



Comparison of Two Methods of Tapering After Four Weeks of Glycogen Depletion on Cortisol and CRP in Healthy, Inactive Males

Ahmad Alimardani¹, Abdolkarim Shokri², Mahdi Rasouli³, Rohollah Daei⁴

¹ Assistant Professor, Department of Sports Sciences, University of Qom, Qom, Iran (**Corresponding author**), ahmadalimardani@gmail.com

² Master's degree, Sports Physiology, University of Qom, Qom, Iran. ab.shokri@gmail.com

³ Master's degree, Sports Physiology, University of Qom, Qom, Iran. mehdi.rasouli@yahoo.com

⁴ Instructor, Department of Sports Science, University of Qom, Qom, Iran. daei1359@yahoo.com

Abstract

Purpose: The aim of this study was to compare two methods to reduce exercise volume after four weeks of glycogen depletion training on cortisol stress levels and CRP in inactive healthy males.

Method: The current research is semi-experimental with a pre-post-test design including a control group. The statistical population of this study consists of inactive, healthy male students from Qom University who have completed the physical education unit. Thirty healthy male students, who were not engaged in regular physical activity, were randomly selected and divided into three groups. The first group underwent a 50% reduction in training volume (n=11), the second group a 75% reduction in training volume (n=11), and the third group served as the control (n=8). Following four weeks of glycogen depletion training, a week of training adjustment was carried out. Blood samples were collected at three stages: at the beginning of the training protocol period, and 48 hours after the final training session, from the Antecubital vein. ELISA and immunoradiometric techniques were utilized to assess the serum concentrations of IGF-1 and creatine kinase, respectively. To analyze differences between and within groups, the analysis of variance test with repeated measurements was conducted at a significance level of $\alpha=0.05$.

Findings: No significant difference was observed between the three groups in serum IGF-1 and creatine kinase levels after the training volume reduction period. However, a significant difference was observed in IGF-1 levels between the pre-test stage, post-test stage, and follow-up ($P<0.05$).

Conclusion: Reducing the volume of training for one week following four weeks of glycogen depletion training does not have an effect on serum IGF-I and creatine kinase levels in inactive men.

Keywords: Tapering, Glycogen depletion, Cortisol, CRP, Healthy inactive men.

Cite: Alimardani, A., Shokri, A., Rasouli, M. & Daei, R. (2024). Comparison of Two Methods of Tapering After Four Weeks of Glycogen Depletion on Cortisol and CRP in Healthy, Inactive Males. *Applied Research in Sports Nutrition and Exercise Science*, 1(2), p. 7-20.

Received: 2024-03-24 ; Revised: 2024-04-29 ; Accepted: 2024-05-25 ; Published online: 2024-06-22

© The Author(s).

Article type: Research Article

Published by: University of Qom.





مقایسه دو روش کاهش تدریجی حجم تمرین پس از چهار هفته تمرین تخلیه گلیکوژنی بر عامل شبه رشدی-۱ و استرسی مردان سالم غیرفعال

احمد علیمردانی^۱، عبدالکریم شکری^۲، مهدی رسولی^۳، روح‌الله دایی^۴

^۱ استادیار، گروه علوم ورزشی، دانشگاه قم، قم، ایران (نویسنده مسئول). ahmadalimardani@gmail.com

^۲ کارشناسی ارشد، فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه قم، قم، ایران. ab.shokri@gmail.com

^۳ کارشناسی ارشد، فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه قم، قم، ایران. mahdi.rasoullo@yahoo.com

^۴ مربی، گروه علوم ورزشی، دانشگاه قم، قم، ایران. daei1359@yahoo.com

چکیده

هدف: هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر دو روش کاهش تدریجی حجم تمرین پس از چهار هفته تمرین تخلیه گلیکوژنی بر روی عامل رشدی و استرسی مردان سالم غیرفعال است.

روش: تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون، پس‌آزمون با گروه کنترل است. جامعه آماری پژوهش شامل دانشجویان پسر سالم غیرفعال کارشناسی دانشگاه قم که واحد تربیت بدنی را اخذ کرده بودند، بوده که پس از فراخوان، تعداد ۳۰ نفر دانشجوی پسر سالم که فعالیت بدنی منظم نداشتند، انتخاب شده و به طور تصادفی در سه گروه مورد مطالعه قرار گرفتند. گروه اول: کاهش ۵۰٪ حجم تمرین (۱۱ نفر)؛ گروه دوم: کاهش ۷۵٪ حجم تمرین (۱۱ نفر)؛ و گروه سوم کنترل (۸ نفر). متعاقب چهار هفته تمرین تخلیه گلیکوژنی، یک هفته تعدیل تمرین اجرا گردید. نمونه‌های خونی در سه مرحله در ابتدای شروع دوره پروتکل تمرینی و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی از سیاهرگ جلوی آرنج گرفته شد. برای ارزیابی غلظت سرمی IGF-1 و کراتینین کیناز به ترتیب از تکنیک‌های الایزا و ایمونورادیومتری استفاده شد. جهت بررسی تفاوت‌های بین و درون گروهی از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر در سطح معناداری ($\alpha = 0.05$) استفاده گردید.

یافته‌ها: تفاوت معنی‌داری پس از دوره کاهش حجم تمرین برای مقادیر IGF-1 سرمی و کراتینین کیناز بین سه گروه مشاهده نشد. اما مقادیر IGF-1 بین مرحله پیش‌آزمون با مراحل پس‌آزمون و پیگیری تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری: کاهش حجم تمرین یک هفته‌ای متعاقب چهار هفته تمرین تخلیه گلیکوژنی نمی‌تواند بر میزان IGF-1 سرمی و کراتینین کیناز مردان غیرفعال اثربخش باشد.

