرین مقاومتی تعیین شد. نتایج نشان داد که تمرین مقاومتی تا ۱RM ۵۰ پوند (تقریبا ۲۳ کیلوگرم) منجر به کاهش معنی دار جریان خون جفت از حالت استراحت در جمعیت مورد مطالعه نشد. همچنین بیان شد که حجم پلاسما با این شدت تمرین تغییر قابل توجهی ندارد(۹).

رومئو و همکاران(۲۰۱۷) ذکر کردند که تنظیمات همودینامیک که در طول ریکاوری پس از تمرینات هوازی و مقاومتی رخ می دهد، توسط مکانیسم های بسیار هماهنگ و کنترل شده هدایت می شود. با این حال، اگر کنترل نشود، این تنظیمات می تواند به بی ثباتی قلبی عروقی منجر شود. روش‌های تمرینی درآینده احتمالاً شامل روش‌های تمرینی خواهد بود که از فرآیندهای

موجود در سیستم قلبی عروقی پس از ورزش بهره می‌برد و ممکن است دریچه‌ای برای بازیابی و آمادگی برای استرس تمرینی فراهم کند (۱۰).

از سوی دیگر برخی از محققان با توجه به نقش تعیین کننده آلبومین در حفظ فشار اسمزی خون، تغییرات حجم پلاسما و آلبومین پلاسما را با هم مورد ارزیابی قرار دادند. مطالعات انجام شده در این زمینه مبین این است که هر یک گرم آلبومین با ۱۸ میلی لیتر آب پیوند برقرار می کند و به این ترتیب موجب افزایش حجم خون می‌شود (۱۱).

احمد ی زاد و همکارانش (۲۰۰۵) پس از یک جلسه تمرین قدرتی به مدت ۵۵ دقیقه و با شدت ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه نتیجه گرفتند که حجم پلاسما کاهش معنی دار و فیبرینوژن، آلبومین،کل پروتئین پلاسما افزایش معنی دار پیدا می‌کند که تمام این تغییرات موقت و ناپایدارهستند (۱۲).

میلر و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهش خود شان دادند که آلبومین پلاسما پس از ورزش افزایش می یابد. تغییرات حجم پلاسما در طی تمرینات ورزشی با تغییرات آلبومین پلاسما مرتبط است . همچنین کم آبی موجب کاهش حجم پلاسما می شود. (13).

وادا و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که یکی از عوامل تعدیل کننده میزان آلبومین پلاسما تمرینات ورزشی است و تمرین ورزشی بر وضعیت آلبومین در گردش تاثیر می گذارد و این مساله نیازمند تحقیقات بیشتر است (۱۴). اسپاندیس و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی اکسیداسیون آلبومین سرم انسانی به علت استرس اکسیداتیو پس از رقابت‌های فوق ماراتن پرداختند. این مطالعه برای اولین بار نشان داد که در برخی از ورزشکاران، آلبومین پلاسما به جای اکسیده شدن پس از ورزش کاهش یافته است که آن را به تفاوت‌های فردی نسبت دادند(۱۵).

اطلاعات موجود در مورد حجم پلاسما و آلبومین و تاثیر ورزش و فعالیت بدنی بر آن، بیشتر بر تمرینات استقامتی متمرکز شدند و اطلاعات محدودی در مورد تمرینات قدرتی وجود دارد. باتوجه به اینکه درسال های اخیر تمرینات قدرتی و با وزنه به طور وسیع و گسترده ای توسط ورزشکاران و افراد جامعه برای بهبود آمادگی جسمانی، اجرای استقامتی، افزایش قدرت و حجم عضلانی و پیشگیری از آسیب مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۲،۱۶)، بنابراین شناخت پاسخ های فیزیو لوژیکی و بیوشیمیایی بدن نسبت به تمرینات قدرتی و یافتن راه‌های بازگشت به حالت اولیه سریع‌تر به ویژه در مورد زنان از اهمیت قابل ملاحظه ای برخوردار است با توجه به موارد مذکور هدف پژوهش حاضر تعیین تاثیر یک جلسه تمرین مقاومتی شدید بر حجم پلاسما و آلبومین پلاسمای دختران فعال و اینکه آیا نوشیدن آب بر این فاکتورها تاثیری دارد، بود.