کلیدواژه‌ها: تمرین تخلیه گلیکوژن، عامل رشد شبه انسولینی-۱، کراتینین کیناز، مردان سالم غیرفعال.

استاد به این مقاله: علیمردانی، احمد؛ شکری، عبدالکریم؛ رسولی، مهدی؛ دایی، روح‌الله (۱۴۰۳). مقایسه دو روش کاهش تدریجی حجم تمرین پس از چهار هفته تمرین تخلیه گلیکوژنی بر عامل شبه رشدی-۱ و استرسی مردان سالم غیرفعال. پژوهش‌های کاربردی در تغذیه ورزشی و علم تمرین، ۲۱(۲)، ص ۷-۲۰.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۰۵؛ تاریخ اصلاح: ۱۴۰۳/۰۲/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۰۵؛ تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۳/۰۴/۰۲

ناشر: دانشگاه قم

نوع مقاله: پژوهشی

© نویسندگان.



۱. مقدمه

در مورد اثرات سودمند فعالیت‌های بدنی که به طور منظم و کنترل شده به اجرا درمی‌آیند، تردیدی وجود ندارد، اما پاره‌ای از گزارش‌ها، حاکی از آن است که فعالیت بدنی سنگین و شدید، از طریق تأثیر منفی بر سیستم‌های دفاعی و کاهش مقاومت بدن، چه بسا موجب تضعیف قوای جسمانی، روانی و به خطر افتادن سلامتی انسان گردد (۱). از جمله عواملی که می‌تواند باعث کاهش اثرات منفی اعمال شدت تمرین، به ویژه قبل از مسابقه توسط ورزشکار شود، پدیده کاهش بار تمرین (تپیر) بوده که استراتژی آن خیلی ساده و عمومی است (۲). دوره کاهش بار تمرین بیشتر از چندین روز قبل از یک مسابقه بزرگ متداول است (۳). بسیاری از ورزشکاران شدت تمرین خود را پیش از مسابقه کاهش می‌دهند، تا از کاهش قدرت، توان و ظرفیت عملکرد که بعد از تمرینات شدید به وجود می‌آید، جلوگیری کنند. براساس یافته‌های علمی در دوره کاهش بار تمرین، می‌توان از حجم و تواتر تمرین بیشتر از شدت تمرین کاست (۴). تحقیقات نشان می‌دهند، کاهش تمرین در شناگران، دوچرخه‌سواران و دوندگان، نه تنها موجب پایین آمدن آمادگی آنها نمی‌شود، بلکه می‌تواند توان عضلانی، حالات روانی و نیز عملکرد ورزشی را بهبود دهد (۵، ۶). به دلیل اینکه روزهای منتهی به دوره تپیر، روزهای پرشدتی هستند، اطمینان از انباشت ذخایر گلیکوژنی بسیار مهم است (۶). بارگیری کربوهیدرات مهم‌ترین عامل تغذیه است که بر اوج رسانی عملکرد ورزشکاران اثر می‌گذارد. به دلیل شدت بالا در حین تمرین، انباشت گلیکوژن بر آن بسیار موثر بوده و فعالیت را برای ورزشکار آسان‌تر می‌سازد، ذخایر گلیکوژن عضله در دوره‌های تمرینی سنگین تخلیه می‌شود، همان‌طور که این مورد اغلب در مرحله تمرین پیش از تپیر رخ می‌دهد (۷). غلظت گلیکوژن عضله به دنبال تپیر افزایش می‌یابد (۸). بازیافت سریع تر گلیکوژن عضلانی از نظر تئوری باعث بهبود ظرفیت عملکردی می‌شود (۹). همچنین بازسازی سریع گلیکوژن مهم‌ترین اصل بازیافت، بویژه پس از تمرینات طولانی‌مدت مانند تمرینات تخلیه گلیکوژنی است (۱۰). از جمله تغییراتی که در حین و پس از تمرینات تخلیه گلیکوژنی رخ می‌دهد، تغییر در مقادیر هورمونی، عوامل رشدی و عامل رشد شبه انسولینی-۱ (IGF-1) و همچنین عوامل استرسی می‌باشد. تمرینات هوازی منجر به افزایش سطح IGF-1 می‌شود (۱۱). همچنین تمرینات هوازی منجر به افزایش میزان IGF-1 خواهد شد (۱۲-۱۴). از آنزیم کراتین کیناز برای تعیین آسیب سلول عضلانی استفاده می‌شود. فعالیت بدنی به ویژه تمرینات سنگین موجب افزایش غلظت آن در پلاسما خواهد شد. اکثر تحقیقات افزایش معنادار کراتین کیناز را پس از تمرینات طولانی مدت و شدید گزارش کرده‌اند (۱۵، ۱۶). اما نتایج تحقیقی دیگر با عدم افزایش معنادار کراتین کیناز همراه بود (۱۷). در مجموع تپیرینگ راهبردی است

که با کاهش در حجم تمرین، اثرات مخرب بیش تمرینی را کاهش داده و بهبود عملکرد را به دنبال دارد. بسیاری از مطالعات، جنبه‌های مختلفی از اثرات تیپرینگ را مورد بررسی قرار داده‌اند که یکی از این اثرات، تغییر در عامل رشدی و استرسی می‌باشد، که در روی افراد سالم غیرفعال کمتر مورد بررسی قرار گرفته است.

لذا، با توجه به وجود مطالعات متناقض در مورد سازگاری‌های هورمونی و استرسی ورزشکاران و نبود اطلاعات جامع در رابطه با مقایسه شیوه‌های مختلف تعدیل تمرین، هدف مطالعه حاضر بررسی دو روش یک هفته‌ای کاهش حجم تمرین پس از چهار هفته تمرین تخلیه گلیکوژنی بر روی عوامل رشدی و استرسی مردان سالم غیرفعال می‌باشد.

۲. روش تحقیق

مطالعه حاضر از نوع نیمه‌تجربی، و با استفاده از طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون، همراه با گروه کنترل انجام شد، و دارای کد اخلاق مصوب به شماره IR.QOM.REC.1398.008 است. جامعه آماری این مطالعه شامل دانشجویان پسر سالم غیرفعال کارشناسی دانشگاه قم که واحد تربیت بدنی را اخذ کرده بودند، است. طبق فراخوان اولیه و به صورت هدفمند، با توجه به نتایج حاصل از پرسشنامه میزان فعالیت بدنی (پرسشنامه بک)، دانشجویانی که دارای شرایط بودند، انتخاب شدند. سپس وضعیت پزشکی، رضایت‌نامه کتبی و پرسشنامه آمادگی برای شروع فعالیت بررسی شد. همچنین آزمودنی‌ها از نظر عدم بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت و مشکلات تنفسی و سابقه مصرف دارو یا مکمل در بازه کمتر از شش ماه اخیر، کنترل شدند. در نهایت تعداد ۳۰ نفر به عنوان آزمودنی که شرایط فوق را دارا بودند، انتخاب شده و به صورت تصادفی در سه گروه هشت نفره قرار گرفتند.

گروه اول: چهار هفته تمرین تخلیه گلیکوژنی، و متعاقب آن یک هفته تمرین- تیپر ۵۰ درصد کاهش حجم تمرین (۱۱ نفره).

گروه دوم: چهار هفته تمرین تخلیه گلیکوژنی، و متعاقب آن یک هفته تمرین- تیپر ۷۵ درصد کاهش حجم تمرین (۱۱ نفره).

گروه سوم: گروه کنترل بود که بدون دستکاری، هیچ‌گونه تمرین و دوره تیپر نداشتند (۸ نفره). سپس متغیرهای آنتروپومتریکی مانند قد، وزن و شاخص توده بدنی از آزمودنی‌ها قبل از شروع دوره تمرین چهار هفته‌ای تخلیه گلیکوژنی اندازه‌گیری شد، همچنین توان هوازی آزمودنی‌ها بوسیله آزمون ۲۰ متری رفت و برگشتی اندازه‌گیری گردید. سپس نمونه‌های خونی اولیه از آزمودنی‌ها در

شرایط پایه حداقل ۱۲ ساعت ناشتایی، در ساعت ۷ صبح در آزمایشگاه گرفته شد.

۱-۲. روش اجرای پروتکل تحقیق

برنامه تمرینی آزمودنی‌ها بدین صورت بود که در مدت چهار هفته، هر هفته دو جلسه در برنامه تمرین تخلیه گلیکوژنی شرکت می‌کردند. آزمودنی‌ها مسیر ۶۰ متر را به صورت رفت و برگشت، در ۳۰ ثانیه طی می‌کردند. هر آزمودنی باید ۶ مرتبه بدون استراحت در زمان‌های ۳۰ ثانیه‌ای، این تست را اجرا می‌کرد که در نهایت کل زمان تست ۱۸۰ ثانیه بود. مدت زمان استراحت نیز ۳۰ ثانیه بعد از هر مرحله سه دقیقه‌ای بود (۱۸). تعداد حرکات و زمان پروتکل تمرین به مدت دو ساعت و ۱۵ دقیقه براساس پروتکل تمرین تخلیه گلیکوژنی انجام شد. همچنین پروتکل تیپر در گروه تمرین تناوبی-وامانده‌ساز تا ۵۰ درصد مرحله تمرین اصلی، و در گروه دوم، تا ۷۵ درصد مرحله تمرین اصلی، به مدت یک هفته اجرا شد. گروه کنترل نیز در طی دوران تیپر بدون تمرین بودند (جدول ۱). ساعات تمرینی همزمان در زمان ظهر بین ساعت ۱۱/۳۰ الی ۱۴ با توجه به محدودیت آزمودنی‌ها برای حضور همزمان در جلسه تمرینی در روزهای یکشنبه و سه‌شنبه بود.

جدول ۱- پروتکل اجرایی تحقیق در سه گروه مطالعه

مرحله تحقیق	دوره تمرین تخلیه گلیکوژنی (چهار هفته)										تیبیر (کاهش حجم تمرین) (یک هفته)	
	تعداد جلسات در هفته	مدت زمان جلسه (دقیقه)	تعداد دوره‌ها	تعداد تکرار در هر دور	مدت زمان استراحت (دقیقه)	تعداد جلسات در هفته	مدت زمان استراحت (ثانیه)	تعداد تکرار در هر دور	مدت زمان استراحت (ثانیه)	مدت زمان استراحت (ثانیه)		
۵۰ درصد	۲	۱۳۵	۲۸	۶	۳	۳۰	۲	۶۷	۱۹	۶	۳	۳۰
۷۵ درصد	۲	۱۳۵	۳۸	۶	۳	۳۰	۲	۱۰۱	۲۷	۶	۳	۳۰
کنترل	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