روش پژوهش

نمونه آماری پژوهش حاضر را ۱۶ نفر از دختران فعال در رشته های مختلف ورزشی شهرستان نور تشکیل می‌دادند. آزمودنی‌ها با استفاده از یک پرسش‌نامه طوری انتخاب شدند که سالم، در دامنه سنی ۱۸ - ۲۴ سال و همچنین دارای حداقل ۳ سال

سابقه ورزشی، ۲ جلسه تمرین در هفته و یک جلسه در ماه تمرین با وزنه بودند. سپس به صورت تصادفی به دو گروه آب دهی و بدون آب دهی تقسیم شدند.

روش اجرای پژوهش

قبل از آزمایش دو جلسه جهت آشنایی آزمودنی‌ها با محیط آزمایش و روش اجرای صحیح تمرینات در نظر گرفته شد. ۲ روز قبل از آزمایش نیز یک تکرار بیشینه آزمودنی‌ها با استفاده از فرمول زیر تعیین شد.

$$\text{حداکثر وزنه (1RM)} = \frac{\text{مقدار وزنه انتخابی}}{1 - (\text{تعداد تکرار} \times ۰/۰۲)}$$

آزمایش در۲ روز انجام شد. روز اول برنامه تمرینی اجرا شد و قبل و بلافاصله بعد از تمرین نمونه خونی اخذ شد. روز دوم به منظور بررسی تغییر متغییرهای مورد نظر پس از ۲۴ ساعت، نمونه خونی گرفته شد. از ساعت۴ بعد از ظهر روز قبل از تمرین، آزمودنی‌ها تحت نظر محقق قرار گرفتند و تغذیه آنها کنترل شد (غذای آنها توسط محقق تهیه شد). شب های قبل از آزمایش، آزمودنی‌های گروه اول ۱۵ میلی لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن آب نوشیدند. صبح روزهای آزمایش پس از صرف صبحانه سبک وکم چرب در ساعت ۶:۳۰ تا ۷ صبح، آزمودنی‌های گروه اول از ساعت ۷–۸ صبح دوباره به همان میزان آب نوشیدند. از ساعت ۸ – ۹/ ۴۵ تخلیه ادرار انجام شد. کلیه آزمودنی‌ها ساعت ۹:۴۵ صبح پس از اخذ اولین نمونه خونی، در تمرین قدرتی شدید شرکت کردند. ۶ تمرین قدرتی مختلف (۳ تمرین بالاتنه و ۳ تمرین پایین تنه) با شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه در ۳ دوره و ۶ تکرار و یک دقیقه استراحت بین دوره‌ها و تکرارها و۳ دقیقه استراحت بین حرکات، انجام شد (۱۷).

روش جمع آوری داده ها

به منظور جمع آوری اطلاعات قبل، بلافاصله بعد و ۲۴ ساعت بعد از فعالیت، از ورید بازویی چپ آزمودنی ها در وضعیت نشسته، ۸ میلی لیتر نمونه خونی گرفته شد.۲ میلی لیتر از نمونه در لوله آزمایش حاوی ماده ضد انعقاد و ۶ میلی لیتر دیگر در لوله بدون ماده ضد انعقاد قرار داده شد. برای جلوگیری از انعقاد و لخته شدن نمونه خونی از ماده ضد انعقاد EDTA (اتیلن دی آمین ترا استات با ملح سدیم) استفاده شد. تعیین هموگلوبین ، هماتوکریت ، سلول های قرمز خون در آزمایشگاه معتبر بالینی با استفاده از دستگاه خون شناسی اتوماتیک سیمکس کا- ایکس – ۲۱ – ساخت ژاپن انجام شد. میزان آلبومین بر اساس روش کالریمتری و روش برموکوزول گرین تعیین شد. این ماده با آلبومین ترکیب رنگی سبز مایل به آبی ایجاد می‌کند و شدت جذب نوری آن متناسب با غلظت آلبومین است. در این روش حرارت مورد نیاز ۳۷ درجه سانتی گراد و طول موج ۶۳۰ نانومتر بوده و لوله‌های تست و استاندارد در برابر بلانک معرف در دستگاه فتومتر یا اسپکترو فتومتر قرائت شده ومیلی گرم درصد غلظت آلبومین