طی سه مرحله شامل، روز قبل از شروع اولین جلسه تمرین تخلیه گلیکوژنی (پیش‌آزمون)، بعد از ۴ هفته تمرین تخلیه گلیکوژنی (پس‌آزمون) و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تیپر یا کاهش حجم تمرین (پیگیری)، در وضعیت ۱۲ ساعت ناشتایی، ۷ صبح در آزمایشگاه ۵ سی سی نمونه خونی از سیاهرگ بازویی جهت جداسازی سرم گرفته شد. برای ارزیابی سطوح کراتین کیناز سرم از روش (CLIA) و با استفاده از کیت کراتین کیناز (LIAISON Diasorin REF 313261) ساخت کشور ایتالیا و با ضریب تغییرات ۲/۴ و حساسیت ۰/۴ میلی گرم در صد میلی لیتر انجام شد. سطح سرمی IGF-1 به روش نفولومتری و با استفاده از کیت (The Binding site) ساخت کشور انگلیس، با حساسیت ۰/۴ میلی گرم در صد میلی لیتر، و ضریب تغییرات درون‌سنجی و برون‌سنجی به ترتیب ۴/۷ و ۵ درصد انجام شد. سنجش متغیرهای مقادیر کراتین کیناز با دستگاه منوباند و سنجش

هورمون رشد شبه انسولینی-۱ با استفاده از دستگاه انیان تولید شرکت بیونیک^۱ و با روش الایزا^۲ انجام گرفت.

۲-۲. تجزیه و تحلیل آماری

برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها در حالت پایه و ارزیابی اختلاف نمونه با جامعه مورد نظر، از آزمون شاپیروویلک^۳ و جهت بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون لوین^۴ استفاده شد. جهت بررسی تفاوت درون و بین گروهی از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر و در صورت معنی‌داری از آزمون تعقیبی بنفرونی^۵ در سطح معنی‌داری ($\alpha=0/05$) استفاده شد.

۳. نتایج

برخی ویژگی‌های آنتروپومتریکی و ترکیب بدنی آزمودنی‌های مطالعه شامل: سن، قد، وزن، شاخص نمایه بدنی و اکسیژن مصرفی بیشینه آزمودنی‌ها که در مرحله پیش‌آزمون اندازه‌گیری شد، در جدول (۲) آمده است.

جدول ۲- ویژگی‌های دموگرافیک و آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها (میانگین + انحراف معیار)

متغیر	گروه	۵۰ درصد (۱۱ نفر)	۷۵ درصد (۱۱ نفر)	کنترل (۸ نفر)	P
سن (سال)	۱۹/۳۶±۱/۰۲	۱۹/۶۰±۰/۶۹	۱۹/۶۳±۰/۹۱	۰/۷۷۱	
قد (متر)	۱/۷۵±۰/۰۸	۱/۷۴±۰/۷۵	۱/۷۴±۰/۰۴	۰/۰۶	
وزن (کیلوگرم)	۷۳/۰۰±۱۸/۹۰	۶۹/۲۰±۹/۸۱	۷۷/۳۸±۱۵/۶۲	۰/۵۴۱	
نمایه توده بدنی	۲۰/۷۹±۵/۱۰	۱۹/۸۹±۲/۷۷	۲۱/۹۶±۳/۸۷	۰/۵۷۴	
اکسیژن مصرفی بیشینه (میلی لیتر / کیلوگرم / دقیقه)	۴۵/۹۱±۶/۹۹	۴۶/۶۵±۷/۱۱	۴۵/۶۱±۷/۷۷	۰/۹۵۱	

نتایج مندرج در جدول (۲) حاکی از عدم معنی‌داری در ویژگی‌های دموگرافیکی و آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها در مرحله پیش‌آزمون بین سه گروه مطالعه است. بنابراین، با توجه به عدم معنی‌داری در این مقادیر بین سه گروه، گروه‌های تمرینی از نظر برخی ویژگی‌های دموگرافیکی و آنتروپومتریکی همگن هستند.

1. Bionek
2. ELISA
3. Shapiro-Wilk
4. Leven
5. Bonferroni

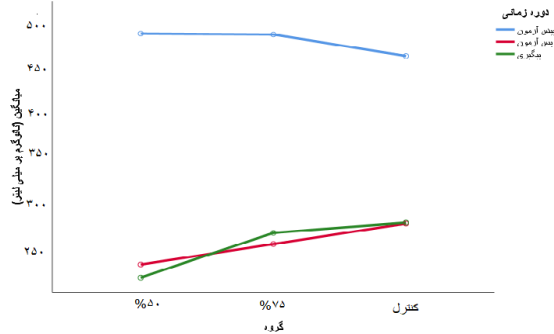
جهت بررسی تساوی کواریانس‌ها، یکنواختی ماتریس واریانس- کواریانس و تجانس واریانس‌های مقادیر IGF-1 آزمودنی‌ها، به ترتیب از آزمون ام-باکس، کرویت موخلی و لون استفاده شد. نتایج این آزمون‌ها که در جدول (۳) آمده، حاکی از عدم معنی‌داری در این آزمون‌ها بوده و لذا پیش‌فرض‌های آزمون اندازه‌گیری‌های مکرر برقرار است.