تعیین گردید(۲۴). درصد تغییرات حجم پلاسما نیز بر اساس تغییرات هموگلوبین و هماتوکریت و با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد(۱۰) .

$$\Delta pv = 100\{(Hb1 / Hb2) \times [\ 100 - (Hct2 \times\ 0/874\ )\ ] / [\ 100 - (\ Hct1\ \times 0/874\ )\ ]- 1\}$$

Hct = هماتوکریت Hb = هموگلوبین Δpv ٪= درصد تغییرات حجم پلاسما

جهت محاسبه میزان حجم پلاسما از فرمول زیر استفاده شد:

$$\mathbf{RCV_2 = Bv_2 \times\ Hct_2\ Bv_2 = Bv_1 \times (Hb_1 / Hb_2)}\qquad \mathbf{BV_1 =\ 100\ ml\ RCV_1 = HCt_1}$$

$$\mathbf{PV_2 = Bv_2 - RCV_2}\qquad \mathbf{PV_1 = \{1 - (Hct1 / 100) \times 100\}}$$

Bv = حجم خون PV = حجم پلاسما RCV= حجم گویچه قرمز ۱= قبل از تمرین (آزمایش اول) ۲= بعد از تمرین (آزمایش دوم)

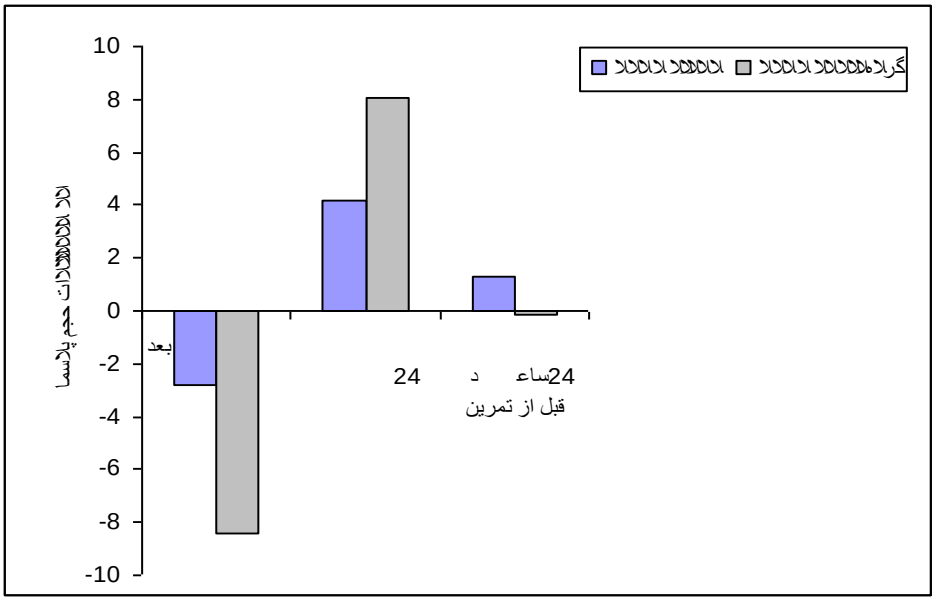
تحلیل آماری

جهت تعیین توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون کالموگروف – اسمیرنف استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه با مقادیر تکراری و آزمون t مستقل برای مقایسه دو گروه مورد استفاده قرار گرفت. سطح معنی‌داری (P<۰۵/۰) درنظر گرفته شد. جهت تعیین همبستگی از ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده شد. کلیه تحلیل ها با کمک نرم افزار PSSS و رسم نمودارها با نرم افزار EXCEL انجام گرفت.