جدول ۳- نتایج آزمون اندازه‌گیری‌های مکرر مقادیر IGF-1 در سه دوره زمانی (پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری)

متغیر	IGF-1 سرم (میانگین \pm انحراف معیار)	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
گروه	کاهش حجم تمرینی ۵۰٪	۴۸۱/۳۰۲ \pm ۴۵/۹۱۲
	کاهش حجم تمرینی ۷۵٪	۴۸۰/۳۳۵ \pm ۵۵/۷۶۹
	کنترل	۴۵۷/۳۶۵ \pm ۱۲/۵۹۴
آزمون مفروضه‌ها	مقدار آماره	معناداری
	آزمون ام باکس	۰/۰۶۷
	مفروضه کرویت موخلی	۰/۱۴۷
اثر زمان (ویلز لامبدا)	آزمون لون	۰/۰۵۹
	اثر تعاملی	۰/۲۴۰
	اثر اصلی	۰/۰۰۴
اثر بین‌آزمودنی‌ها	اندازه اثر	۰/۸۹۳
	آزمون تأثیرات بین‌گروهی	۰/۱۰۱
	اندازه اثر	۰/۰۶۴

* نتایج تعقیبی تفاوت بین مرحله پیش‌آزمون و سایر مراحل

نتایج آزمون اندازه‌گیری‌های مکرر برای مقادیر IGF-1 سرمی در جدول (۳) آمده است، براساس نتایج موجود در بررسی اثرات درون‌گروهی، بین مقادیر IGF-1 سرمی مراحل پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری درون‌گروهی در گروه‌های ۵۰ درصد و ۷۵ درصد حجم تمرین و کنترل، تفاوت معنی‌داری با اندازه اثر ۰/۸۹۳ وجود دارد ($P=0/004$). بنابراین، دوره‌های زمانی مختلف پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری بر میزان IGF-1 در گروه‌های مطالعه تاثیر معنی‌داری دارد. براساس آزمون تعقیبی بنفرونی، این معناداری بین مرحله پیش‌آزمون با مراحل پس‌آزمون و پیگیری در گروه‌های ۵۰٪ و ۷۵٪ کاهش حجم تمرین مشاهده شد ($P<0/05$). نتایج بین‌گروهی نیز تفاوت معنی‌داری را بین سه گروه مطالعه نشان نداد ($P=0/904$). همچنین نتایج و تغییرات میزان IGF-1 در سه مرحله پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری در سه گروه مطالعه در شکل (۱) آمده است.



شکل ۱- تغییرات IGF-1 سرمی در مردان سالم غیرفعال در سه مرحله پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری در گروه‌های مورد بررسی

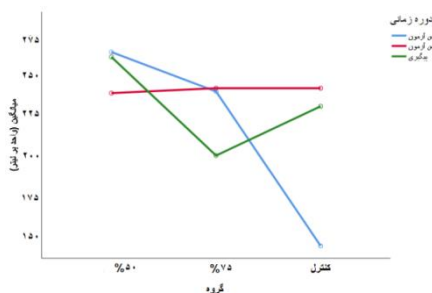
جهت بررسی تساوی کواریانس‌ها، یکنواختی ماتریس واریانس-کواریانس و تجانس واریانس‌های مقادیر کراتین کیناز سرمی آزمودنی‌ها، به ترتیب از آزمون ام-باکس، کرویت موخلی و لون استفاده شد. نتایج این آزمون‌ها که در جدول (۴) آمده، حاکی از عدم معنی‌داری در این آزمون‌ها بوده و لذا پیش‌فرض‌های آزمون اندازه‌گیری‌های مکرر برقرار است.

جدول ۴- نتایج آزمون اندازه‌گیری‌های مکرر مقادیر کراتین کیناز در سه دوره زمانی (پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری)

متغیر	کراتین کیناز سرم (میانگین \pm انحراف معیار)		
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیگیری
گروه	کاهش حجم تمرینی ۵۰٪	۲۶۳/۲۳۹ \pm ۴۵/۴۵۷	۲۳۸/۱۴۷ \pm ۵۵/۷۹۱
	کاهش حجم تمرینی ۷۵٪	۲۳۹/۱۹۴ \pm ۰۹/۳۳۲	۲۴۱/۱۳۲ \pm ۹۱/۱۲۲
	کنترل	۱۴۵/۴۸ \pm ۷۵/۰۵۶	۲۴۲/۲۷۰ \pm ۰۰/۴۸۴
آزمون مفروضه‌ها	مقدار آماره	معداری	
	آزمون ام باکس	۲۳/۶۵۰	۰/۰۸۴
	مفروضه کرویت موخلی	۰/۵۹۹	۰/۷۱۴
اثر زمان (ویلکز لامبدا)	آزمون لون	۱/۹۱۳	۰/۱۶۷
	اثر تعاملی	۰/۷۰۰	۰/۵۹۵
	اثر اصلی	۰/۲۴۲	۰/۷۸۷
اثر بین‌آزمودنی‌ها	اندازه اثر	۰/۰۸۴	-
	آزمون تأثیرات بین‌گروهی	۰/۲۷۱	۰/۷۶۵
	اندازه اثر	۰/۰۸۸	-

* نتایج تعقیبی تفاوت بین مرحله پیش‌آزمون و سایر مراحل

نتایج آزمون اندازه‌گیری‌های مکرر برای مقادیر کراتین کیناز سرمی در جدول (۴) آمده است. بین مقادیر کراتین کیناز سرمی مراحل پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری درون‌گروهی در گروه‌های ۵۰ درصد و ۷۵ درصد حجم تمرین و کنترل، تفاوت معنی‌داری با اندازه اثر ۰/۰۸۴ وجود ندارد ($P=0/787$). بنابراین، دوره‌های زمانی مختلف پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری بر میزان IGF-1 کراتین کیناز سرمی در گروه‌های مطالعه تاثیر معنی‌داری ندارد. نتایج بین‌گروهی نیز تفاوت معنی‌داری را بین سه گروه مطالعه نشان نداد ($P=0/765$). همچنین نتایج و تغییرات میزان کراتین کیناز سرمی در سه مرحله پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری در سه گروه مطالعه در شکل (۲) آمده است.



شکل ۲- تغییرات کراتین کیناز سرمی در مردان سالم غیرفعال در سه مرحله پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری در گروه‌های مورد بررسی

۴. بحث

نتایج مطالعه حاضر در رابطه با تفاوت درون‌گروهی در آزمون اندازه‌گیری‌های مکرر، مبین افزایش میزان IGF-1 آزمودنی‌ها در دو گروه ۵۰ درصد و ۷۵ درصد کاهش حجم تمرین در مرحله پیش‌آزمون با دو مرحله پس‌آزمون و پیگیری بود، اما تفاوتی بین مراحل پس‌آزمون و پیگیری وجود نداشت. این نتایج نشان‌دهنده افزایش IGF-1 پس از چهار هفته تمرینات تخلیه گلیکوزنی در مردان سالم غیرفعال بود، اما دوره کاهش حجم تمرینی پس از تمرینات تخلیه گلیکوزنی بر مقادیر IGF-1 و کراتین کیناز بی‌اثر بوده است. از این‌رو، دوره کاهش حجم تمرینی نتوانسته منجر به تغییر در مقادیر IGF-1 و کراتین کیناز شود. نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های پژوهش گاهت^۱ (۲۰۱۸) (۱۹)، روسناک^۲ (۲۰۲۱) (۲۰)، رامیوندو^۳ (۲۰۱۹) (۲۱)، هوانلو (۱۳۹۲) (۲۲) همسو و با یافته‌های

1. Gahete
2. Rusnak
3. Raimundo

لاندربی^۱ (۲۰۲۳) (۲۳)، کادگیانی^۲ (۲۰۱۹) (۷)، ملین^۳ (۲۰۱۹) (۲۴) و اشمیت^۴ (۲۰۱۸) (۲۵) غیرهمسو بود.

از نتایج مطالعه حاضر می‌توان نتیجه گرفت که، تعدیل تمرین به همراه انجام تمرین تخلیه گلیکوژنی، محرکی برای افزایش IGF-1 سرم پس از چهار هفته تمرین نیست. از طرفی IGF-1 نیز تحت تأثیر سن و جنس قرار می‌گیرد (تیتون، ۲۰۰۶). تحقیقات نشان داده‌اند که میزان IGF-1 استراحتی در زنان نسبت به آقایان بالاتر بوده و همزمان با افزایش سن، میزان IGF-1 استراحتی کاهش می‌یابد (۲۶). در مطالعه حاضر چون فقط مردان مورد مطالعه قرار گرفتند، لذا تأثیر جنس بر نتایج تحقیق به حداقل می‌رسد و تأثیرگذار نمی‌باشد. دامنه سنی آزمودنی‌های مطالعه حاضر مطابق با جدول شماره (۲)، ۱۹/۵۰ سال بود؛ بدین معنی که این افراد در دامنه سنی بسیار نزدیک و جوان بودند. بنابراین، می‌توان گفت اثرگذاری سنی بر نتایج تحقیق بسیار کم و قابل چشم‌پوشی است و در نتیجه جنس و سن آزمودنی‌ها در تحقیق حاضر تأثیر مستقیمی بر میزان IGF-1 سرم ندارد. پژوهش‌های زیادی باید درباره دستگاه IGF انجام شود؛ زیرا به دلیل پیچیدگی فرآیندهای آن، ابهامات زیادی هنوز وجود دارد. به ویژه IGF ها به علت مشارکت در سازگاری‌های ورزشی، در ترمیم و بازسازی استخوان و عضله اسکلتی حائز اهمیت هستند. برای انتقال پیام هورمونی IGF-1 به DNA در هسته سلول، به یک دستگاه پیام‌رسانی نیاز است. نوعاً فعالیت ورزشی می‌تواند سازوکارهای پیام‌رسان IGF-1 را تحریک کند. برای تحریک مسیر پیام‌رسانی MTOR (هدف پستانداری راپاماسین) یا IGF-1 یا گیرنده‌ها وارد تعامل می‌شوند که این موضوع باعث افزایش عملکرد دستگاه ژنتیکی تحریک سنتز پروتئین می‌گردد. زمانی که سطح آمادگی بدنی فردی افزایش یابد، غلظت استراحتی IGF زیاد می‌شود. افزایش بارز IGF-1 ناشی از بار فشار تمرینی، تابعی از شدت و حجم فعالیت ورزشی، میزان آمادگی بدنی و کربوهیدرات/ پروتئین مصرفی است (۱۲). مقادیر زیادتر آمادگی بدنی و مصرف زیاد کربوهیدرات و پروتئین، باعث افزایش غلظت استراحتی IGF-1 می‌شود. نتایج مطالعات نشان می‌دهند که پس از فعالیت ورزشی، میزان IGF-1 در مردان و زنان، هر دو افزایش می‌یابد (۱۲-۱۳). اما در تحقیق حاضر افزایش یا تغییر در مقادیر IGF-1 مردان سالم غیرفعال پس از دوره کاهش حجم تمرینی مشاهده نشد.