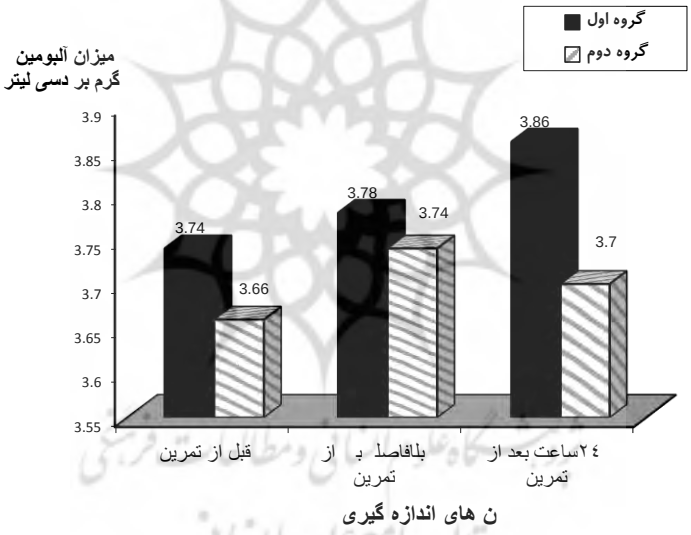
یافته های پژوهش

همان‌طور که نمودار شماره ۱ نشان می‌دهد حجم پلاسما بعد از تمرین نسبت به قبل از آن در گروه آب دهی ۲/۸ درصد و در گروه کنترل (بدون آب دهی) ۴ /۸ درصد کاهش یافته است که این کاهش درگروه کنترل معنی دار بود (P< ۰ /۰۵) . کاهش مذکور بعد از تمرین تا ۲۴ ساعت بعد، ۴ /۲ و ۸/۰۶ درصد به ترتیب در دو گروه، افزایش یافت (P< ۰ /۰۵)، به طوری که در ۲۴ ساعت بعد تمرین نسبت به قبل تمرین حجم پلاسما در دو گروه تفاوت معنی دار را نشان نداد (P >۰ /۰۵) . اما تفاوت حجم پلاسما بلافاصله بعد از تمرین در مقایسه با ۲۴ ساعت بعد از تمرین در دو گروه معنی دار بود (P< ۰ /۰۵).

بر اساس نمودار شماره۲ آلبومین پلاسما بلافاصله بعد از تمرین نسبت به قبل آن در گروه آب دهی و کنترل به ترتیب۰۶ /۱ و۱ /۲ درصد افزایش یافت که این افزایش در گروه کنترل معنی دار بود (p<۰ /۰۵). میزان آلبومین۲۴ ساعت بعد از تمرین نسبت به قبل آن در گروه آب دهی افزایش۲/۳ درصدی و معنی دار را نشان داد (p<۰ /۰۵). اماکاهش آلبومین پلاسما ۲۴ ساعت بعد از تمرین نسبت به بلافاصله پس از تمرین در هر دو گروه معنی دار نبود(P>۰ /۰۵). همچنین نتایج حاکی از عدم تفاوت معنی‌دار میانگین آلبومین پلاسما دو گروه قبل و بعد از تمرین (p>۰ /۰۵) و تفاوت معنی دار در۲۴ ساعت بعد از تمرین بود (p<۰ /۰۵). داده های جدول شماره ۱ نیز عدم وجود همبستگی بین حجم پلاسما و آلبومین را نشان می دهد (p>۰ /۰۵).



نمودار شماره ۱ درصد تغییرات حجم پلاسمای آزمودنی‌ها



نمودار شماره ۲ میانگین تغییرات آلبومین پلاسما آزمودنی ها (میلی گرم بر دسی لیتر)

متغیرها		گروه	ضریب همبستگی اسپیرمن	P ارزش
میانگین آلبومین قبل تمرین	میانگین حجم پلاسما قبل تمرین	اول	-۰/ ۴۶۰	۰/ ۱۵۵
		دوم	۰/ ۰۵۱	۰/ ۹۳
میانگین آلبومین بلافاصله بعد تمرین	میانگین حجم پلاسما بلافاصله بعد تمرین	اول	-۰/ ۴۷۸	۰/ ۱۳۷
		دوم	۰/ ۱۵۴	۰/ ۸۰
میانگین آلبومین ۲۴ ساعت بعد تمرین	میانگین حجم پلاسما ۲۴ ساعت بعد تمرین	اول	۰/ ۰۰۷	۰/ ۹۸۴
		دوم	۰ /۲۲۴	۰/ ۷۱

جدول شماره ۱ ضریب همبستگی حجم پلاسما و آلبومین

بحث و نتیجه گیری

بر اساس یافته‌های تحقیق حجم پلاسما بلافاصله بعد از تمرین در گروه آب دهی ۸/ ۲ درصد کاهش یافت، در حالیکه درگروه کنترل کاهش ۴/ ۸ درصدی را نشان داد. تغییرات حجم پلاسما ۲۴ ساعت پس از تمرین در دو گروه معنی دار نبود.

افزایش آلبومین پلاسما بلافاصله بعد از تمرین نسبت به قبل آن در گروه آب دهی ۰۶ /۱ درصد و در گروه کنترل ۱/۲ درصد بود. میزان آلبومین۲۴ ساعت بعد از تمرین نسبت به قبل ازآن در گروه آب دهی افزایش ۲/۳ درصدی را نشان داد. بین حجم پلاسما و آلبومین همبستگی مشاهده نشد.

اگورا و همکاران (۲۰۲۰)، بلومر و همکاران (۲۰۱۳)، السید (۲۰۰۵)، احمدی زاد (۲۰۰۵)، کاهش حجم پلاسما بلافاصله پس از تمرین را نشان دادند که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد(۲، ۵، ۱۹،۱۲). اما مطالعات محققانی مانند گولد و همکاران (۲۰۲۱)، و استوارت (۲۰۰۳) آشکار کرد که تمرین تأثیری بر کاهش حجم پلاسما در هنگام یا پس از تمرین ندارد (۹، ۸).

شواهد علمی پیشین علت های گوناگونی را جهت کاهش حجم پلاسما پس از تمرین بیان می کند:

تعریق و از دست رفتن آب بدن، افزایش فشار اسمزی درون سلول ها به علت تجمع مواد زاید حاصل از متابولیسم درون عضلات فعال، افزایش فشار هیدرواستاتیک درون مویرگ ها، احتباس نمک، درجه حرارت محیط تمرین، شرایط آزمودنی‌ها، سازگاری یا عدم سازگاری با گرما (۱۱, ۱۲, ۱۷, ۱۹) شدت و نوع تمرین (۱۲ ,۱۳)، وضعیت و حالت بدن هنگام تمرین(۱۷)، سن و وزن بدن(۱۸).

با توجه به این که روند تغییرات حجم پلاسما در هر دو گروه کاهشی بود، اما میزان این کاهش در گروه دوم بارزتر و از نظر آماری معنی دار بود، به نظر می‌رسد شاید بتوان علت تفاوت در نتیجه دو گروه را به میزان آب دریافتی بدن نسبت داد. پالکا و همکاران (۲۰۲۳) کاهش حجم پلاسما بلافاصله بعد از تمرین را به علت از دست رفتن آب بدن می‌دانند(۷). میلر و همکاران(۲۰۱۹) کم آبی را به عنوان عامل کاهش حجم پلاسما پس از تمرین گزارش کردند(۱۳)، که با نتایج تحقیق حاضر نیز همخوانی دارد. شاید بتوان عدم همخوانی نتایج تحقیق حاضر با نتایج گولد (۲۰۲۱) و استوارت (۲۰۰۳) را به شدت متفاوت تمرین و نوع تمرین نسبت داد. تمرینات مقاومتی گولد و همکاران در شدت ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه انجام شده بود. با توجه به نتایج مطالعه احمد ی زاد و همکاران (۲۰۰۵) مبنی بر کاهش حجم پلاسما پس از ۳ شدت ۴۰ ، ۶۰ ، ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه اما معنی دار نبودن مقدار کاهش بین ۳ آزمون، باید گفت این مساله نیازمند پژوهش های بیشتر است.

دیگر یافته پژوهش حاضرعدم تغییر معنی دار حجم پلاسما ۲۴ ساعت پس از تمرین در دو گروه بود (۰۵/ ۰≥P).