<https://arjnses.gon.ac.ir>

1. Lundby
2. Cadegiani
3. Méline
4. Schmit

کراتین کیناز آنزیمی است که در تبدیل کراتین به کراتین فسفات یا بالعکس تسریع کرده، و در فعالیت‌های بیشینه که چند ثانیه به طول می‌انجامد، عمل می‌کند. بنابراین، می‌توان گفت در فعالیت‌های ورزشی بیشینه و کوتاه مدت (مانند فعالیت‌های مقاومتی) که در آنها دستگاه‌های انرژی بی‌هوازی (فسفاژن و گلیکولیز بی‌هوازی) درگیرند، فعالیت آنزیم کراتین کیناز افزایش پیدا می‌یابد (۲۷). به نظر می‌رسد تفاوت‌های فردی ورزشکاران در پاسخ به تمرین، از دلایلی باشد که شاهد اینگونه تناقض‌ها در یافته‌ها هستیم. تفاوت‌های فردی می‌تواند تأثیر مهمی بر پاسخ‌های هورمونی طی دوره تیپرینگ داشته باشد. همچنین حالات روحی و روانی افراد می‌تواند در این پاسخ‌ها دخیل باشد. لذا، افراد می‌توانند در شرایط مختلف تمرینی، پاسخ‌های متفاوتی را نشان دهند، عدم همخوانی نتایج مطالعه حاضر با پژوهش‌های غیرهمسو ممکن است به ناکافی بودن شدت و مدت زمان فعالیت ورزشی مربوط باشد. همچنین به نظر می‌رسد مدت زمان دوره تیپر در مطالعه حاضر به اندازه کافی نبوده است، و شاید اگر دوره تیپر طولانی‌تر بود، می‌توانست منجر به تغییرات کراتین کیناز به عنوان یک عامل استرسی و همچنین IGF-1 به عنوان یک عامل رشدی شود. لذا، پیشنهاد می‌شود در پژوهشی دیگر به بررسی دوره کاهش حجم تمرین در بازه زمانی طولانی‌تر و در افراد ورزشکار و فعال نیز پرداخته شود.

۵. نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد که دوره‌های مختلف کاهش تدریجی ۵۰٪ و ۷۵٪ حجم تمرین پس از چهار هفته تمرین تخلیه گلیکوژنی بر میزان کراتین کیناز و هورمون رشد شبه انسولینی-۱ مردان سالم غیرفعال، تأثیر معناداری ندارد. از طرف دیگر، یافته‌های حاصل در مورد تفاوت بین گروهی حاکی از آن است که تغییر مقادیر کراتین کیناز آزمودنی‌ها پس از شرکت در تعدیل تمرین، از نظر آماری معنادار نبود. لذا، یک هفته تیپر کاهش حجم تمرینی نمی‌تواند منجر به تغییر در عوامل رشدی و استرسی گردد. بنابراین، نمی‌توان به افراد غیرفعال توصیه به کاهش حجم تمرینی یک هفته‌ای پس از تمرینات سنگین تخلیه گلیکوژنی نمود.

۶. قدردانی و تشکر

نویسندگان از تمامی دانشجویان شرکت‌کننده در تحقیق، و همچنین افرادی که در انجام تحقیق همکاری داشته‌اند، صمیمانه تشکر و سپاسگزاری می‌نمایند.

References

1. Shohani M, Badfar G, Nasirkandy MP, Kaikhavani S, Rahmati S, Modmeli Y, Soleymani A & Azami M. The Effect of Yoga on Stress, Anxiety, and Depression in Women. *Int J Prev Med.* 2018; 21: 1-3. https://doi.org/10.4103/ijpvm.IJPVM_242_16
2. Bompa TO & Carrera M. *Periodization training for sports.* 2005. YRL= <https://cir.nii.ac.jp/crid/1130282270435520512>
3. Koepp KK & Janot JM. Tapering: science and practice: avoid overtraining and enhance athletic performance by using basic tapering principles. *IDEA Fitness Journal.* 2005; 2(8): 50-8.
4. Mujika Ii. *Tapering and peaking for optimal performance.* *Human Kinetics Champaign,* 2009. <http://www.inigomujika.com/libros/tapering-and-peaking-for-optimal-performance/>
5. Paraiso LF, Gonçalves-E-Oliveira AF, Cunha LM, de Almeida Neto OP, Pacheco AG, Araújo KB, Garrote-Filho MD, Bernardino Neto M & Penha-Silva N. Effects of acute and chronic exercise on the osmotic stability of erythrocyte membrane of competitive swimmers. *PLoS one.* 2017; 12(2): e0171318. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171318>
6. Vachon A, Berryman N, Mujika I, Paquet JB, Arvisais D & Bosquet L. Effects of tapering on neuromuscular and metabolic fitness in team sports: a systematic review and meta-analysis. *European journal of sport science.* 2021; 21(3): 300-311. <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1736183>
7. Cadejani FA & Kater CE. Basal Hormones and Biochemical Markers as Predictors of Overtraining Syndrome in Male Athletes: The EROS-BASAL Study. *Journal of athletic training.* 2019; 54(8): 906-14. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-148-18>
8. Rosset R, Lecoultre V, Egli L, Cros J, Dokumaci AS, Zwygart K, Boesch C, Kreis R, Schneiter P & Tappy L. Postexercise repletion of muscle energy stores with fructose or glucose in mixed meals. *Am J Clin Nutr.* 2017; 105(3): 609-617. <https://doi.org/10.3945/ajcn.116.138214>
9. Leal DV, Standing ASI, Furmanski AL & Hough J. Polymorphonuclear leucocyte phagocytic function, $\gamma\delta$ T-lymphocytes and testosterone as separate stress-responsive markers of prolonged, high-intensity training programs. *Brain Behav Immun Health.* 2021; 13: 100234. <https://doi.org/10.1016/j.bbih.2021.100234>
10. Oliveira RA, Sierra APR, Benetti M, Ghorayeb N, Sierra CA, Kiss MAPDM & Cury-Boaventura MF. *Impact of Hot Environment on Fluid and Electrolyte Imbalance, Renal Damage, Hemolysis, and Immune Activation Postmarathon.* *Oxidative Medicine and Cellular Longevity.* 2017: 1-11. <https://doi.org/10.1155/2017/9824192>
11. Bagheri L & Faramarzi M. The effect of eight weeks of combined training on the ratio of growth hormone to insulin-like growth factor in an elderly women's serum. *Journal of exercise physiology and physical activities.* 2015; 8(2): 249-1256. [in persian]
12. Nasrollahi H, Gaeini AA, Biglari S & Ghardashi Afousi A. Changes of insulin-like growth factor I gene expression in gastrocnemius muscle of male Wistar rats after a period of high-intensity interval training. *Daneshvar Medicine.* 2020; 25(5): 31-38. [in persian]
13. Mobaraki A, Hejazi M & Ramadanpour MR. Effect of eight weeks aerobic periodic training with increasing intensity on insulin-like growth factor (IGF-1) and insulin resistance in middle-aged

- women with type 2 diabetes. *J Birjand Univ Med Sci*. 2018; 25(4): 317-325. [in persian]
14. Abdi Keykanlo N, Rohani H & Asari F. Effects of 8 weeks aerobic training on body composition and plasma levels of insulin-like growth factor-1 and insulin-like growth factor binding protein-3 in obese women. *Koomesh*. 2014; 5(3): 302-309. [in persian]
 15. Manojlović V & Erčulj F. Using blood lactate concentration to predict muscle damage and jump performance response to maximal stretch-shortening cycle exercise. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 2018; 59(4): 581-586.
<https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.08346-9>
 16. Ball S, Halaki M, Sharp T & Orr R. Injury Patterns, Physiological Profile, and Performance in University Rugby Union. *Int J Sports Physiol Performance*. 2018; 13(1): 69-74.
<https://doi.org/10.1123/ijspp.2017-0023>
 17. Jürimäe J & Purge P. Irisin and inflammatory cytokines in elite male rowers: adaptation to volume-extended training period. *J Sports Med Phys Fitness*. 2020; 61(1): 102-108.
<https://doi.org/10.23736/S0022-4707.20.11076-4>
 18. Ghasemi Kahrizsangi A, Kazemi A, Ravasi A & Dehkhoda M. The effect of glucose and glutamine supplementation on serum HSP72 in non-athlete men during four weeks exhausting endurance-intermittent training. *Res in Sport Med & Technol*. 2014; 12(7): 1-12. [in persian]
 19. Amaro-Gahete FJ, De-La-O A, Sanchez-Delgado G, Robles-Gonzalez L, Jurado-Fasoli L, Ruiz JR & Gutierrez A. Whole-body electromyostimulation improves performance-related parameters in runners. *Frontiers in physiology*. 2018; 9: 1576. [https://doi.org/10.3389/fphys. \(2018\). 01576](https://doi.org/10.3389/fphys. (2018). 01576)
 20. Rusnak M, VanderMeulen M, Byrd B, Byrd G, Rusnak R, Martin J & Hew-Butler T. Muscle Damage, Soreness, and Stress During Preseason Training in Collegiate Swimmers. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2021; 31(3): 237-43.
<https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000736>
 21. Raimundo JAG, Turnes T, de Aguiar RA, Lisbôa FD, Loch T, Ribeiro G & Caputo F. The Severe Exercise Domain Amplitude: A Comparison Between Endurance Runners and Cyclists. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 2019; 90(1): 3-13.
<https://doi.org/10.1080/02701367.2018.1549356>
 22. Hovanlo F, Khosrow E & Alizadeh R. The effects of two tapering methods on physical and physiological factors in amateur soccer players. *World Journal of Sport Sciences*. 2012; 6(2): 194-9.
 23. Lundby C, Hamarstrand H, Hansen J, Bjørndal H, Berge SN, Hammarstöm D & Rønnestad BR. Hematological, skeletal muscle fiber, and exercise performance adaptations to heat training in elite female and male cyclist. *Journal of Applied Physiology*. 2023; 135(1): 217-26.
<https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00115.2023>
 24. Méline T, Mathieu L, Borrani F, Candau R & Sanchez AM. Systems model and individual simulations of training strategies in elite short-track speed skaters. *Journal of sports sciences*. 2019; 37(3): 347-55. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1504375>
 25. Schmit C, Duffield R, Hausswirth C, Brisswalter J & Le Meur Y. Optimizing Heat Acclimation for Endurance Athletes: High- Versus Low-Intensity Training. *Int J Sports Physiol Perform*. 2018; 13(6): 816-23. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2017-0007>. PMID: 28872380

26. White P, Abbey S & Angus B. Anomalies in the review process and interpretation of the evidence in the NICE guideline for chronic fatigue syndrome and myalgic encephalomyelitis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2023; 10: 2022-330463. <https://doi.org/10.1136/jnnp-2022-330463>
27. Kashef M, Nameni F & Lari A. The effect of static stretching trainings derived from eccentric contractions on delayed onset muscle soreness. *Olympic Journal*. 2003; 10(3): 12-21. [in persian]