بسیاری از محققان مانند پالگا و همکاران (۲۰۲۳)، میلر و همکاران(۲۰۱۹)، جابور و همکاران (۲۰۱۳) ، السید و همکاران (۲۰۱۱) تغییرات حجم پلاسما پس از تمرین را موقتی اعلام کردند (۷ ،۱۳، ۱۸ ،۲۰). علاوه بر این احمدی زاد (۲۰۰۵) نتیجه گرفتند که کاهش معنی دار حجم پلاسما پس از تمرین قدرتی بعد از ۳۰ دقیقه به حالت اولیه باز می گردد با توجه به این

مطالب می توان گفت کاهش حجم پلاسما بلافاصله پس از تمرین در دوره بازیافت رویکرد جبرانی یافته و به تدریج افزایش یافته است. با توجه به افزایش ۳/ ۴ و ۸ درصدی حجم پلاسما (به ترتیب در گروه اول و دوم) ۲۴ ساعت بعد نسبت به بلافاصله بعد از تمرین، این مطلب با یافته های پژوهش حاضر همخوانی دارد.

یافته دیگر این تحقیق نشان داد که میزان آلبومین پلاسما در گروه اول ۲۴ ساعت بعد از تمرین به طور معنی داری افزایش یافت. در گروه دوم بلافاصله بعد از تمرین میزان آلبومین پلاسما افزایش معنی دار را نشان داد. در مورد افزایش آلبومین پس از تمرینات ورزشی نیز سازوکارهای متفاوتی مطرح شده است که عبارتند از : تغییرات حجم پلاسما، بسیج آلبومین از سایر نقاط بدن به فضای عروقی، تولید آلبومین جدید در ساعات اولیه پس از تمرین، کاهش فشار خون و افزایش بازگشت آلبومین از طریق افزایش بازگشت جریان لنفی، حالت و وضعیت بدن (۱۱-۱۵).

نتایج پژوهش میلر و همکاران (۲۰۱۹) و احمدی زاد (۲۰۰۵) نیز حاکی از افزایش آلبومین پلاسما است. احمدی زاد گزارش کرد افزایش در غلظت کل پروتئین پلاسما نتیجه عمومی فشار تمرینی است. وی نتیجه گرفت که غلظت کل پروتئین و آلبومین پلاسما درشدت های تمرینی۴۰ ، ۶۰ و۸۰ درصد یک تکرار بیشینه افزایش معنی دار یافت، اما میزان این افزایش تفاوت معنی داری در ۳ گروه نداشت و نشان داد که این واکنش به شدت تمرین مربوط نمی‌شود. وادا و همکاران (۲۰۱۷) تمرینات ورزشی را به عنوان یکی از عوامل اثرگذار بر میزان آلبومین پلاسما گزارش کردند و پژوهش‌های بیشتر در این زمینه را توصیه کردند(۱۴). بعضی از محققان نیز افزایش کل پروتئین به ویژه آلبومین پلاسما را به علت تغییرات حجم پلاسما می‌دانند (۱۱، ۱۳ ،۱۵). کم آبی موجب کاهش حجم پلاسما و افزایش کاذب آلبومین پلاسما پس از تمرین می شود که این افزایش موقت است و پس از بازیافت تعدیل می شود(۱۵).

افزایش آلبومین بعد از تمرین در گروه دوم با کاهش معنی دار حجم پلاسما همراه بود که با نتایج ذکر شده همخوانی دارد.

در تحقیق حاضر افزایش آلبومین در ۲۴ ساعت بعد از تمرین بدون افزایش حجم پلاسما در گروه اول بود. اسپاندیس و همکاران(۲۰۱۷) کاهش آلبومین پلاسما پس از ورزش را در بعضی از دوندگان فوق ماراتن نشان دادند که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی ندارد. علت این امر را می توان به تفاوت‌های فردی نسبت داد (۱۵). همچون میلر (۲۰۱۹)، وادا (۲۰۱۷)، اسپاندیس (۲۰۱۷) نتایج تحقیق حاضر نیز پیشنهاد می‌کند که اثر تمرین بر آلبومین نیازمند پژوهش‌های بیشتر است.

بیشتر تحقیقات انجام شده بر تمرینات هوازی متمرکز بودند. با توجه به فواید تمرینات قدرتی از جمله بهبود سلامت متابولیک قلبی در بزرگسالان سالم و افرادی که وضعیت متابولیک قلبی نامطلوب دارند (۲۱)، تعادل و بهبود فشار خون میانگین، سیستولیک و دیاستولیک (۲۲)، افزایش توده عضلانی و قدرت بالاتنه و پایین تنه (۲۳) و نیز تاکید بر استفاده از تمرینات قدرتی به صورت ترکیبی با تمرینات هوازی جهت بهره‌مندی از حداکثر نتایج و فواید هر دو تمرین که به تنهایی حاصل نمی‌شوند (۲۳)، استفاده از تمرینات قدرتی توصیه می شود. حال با توجه به یافته های پژوهش حاضر و مطالعات پیشین (۲، ۵، ۱۲، ۱۹) حجم پلاسما

پس از تمرین کاهش می‌یابد و این کاهش می تواند پیامدهایی بر خلاف نتایج مورد انتظار و نامطلوب برای سلامتی را به دنبال داشته باشد. مصرف آب کافی موجب تعدیل حجم پلاسما می‌شود. در مورد ارتباط حجم پلاسما و آلبومین پس از تمرین تحقیقات بیشتری لازم است. ۲۴ ساعت بعد از تمرین حجم پلاسما نسبت به قبل از تمرین تفاوتی ندارد. از این رو زمان ۲۴ ساعت زمان مناسبی برای بازیافت و جبران حجم پلاسما محسوب می‌شود.

در تحقیق حاضر تغییرات طبیعی آلبومین پس از تمرین قدرتی بیشینه و تغییرات حجم پلاسما بررسی شد. پیشنهاد می‌شود تحقیقات آینده به بررسی اثر شدت‌های مختلف تمرین مقاومتی بر آلبومین و حجم پلاسما بلافاصله بعد و ۲۴ ساعت بعد از تمرین بپردازند، همچنین پیشنهاد می‌شود تعیین ارتباط آلبومین و حجم پلاسما پس از تزریق آلبومین و یا پس از صرف غذاهای حاوی آلبومین (انواع مغزها، تخم‌مرغ، مرغ،بوقلمون،ماهی و ...) بررسی شود.

منابع

1. Nader E, Skinner S, Romana M, Fort R, Lemonne N, Guillot N, et al. Blood rheology: key parameters, impact on blood flow, role in sickle cell disease and effects of exercise. *Frontiers in Physiology*, 2019:1329. [Doi: 10.3389/fphys.2019.01329]
2. Ogura A, Sotome H, Asai A, Fuju A, et al. Evaluation of capillary blood volume in the lower limb muscles after exercise by intravoxel incoherent motion. *La Radiologia Medica*, 2020;125:474-80. [Doi: 10.1007/s11547-020-01163-5]
3. Nazarian N, Liu S, Kohler M, Lee JK, Miller C, Chow WT, et al. Project Coolbit: can your watch predict heat stress and thermal comfort sensation? *Environmental Research Letters*, 2021;16.3:034031. [Doi: 10.1088/1748-9326/abd130]
4. Grønfeldt BM, Lindberg Nielsen J, Mieritz RM, Lund H, et al. Effect of blood-flow restricted vs heavy-load strength training on muscle strength: systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 2020;30(5):837-48. [Doi: 10.1111/sms.13632]
5. Bloomer RJ, Farney TM. Acute plasma volume change with high-intensity sprint exercise. *J Strength Cond Res*, 2013 Oct;27(10):2874-8. [Doi: 10.1519/JSC.0b013e318282d416]
6. Waller AP, Lindinger MI. Pre-loading large volume oral electrolytes: tracing fluid and ion fluxes in horses during rest, exercise and recovery. *The Journal of Physiology*, 2021;599(16):3879-96. [Doi: 10.1113/JP281648]
7. Pałka T, Koteja PM, Tota Ł, Rydzik Ł, Kopańska M, Kaczorowska I, et al. The Influence of Various Hydration Strategies (Isotonic, Water, and No Hydration) on Hematological Indices, Plasma Volume, and Lactate Concentration in Young Men

8. during Prolonged Cycling in Elevated Ambient Temperatures. *Biology,* 2023;12(5):687. [Doi: 10.3390/biology12050687]
9. Stewart IB, Warburton DE, Hodges AN, Lyster DM, McKenzie DC. Cardiovascular and splenic responses to exercise in humans. *J Appl Physiol,* 2003;94(4):1619-26. [Doi: 10.1152/japplphysiol.00040.2002]
10. Gould S, Cawyer C, Dell'Italia L, Harper L, McGwin G, et al. Resistance training does not decrease placental blood flow during Valsalva maneuver: a novel use of 3D Doppler power flow ultrasonography. *Sports Health,* 2021;13(5):476-81. [Doi: 10.1177/19417381211000]
11. Romero SA, Minson CT, Halliwill JR. The cardiovascular system after exercise. *Journal of Applied Physiology,* 2017;4(122):925-32. [Doi: 10.1152/japplphysiol.00802.2016]
12. Halliwill JR. Mechanisms and clinical implications of post-exercise hypotension in humans. *Exerecise Sport Sci R,* 2001;29(2):65-70.
13. Ahmadizad S, El-Sayed MS. The acute effects of resistance exercise on the main determinants of blood rheology. *J Sports Sci,* 2005;23(3):243-9.
14. Miller GD, Teramoto M, Smeal SJ, Cushman D, Eichner D, et al. Assessing serum albumin concentration following exercise-induced fluid shifts in the context of the athlete biological passport. *Drug Testing and Analysis,* 2019;11(6):782-91. [Doi: 10.1002/dta.2571]
15. Wada Y, Takeda Y, Kuwahata M. Potential role of amino acid/protein nutrition and exercise in serum albumin redox state. *Nutrients,* 2017;10(1):17. [Doi: 10.3390/nu10010017]
16. Spanidis Y, Priftis A, Stagos D, Stravodimos GA, Leonidas DD, Spandidos DA, et al. Oxidation of human serum albumin exhibits inter-individual variability after an ultra-marathon mountain race. *Experimental and Therapeutic Medicine,* 2017;13(5):2382-90. [Doi: 10.3892/etm.2017.4268]
17. Duda K, Majerczak J, Zoładź JA, Kulpa J, Rychlik U, Duda JP, Kołodziejski L. Effect of blood withdrawal on changes in plasma volume and protein concentration during incremental cycling exercise in men. *Przeglad Lekarski,* 2002;60(11):726-31.
18. Kay B, O'Brien BJ, Gill ND. Immediate re-hydration post-exercise is not coincident with raised mean arterial pressure over a 30-minute observation period. *J Sports Sci and Med,* 2005;4:422-9. [PMCID: PMC3899658] [PMID: 24501556]

19. Jabbour G, Curnier D, Lemoine-Morel S, Jabbour R, Mathieu MÈ, Zouhal H. Plasma volume variation with exercise: a crucial consideration for obese adolescent boys. *J Appl Physiology, Nutrition, and Metabolism,* 2013;39(1):95-100. [Doi: 10.1139/apnm-2012-0493]
20. El-Sayed MS, Ali N, Ali Z. Haemorheology in exercise and training. *Sport Med,* 2005;235(8):649-70. [Doi: 10.2165/00007256-200535080-00001]
21. El-Sayed M, Nagia A, Ayad AO. Effects of posture and ergometer-specific exercise modality on plasma viscosity and plasma fibrinogen: The role of plasma volume changes. *Clin Hemorheol Micro,* 2011;47(3):219-28. [Doi: 10.3233/CH-2010-1383]
22. Ashton RE, Tew GA, Aning JJ, Gilbert SE, Lewis L, Saxton JM. Effects of short-term, medium-term and long-term resistance exercise training on cardiometabolic health outcomes in adults: systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine,* 2020;54(6):341-8. [Doi: 10.1136/bjsports-2017-098970]
23. Smart NA, Way D, Carlson D, Millar P, McGowan C, Swaine I, et al. Effects of isometric resistance training on resting blood pressure: individual participant data meta-analysis. *Journal of Hypertension,* 2019;37(10):1927. [Doi: 10.1097/HJH.0000000000002105]
24. Schroeder EC, Franke WD, Sharp RL, Lee DC. Comparative effectiveness of aerobic, resistance, and combined training on cardiovascular disease risk factors: A randomized controlled trial. *PloS One,* 2019:14(1):e0210292. [Doi: 10.1371/journal.pone.0210292]

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی