
تأثیر تمرینات قدرتی و مصرف مکمل کربوهیدرات بر برخی فاکتور های آمادگی جسمانی مردان بدنساز

احسان ا... فخارزاده^۱، محمد امین صفری^{۲*}

ص.ص: ۴۰-۲۵

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۶/۲۵

تاریخ تصویب: ۹۹/۱۱/۰۱

چکیده

جستجو برای دستیابی به یک ماده جادویی که موجب اعطای یک رده‌ی بالاتر رقابتی شود، همیشه مد نظر بوده است. هدف این پژوهش بررسی تأثیر هشت هفته تمرین قدرتی و مصرف مکمل کربوهیدرات بر چابکی، انعطاف‌پذیری، توان انفجاری و سرعت مردان بدنساز می‌باشد. بدین منظور ۳۶ مرد جوان بدنساز، داوطلب شرکت در تحقیق شدند و به طور تصادفی به سه گروه تجربی، دارونما و کنترل تقسیم شدند. آزمودنی‌های گروه تجربی مکمل کربوهیدرات و آزمودنی‌های گروه دارونما، دارونما مصرف کردند اما گروه کنترل هیچ‌گونه مکملی را مصرف نکردند. آزمودنی‌های هر سه گروه به مدت ۸ هفته، هفته‌ای ۳ جلسه و هر جلسه به مدت ۶۰ دقیقه تمرینات قدرتی منتخب با شدت ۸۰-۶۰ درصد یک تکرار بیشینه را انجام دادند. قبل و بعد از هشت هفته چابکی، انعطاف‌پذیری، توان انفجاری و سرعت آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS و روش آماری تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی بونفرونی انجام شد سطح معنی داری $p \leq 0/05$. نتایج تحقیق نشان داد که توان انفجاری بین گروه‌های تحقیق تفاوت آماری معنی‌داری دارد ($p=0/019$)، اما بین مقادیر چابکی، انعطاف‌پذیری و سرعت تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها مشاهده نگردید. با توجه به نتایج تحقیق، می‌توان بیان کرد که تمرینات قدرتی همراه با مصرف مکمل کربوهیدرات باعث افزایش توان انفجاری می‌شود و پیشنهاد می‌شود که بدنسازان در کنار برنامه تمرینی خود از مکمل کربوهیدرات برای بهبود برخی از عوامل آمادگی جسمانی از جمله توان انفجاری خود استفاده کنند.

واژه های کلیدی: آمادگی جسمانی، تمرینات قدرتی، توان، جوانان بدنساز، مکمل کربوهیدرات

^۱ . کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزش، بخش تربیت و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم، جهرم، ایران
^۲ . دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گرایش بیوشیمی و متابولیسم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

Effect of Strength Training and Carbohydrate Supplementation on the Physical Fitness of Male Bodybuilder

Fakharzadeh, E. (MA), Safari, M. A.* (MA)

Abstract

The search for a magical substance that will give it a higher competitive level has always been a concern. The aim of this study was to investigate the effect of eight weeks of strength training and carbohydrate supplementation on agility, flexibility, explosive power and speed of bodybuilding men. For this purpose, 36 young bodybuilders volunteered to participate in the study and were randomly divided into three experimental, placebo, and control groups. The experimental group received carbohydrate supplementation and the placebo group received placebo, but the control group did not take any supplement. Subjects in all three groups performed selected strength training with 60-80% of maximal repetition for 8 weeks, 3 sessions per week and 60 minutes each session. Agility, flexibility, explosive power and speed of subjects were measured before and after eight weeks. Data were analyzed by SPSS software and one-way ANOVA and Bonferroni post hoc test. Significant level was $p \leq 0.05$. The results showed that there was a statistically significant difference in explosive power between the groups ($p = 0.019$), but no significant differences were found between agility, flexibility, and speed. According to the results of the study, it can be stated that strength training combined with carbohydrate supplementation increases explosive power and it is recommended that bodybuilders, along with their exercise program, use carbohydrate supplements to improve some of their fitness factors, including their explosive power.

Keywords: bodybuilding youth, carbohydrate supplement, physical fitness, power, strength training.

مقدمه

تلاش به منظور دستیابی به یک ماده جادویی که موجب موفقیت در شرایط رقابتی شود، همیشه مد نظر بوده است. ورزش در سطح حرفه‌ای فشارهای زیادی را با پاداش و جوایز فراوان برای کسب موفقیت به همراه دارد که این عوامل خارجی باعث افزایش انگیزه در ورزشکاران شده و باعث می‌شود که ورزشکاران شرایط و وضعیت فعالیت خود را ارتقاء دهند (ایرکی و همکاران^۱، ۲۰۱۹). به طور کلی تغذیه به عنوان یک فاکتور حیاتی آمادگی جسمانی و عملکرد ورزشی معرفی می‌شود. افزایش آگاهی و شناخت انسان از تغذیه و اثرات آن بر روی سوخت و ساز باعث مدیریت صحیح در دریافت و مصرف غذا و نیز ارتقاء عملکرد ورزشی می‌شود. بسیاری از ورزشکاران در ورزش از مکمل‌ها برای افزایش عضله، به دست آوردن قدرت، پیشگیری از بیماری یا بیماری‌ها در آینده و نیز بهبود عملکرد ورزشی استفاده می‌کنند (اپانگ^۲، ۲۰۱۹؛ بیانکو و همکاران^۳، ۲۰۱۱). از سویی دیگر کربوهیدرات یکی از منابع مهم انرژی برای سوخت و ساز است. در ورزش‌های هوازی و بی‌هوازی نیاز به کربوهیدرات از گلیکوژن موجود در عضله اسکلتی و گلوکز موجود در خون تأمین می‌شود. به این دلیل که کربوهیدرات‌ها انرژی را سریع‌تر آزاد می‌کنند؛ بدن ترجیح می‌دهد در مراحل اولیه فعالیت از این منابع استفاده کند و در صورتی که کربوهیدرات کافی برای بدن تأمین نشود، بدن به سمت استفاده از منابع دیگر همچون پروتئین‌ها می‌رود؛ این عملکرد سبب شکسته شدن بافت عضلانی خواهد شد. از این رو کربوهیدرات‌ها می‌توانند، علاوه بر آن که به صورت مستقیم توسط بدن مورد استفاده قرار گیرند؛ بلکه در کبد و عضلات نیز ذخیره شوند (بهاری راد و همکاران^۴، ۲۰۱۹؛ جورکش و صدی، ۲۰۱۲). همچنین کربوهیدرات برای اکثر ورزش‌ها منبع تولید انرژی است. کربوهیدرات‌ها به صورت فوری و ضروری انرژی بدن را تأمین می‌کنند. همچنین کربوهیدرات‌ها برای حفظ و نگهداری ذخیره‌ی انرژی و نیز برگشت به حالت اولیه بعد از تمرین لازم و ضروری هستند. حذف کربوهیدرات از رژیم غذایی ورزشکار به معنای حذف او از مسابقه و رقابت است (دی موراس و همکاران^۵، ۲۰۱۹؛ لایت^۶، ۲۰۰۹) بنابراین ورزشکار در هنگام تمرین یا مسابقه نسبت به هر زمان دیگری از زندگی به میزان کالری بالاتری نیاز دارد. انرژی مورد نیاز به نوع ورزش و برنامه تمرینی نیز بستگی دارد. (قاسم نژاد و ایرانی صفت، ۲۰۱۳). از طرفی آمادگی جسمانی که از طریق تمرینات ورزشی بدست می‌آید برای سلامتی و تندرستی عموم جامعه ضروری می‌باشد. با این وجود، آمادگی جسمانی بالاتر از یکی از نتایج تمرین است. ضمن این که تمرین به منظور حفظ و نگهداری آمادگی جسمانی لازم است ولی تنها لازمه محسوب نمی‌شود. تغذیه مناسب، استراحت کافی، ارزیابی

¹ Iraki et al

² Apong

³ Bianco et al

⁴ Baharirad et al

⁵ de Moraes et al

⁶ Lit

سلامتی و عادات‌های بهداشتی مطلوب همگی مکمل آمادگی جسمانی هستند (نبوی و خالدان، ۲۰۰۶). و نیز موفقیت در هر ورزشی نیازمند قابلیت‌های جسمانی اصلی در تعیین میزان اثربخشی برنامه‌های تمرینی بر اجرای ورزشی و نیز آگاهی از وضعیت آمادگی جسمانی ورزشکاران است. اندازه‌گیری پیوسته قابلیت‌های جسمانی که از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر اجرای ورزشی موفقیت‌آمیز است، از وظایف مربیان ورزشی می‌باشد. بنابراین آزمون‌گیری اولین گام در گزینش ورزشکاران محسوب می‌شود و به دنبال آن برنامه‌های تمرینی به منظور ارتقاء فاکتورهای آمادگی جسمانی تدوین می‌گردد (ایشی هارا و همکاران^۱، ۲۰۱۸؛ آقاعلی نژاد و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین تقاضای بیش از حد جامعه برای ارتقای عملکردهای ورزشی باعث شده است تا ورزشکاران و مربیان، هر نوع اظهار نظر و توصیه‌ای را برای کسب موفقیت سریع به پذیرند. مکمل‌های تغذیه ورزشی در صورت لزوم با مصرف صحیح، فواید قابل توجهی دارند، با وجود این، اثر بخشی اثبات شده است که تعداد کمی از آن‌ها باعث بهبود عملکرد ورزشی می‌شوند (کرکیچ و همکاران^۲، ۲۰۱۸؛ گائینی و همکاران، ۲۰۱۲). در این زمینه تحقیقات بسیار زیادی انجام شده است به عنوان مثال برتولتی و همکاران^۳ (۲۰۱۳) در پژوهش خود به بررسی تأثیر کربوهیدرات در توانایی دوی سرعت در بازیکنان فوتبال پرداختند؛ و به این نتیجه دست یافتند که مصرف کربوهیدرات باعث ایجاد تفاوت معنی‌داری در عملکرد دوی سرعت در بازیکنان فوتبال نشده است (برتولتی و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین کوپر و همکاران^۴ (۲۰۱۴) نیز به این نتیجه دست یافتند که آزمودنی‌هایی که از مکمل کافئین و کربوهیدرات استفاده می‌کردند؛ در هنگام عملکرد سرعتی شاخص خستگی پایین‌تری نسبت به گروه دارونما و شاهد داشتند (کوپر و همکاران، ۲۰۱۴). لینچ^۵ (۲۰۱۳) نیز در تحقیقی به مقایسه تأثیر نوشیدنی پروتئین و کربوهیدرات روی عملکرد چابکی و سرعت به دنبال تمرینات شدید قدرتی پرداخت. اما تفاوت معنی‌داری در آزمون چابکی و سرعت آزمودنی‌های شرکت‌کننده در تحقیق پس از یک هفته مشاهده نکرد اما آزمودنی‌هایی که نوشیدنی پروتئینی مصرف می‌کردند نسبت به نوشیدنی کربوهیدرات نتایج بهتری در آزمون‌های چابکی و سرعت داشتند (لینچ، ۲۰۱۳). علاوه بر این کاظم‌زاده و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقی به بررسی تأثیر مصرف مکمل کربوهیدرات و پروتئین بر روی قدرت ماهیچه بعد از دوازده هفته تمرین قدرتی پرداختند. و به این نتیجه رسیدند که افزایش معنی‌داری در قدرت ماهیچه این آزمودنی‌ها پس از دوازده هفته تمرین ایجاد گردید (کاظم‌زاده و همکاران، ۲۰۱۲). بنابراین با توجه به نتایج ضد و نقیض تحقیقات در این زمینه و همچنین تنوع رشته‌های ورزشی و ویژگی‌های تمرین که باعث به وجود آمدن پاسخ‌های اختصاصی می‌شود و کمبود پژوهش‌های مربوط به بدنسازان در مطالعه حاضر تلاش می‌شود که به بررسی تأثیر هشت

^۱ Ishihara et al

^۲ Kerksick et al

^۳ Bortolotti et al

^۴ Cooper et al

^۵ Lynch

هفته تمرین قدرتی و مصرف مکمل کربوهیدرات بر چابکی، انعطاف پذیری، توان انفجاری و سرعت مردان بدنساز پرداخته شود. امید است نتایج این پژوهش بتواند به پژوهشگران، ورزشکاران و مربیان در زمینه استفاده از مکمل کربوهیدراتی همزمان با فعالیت قدرتی کمک نماید تا به حداکثر نتیجه دلخواه خود در این زمینه دست یابند.

روش شناسی تحقیق

مواد و روشها

پژوهش حاضر از نظر نوع تحقیق کاربردی است و با توجه به ماهیت موضوع و هدف های پژوهش از نوع نیمه تجربی و مقطعی می باشد، که به صورت میدانی انجام شد.

جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری این پژوهش را کلیه بدنسازان شهر جهرم که شامل ۲۵۰ نفر بودند، را تشکیل می دادند که از این تعداد ۳۶ مرد سالم بدنساز به صورت خوشه ای با میانگین سنی ۲۰-۳۰ سال به صورت داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند و به صورت تصادفی در سه گروه تجربی (۱۲ نفر) دارونما (۱۲ نفر) و گروه کنترل (۱۲ نفر) قرار گرفتند.

شرایط ورود و خروج به تحقیق و نحوه نمونه گیری

از جمله شرایط ورود به تحقیق به جز دامنه سنی (۲۰-۳۰ سال) مواردی همچون: سلامت کامل جسمانی، مصرف نکردن سیگار، استفاده نکردن از مکمل هایی مانند کراتین، گلوکز، کافئین، مکمل های ویتامینی، کورتیکواستروئیدها حداقل ۳۰ روز قبل از آزمون و عدم ابتلا به بیماری های مزمن همچون دیابت و نروپاتی محیطی بود (فلاح محمدی و همکاران، ۲۰۱۱).

برای تعیین نمونه مورد نظر با مراجعه به هیئت بدنسازی شهرستان جهرم، تعداد ناحیه ها شهر جهرم مورد بررسی قرار گرفته شد که از بین آن ها یک ناحیه انتخاب گردید. سپس تعداد باشگاه های آن ناحیه تعیین شد. همچنین یک باشگاه به عنوان نمونه انتخاب شد و در ادامه با مراجعه به باشگاه مورد نظر و توضیح در مورد نحوه اجراء تحقیق به بدنسازان ۳۶ نفر از آن ها به صورت داوطلبانه برای تحقیق شرکت کردند و رضایت نامه کتبی و پرسشنامه سلامت پزشکی خود را تحویل محققین دادند.

ابزار اندازه گیری

در این پژوهش از آزمون چهار در نه (۳ در ۹)، (ایلی نویز)، جهت اندازه گیری چابکی استفاده شد. تست ایلی نویز دارای ۳ مسیر موازی ۹ متری است. نحوه اجرای آزمون بدین ترتیب است که آزمودنی در نقطه شروع قرار می گیرد و با صدای (رو) شروع به حرکت می کند که مسیر اول را به صورت رفت و برگشت حرکت می کند، سپس مسیر دوم (وسط) را به صورت مارپیچ رفت و برگشت انجام می شود و در نهایت مسیر سوم را به صورت رفت و برگشت انجام داده که از خط پایان گذشته و کورنومتر متوقف می شود.

لازم به ذکر است که آزمودنی کلا ۴ مسیر ۹ متری را طی می‌کند (وسکوی و وان‌هیس^۱، ۲۰۱۰). همچنین از آزمون نشستن و رسیدن اصلاح شده هوگو، جهت اندازه‌گیری انعطاف‌پذیری استفاده شد. این آزمون با کمک جعبه مخصوص و ثبت اندازه کشش بر حسب سانتی متر اجرا شد. در این آزمون در حالی که فرد با پاهای صاف و کشیده روی زمین نشسته بود، تا حد ممکن دست‌های خود را به جلو کشید و میزان کشش بر اساس خط کشی که بر روی جعبه نصب شده بود، بر اساس واحد اندازه‌گیری سانتی متر، محاسبه گردید (گوالدی روسو و زاکاگنی^۲، ۲۰۰۱).

علاوه بر این از آزمون پرش عمودی سارجنت جهت اندازه‌گیری قدرت انفجاری عضلات پا استفاده شد. در این روش، ابتدا از آزمودنی خواسته شد تا به پهلو در کنار دیواری که با استفاده از متر و بر حسب سانتی‌متر مشخص شده بود، قرار بگیرد و دست خود را تا حد ممکن بالا بکشد و تخته را لمس کند. در این حالت، نقطه‌ای که آزمودنی دست اش به آن می‌رسید، ثبت می‌گردید. سپس بعد از ۲ الی ۳ ثانیه مکث با صدای ((رو)) آزمودنی با تمام قدرت به بالا پریده تا تخته را در بالاترین نقطه ممکن لمس کند. آزمودنی پرش را سه بار انجام داده و بهترین رکورد او ثبت می‌گردید. در نهایت با به دست آوردن اختلاف بین دو نقطه ثبت شده، میزان مسافت پرش هر آزمودنی به دست آمد (برتینی و همکاران^۳، ۲۰۰۳).

در نهایت از آزمون سرعت ۴۰ یاردی (۳۶ متر) برای سنجش سرعت استفاده شده است. در این آزمون هر کدام از آزمودنی‌ها به صورت استارت ایستاده در مسیر ۴۰ یاردی (۳۶ متر) که از قبل مشخص شده بود، قرار گرفتند و با صدای ((رو)) مسافت مشخص شده با حداکثر سرعت و در کمترین زمان ممکن طی گردید (گوالدی روسو و زاکاگنی^۴، ۲۰۰۱).

محاسبه یک تکرار بیشینه^۴

حداکثر وزنه‌ای را که یک عضله یا گروه عضلانی، فقط برای یک بار می‌تواند بلند کند یک تکرار بیشینه برای آن عضله یا گروه عضلانی می‌نامند (بانیارد و همکاران^۵، ۲۰۱۹). برای اندازه‌گیری یک تکرار بیشینه ابتدا وزنه‌ای انتخاب گردید که آزمودنی بتواند بیش از ۶ تکرار انجام دهد تا به مرز خستگی برسد؛ سپس از طریق فرمول زیر یک تکرار بیشینه محاسبه گردید.

$$\text{یک تکرار بیشینه} = \frac{\text{وزنه‌ی جا به جا شده (کیلو گرم)}}{0.278 \times (\text{تعداد تکرار تا خستگی}) - 1.0278}$$

¹ Vescovi, & Vanheest

² Gualdi-Russo & Zaccagni

³ Bertini et al

⁴ 1RM (1 repetition maximum)

⁵ Banyard et al

نحوه اجرا

بعد از تقسیم بندی آزمودنی‌ها به سه گروه، آزمودنی‌های هر سه گروه به مدت هشت هفته، هفته‌ای سه جلسه و هر جلسه به مدت ۶۰ دقیقه تمرینات قدرتی شامل حرکات اسکات، جلو ران، پشت ران، پرس سر شانه از جلو هالتر، لیفت کمر، جلو بازو هالتر ایستاده و پشت بازو هالتر خوابیده بود، را با شدت ۸۰-۶۰ درصد یک تکرار بیشینه با فواصل استراحتی ۴۵ ثانیه تا یک دقیقه بین هر ست و دو دقیقه بین هر حرکت انجام دادند. آزمودنی‌های گروه تجربی ۵۰ گرم پودر مکمل کربوهیدرات خالص با طعم پرتغال مارک الیمپ ساخت اروپای مرکزی را ۳۰ دقیقه قبل از تمرین و به صورت محلول در ۲۰۰ سی سی آب مصرف می‌کردند اما آزمودنی‌های گروه دارونما از آب همراه با سه گرم پودر پرتقال در میکسرهای مخصوص استفاده می‌کردند و گروه کنترل هیچ‌گونه مکملی را در طی هشت هفته تمرین مصرف نمی‌کردند. همچنین به آزمودنی‌ها برنامه غذایی روزانه داده شد تا تمام آزمودنی‌ها از برنامه غذایی یکسانی خارج از ساعات تمرین برخوردار باشند. یک هفته قبل از آغاز تحقیق آزمودنی‌ها ابتدا در جلسه آشنا-سازی شرکت کردند و با نحوه صحیح اجرای تمرینات آشنا شدند. سپس برای جمع‌آوری داده‌های خام آزمودنی‌ها از آزمون‌های استاندارد مربوطه استفاده شد. پس از هشت هفته تمرین و در مرحله پس آزمون مجدداً عوامل آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها ارزیابی شد.

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ استفاده گردید. همچنین برای تعیین میانگین و انحراف معیار از آمار توصیفی و در بخش آمار استنباطی از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف به منظور طبیعی بودن توزیع داده‌ها و نیز از آزمون لوین جهت تعیین همگنی واریانس داده‌ها و از آزمون آماری تحیل واریانس یک طرفه و آزمون تعقیبی بونفرونی برای بررسی اختلاف معناداری میانگین‌ها بین گروه‌ها استفاده شد. سطح معنی‌داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها در این تحقیق در جدول (۱) آورده شده است. همچنین آماره-های توصیفی متغیرهای اندازه‌گیری شده در این تحقیق در جدول (۲) گزارش شده است.

جدول (۱) میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های جمعیت شناسی شرکت کنندگان

متغیر	(سن) (سال)	قد(قد) (سانتی متر) (سانتی متر)	وزن(وزن) (کیلوگرم)	شاخص توده بدنی(کیلوگرم بر متر مربع) اخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	گروه
تجربی	۲۵/۲۵±۳/۷۵	۱۸۰/۷۶±۸/۶۷	۸۲/۳۸±۱۴/۴۸	۲۵/۲۴±۲/۳۸	
دارونما	۲۴/۴۲±۳/۱۷	۱۷۸/۹۶±۷/۸۲	۸۶/۴۹±۱۳/۴۳	۲۷/۲۰±۴/۶۵	
کنترل	۲۶/۰۸±۲/۹۶	۱۷۷/۲۴±۹/۶۵	۸۲/۸۷±۱۲/۶۴	۲۵/۵۷±۲/۳۰	

جدول (۲) آماره های توصیفی متغیرهای اندازه گیری شده در گروه های مورد مطالعه

پس آزمون	پیش آزمون	مراحل تحقیق	
		متغیر - گروه ها	
۳۱/۲۷±۳/۷۴	۳۰/۵۲±۳/۵۱	تجربی	انعطاف پذیری (سانتی متر)
۳۱/۳۵±۶/۵۹	۳۰/۶۶±۳/۴۳	دارونما	
۳۱/۱۷±۳/۲۴	۳۰/۷۰±۳/۲۸	کنترل	
۵۷/۱۹±۶/۶۹	۴۶/۱۵±۸/۸۶	تجربی	توان انفجاری (سانتی متر)
۴۷/۶۱±۸/۹۸	۴۴/۳۴±۹/۹۲	دارونما	
۴۸/۰۱±۱۰/۴۷	۴۵/۰۴±۱۰/۸۲	کنترل	
۵/۳۸±۰/۷۰	۵/۲۴±۰/۷۴	تجربی	سرعت (ثانیه)
۵/۱۱±۰/۶۲	۵/۱۲±۰/۵۹	دارونما	
۵/۰۸±۰/۷۷	۵/۰۲±۰/۶۰	کنترل	
۱۰/۷۴±۱/۴۰	۱۰/۷۲±۱/۵۲	تجربی	چابکی (ثانیه)
۱۰/۴۰±۱/۴۲	۱۰/۴۹±۱/۶۳	دارونما	
۱۰/۵۵±۱/۴۵	۱۰/۵۷±۱/۴۲	کنترل	

در ادامه نیز قبل از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون تعقیبی بونفرونی، آزمون کولموگروف-اسمیرنوف به منظور طبیعی بودن توزیع داده ها گرفته شد و سطوح مختلف عاملها در جدول (۳) نشان داده شد. همان گونه که نشان داده شده توزیع کلیه داده های به دست آمده در این تحقیق طبیعی است زیرا در تمامی موارد نتیجه آزمون کولموگروف-اسمیرنوف غیر معنی دار است ($p > 0.05$).

جدول (۳) نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف

پس آزمون	پیش آزمون	مراحل تحقیق	
		متغیر - گروه ها	
۰/۹۴	۰/۹۷	تجربی	چابکی (ثانیه)
۰/۵۷	۰/۷۷	دارونما	
۰/۸۲	۰/۹۴	کنترل	
۰/۹۹	۰/۹۹	تجربی	انعطاف پذیری (سانتی متر)
۰/۹۹	۰/۸۹	دارونما	
۰/۹۰	۰/۸۶	کنترل	
۰/۹۷	۰/۸۶	تجربی	توان انفجاری (سانتی متر)
۰/۸۰	۰/۹۸	دارونما	

۰/۸۷	۰/۹۹	کنترل	سرعت (ثانیه)
۰/۵۵	۰/۹۷	تجربی	
۰/۵۹	۰/۴۱	دارونما	
۰/۶۸	۰/۴۶	کنترل	

سپس جهت تعیین اثر تمرین قدرتی و مصرف مکمل کربوهیدرات در مردان بدنساز به مقایسه میانگین های چابکی، انعطاف پذیری، سرعت و توان انفجاری در سه گروه پرداخته شد. و نتایج در جدول (۴) آورده شده است.

جدول (۴) مقایسه متغیر چابکی، انعطاف پذیری، سرعت و توان انفجاری پس از هشت هفته بین گروه های مورد بررسی

معنی داری	آماره F	میانگین مربعات	درجه آزادی	آماره	منبع
۰/۸۰۴	۰/۲۱۹	۰/۳۶۰ ۱/۶۴۲	۲	بین گروه ها	چابکی
			۳۳	درون گروه ها	
			۳۵	کل	
۰/۹۹۲	۰/۰۰۸	۰/۱۰۳ ۱۲/۱۱	۲	بین گروه ها	انعطاف پذیری
			۳۳	درون گروه ها	
			۳۵	کل	
۰/۵۲۲	۰/۶۶۳	۰/۳۲۸ ۰/۴۹۵	۲	بین گروه ها	سرعت
			۳۳	درون گروه ها	
			۳۵	کل	
۰/۰۱۹	۴/۴۹	۳۵۲/۳۶ ۷۸/۴۰	۲	بین گروه ها	توان انفجاری
			۳۳	درون گروه ها	
			۳۵	کل	

نتایج جدول (۴) نشان می دهد که بین میانگین های چابکی ($F(2,33)=0/219, p=0/804$)، انعطاف-پذیری ($F(2,33)=0/008, p=0/992$) و سرعت ($F(2,33)=0/663, p=0/522$) در گروه های مورد مطالعه پس از هشت هفته تفاوت معنی داری مشاهده نمی شود. در نتیجه بین میانگین های چابکی، انعطاف پذیری و سرعت پس از هشت هفته در گروه های تحقیق اختلاف معنی داری وجود ندارد. با توجه به نتایج به دست آمده فرض صفر تحقیق در مورد چابکی، انعطاف پذیری و سرعت تأیید می شود. بنابراین

تمرینات قدرتی همراه با مصرف مکمل کربوهیدرات تأثیر معنی داری بر چابکی، انعطاف پذیری و سرعت ندارد.

ولی بین میانگین توان انفجاری گروه‌های مورد مطالعه پس از هشت هفته تفاوت معنی داری مشاهده شد ($F(33,2)=4/49, p=0/1924$). با توجه به مشاهده اثر معنی دار در ادامه مقایسه‌های چندگانه بونفرونی بین گروه‌های مورد مطالعه بررسی می‌شود. خلاصه نتایج این آزمون‌ها در جدول (۵) نشان داده شده است.

جدول (۵) مقایسه چندگانه بونفرونی برای بررسی میانگین توان انفجاری بین گروه‌های مورد مطالعه

معنی داری	خطای استاندارد	اختلاف میانگین	آماره	گروه‌ها
۰/۰۳۷	۳/۶۱	۹/۵۸		تجربی-دارونما
۰/۰۴۸	۳/۶۱	۹/۱۷		تجربی-کنترل
۱/۰۰۰	۳/۶۱	-۰/۴۰		دارونما-کنترل

مقایسه‌های چندگانه بونفرونی در جدول (۵) نشان می‌دهد که میانگین‌های توان بی انفجاری بین گروه‌های تجربی و دارونما و تجربی و کنترل تفاوت معنی داری مشاهده می‌شود اما بین گروه‌های دارونما و کنترل تفاوت معنی داری مشاهده نشد. با توجه به نتایج به دست آمده فرض صفر تحقیق رد می‌شود. بنابراین تمرینات قدرتی همراه با مصرف مکمل کربوهیدرات تأثیر معنی داری بر توان انفجاری دارد.

بحث

هدف از این پژوهش بررسی تأثیر هشت هفته تمرین قدرتی و مصرف مکمل کربوهیدرات بر چابکی، انعطاف پذیری، سرعت و توان انفجاری مردان بدنساز شهر شیراز بود که بدین منظور ۳۶ مرد جوان بدنساز، داوطلب شرکت در تحقیق شدند. در بررسی تفاوت میانگین چابکی مردان بدنساز بعد هشت هفته تمرین قدرتی و مصرف مکمل کربوهیدرات در مردان بدنساز تفاوت معناداری بین گروه‌های تحقیق مشاهده نشد ($p=0/804$). برای افزایش چابکی باید عواملی مانند تعادل، انعطاف پذیری و سرعت را نیز در نظر داشت. در چابکی عواملی همچون سرعت حرکت و سرعت عکس العمل و همچنین ریتم حرکت در آن نقش تعیین کننده دارند. چابکی به صورت تغییر شکل وضعیت بدن با سرعت زیاد مطرح می‌شود به عبارت دیگر در چابکی سرعت با دیگر متغیرها ترکیب می‌شود (چستر و آلنبی^۱، ۲۰۱۹). در تحقیق لینچ (۲۰۱۳) نیز تفاوت معنی داری در چابکی آزمودنی‌ها بعد از یک دوره مصرف نوشیدنی و کربوهیدرات به

همراه تمرینات قدرتی مشاهده نشد (لینچ، ۲۰۱۳). از طرفی نیز در پژوهش کورل و همکاران^۱ (۲۰۰۹) تفاوت معنی داری در عملکرد چابکی بعد از یک دوره مصرف مکمل کربوهیدرات در فوتبالیست‌ها مشاهده شد (کورل و همکاران، ۲۰۰۹). که با نتایج این تحقیق در تضاد است و شاید از دلایل تفاوت در نتایج نوع ورزشی بود که انجام می‌دادند در تحقیق ما تاکید بر روی تمرینات قدرتی بود، در حالی که فوتبال ورزشی است که علاوه بر قدرت عضلات بر روی فاکتورهای دیگر همچون جابجایی‌های سریع تاکید زیادی دارد و همان طور که می‌دانیم جابجایی‌های سریع به طور مداوم به نوبه خود موجب ارتقا، توانایی تغییر مسیر در زمان‌های کوتاه که همان چابکی است می‌شود و از طرفی نیز مکمل کربوهیدرات به افزایش تولید انرژی کمک کرده و ظرفیت انجام جابجایی‌های سریع را ارتقا می‌بخشد. در پژوهش ما همان گونه که مشاهده شد تمرینات قدرتی همراه با مصرف مکمل کربوهیدرات تأثیری روی چابکی جوانان بدنساز نداشت. با توجه به این که در مدت اجرای برنامه تحقیق تنها روی تمرینات قدرتی تکیه شده بود و این نوع تمرینات تأثیر چندانی روی سرعت حرکت و عکس‌العمل که از عوامل مهم در بهبود چابکی است، نداشت. بنابراین عدم تغییر در مقادیر چابکی در اثر تمریناتی که فقط بر روی قدرت تاکید دارد، توجیه پذیر است.

دیگر نتایج تحقیق حاکی از آن است که تفاوت معنی داری بین انعطاف‌پذیری مردان بدنساز در گروه‌های تحقیق بعد از هشت هفته تمرین قدرتی و مصرف مکمل کربوهیدرات مشاهده نشد ($p=0/992$). انعطاف‌پذیری برای اجرای مهارت‌هایی با دامنه بالا پیش نیاز است و باعث می‌شود ورزشکار بتواند حرکت‌های سریع را به راحتی اجرا کند. اجرای موفق این حرکت‌ها وابسته به بزرگی یا دامنه حرکتی مفصل است که باید بزرگ‌تر از دامنه حرکتی مورد نیاز باشد. بنابراین، ورزشکار برای ایمنی و دوری از آسیب دیدگی به بهبود انعطاف‌پذیری نیاز دارد (بومپا^۲، ۲۰۰۹). نابرگا و همکاران^۳ (۲۰۰۵) در پژوهش خود تفاوت معنی داری را در انعطاف‌پذیری آزمودنی‌ها بعد از ۱۲ هفته تمرین قدرتی و انعطاف‌پذیری در مردان جوان مشاهده نکردند که با نتایج تحقیق ما در یک راستا می‌باشد (نابرگا و همکاران، ۲۰۰۵). در پژوهش ما همان گونه که مشاهده شد تمرینات قدرتی همراه با مصرف مکمل کربوهیدرات تأثیری روی انعطاف‌پذیری مردان جوان بدنساز نداشت. با توجه به این که در مدت اجرای برنامه تحقیق تنها روی تمرینات قدرتی تکیه شده بود و این نوع تمرینات تأثیر چندانی روی انعطاف‌پذیری نداشت بنابراین عدم تغییر در مقادیر انعطاف‌پذیری توجیه پذیر می‌باشد.

نتایج مقایسه سرعت در گروه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد تفاوت معناداری بعد از هشت هفته تمرین قدرتی و مصرف مکمل کربوهیدرات در مردان جوان بدنساز وجود ندارد ($p=0/522$). در دوهای سرعت، علاوه بر تکنیک دویدن و داشتن وضعیت ژنتیکی مطلوب، فاکتورهای آمادگی جسمانی (آمادگی قلب و

1 Currell et al

2 Bompa

3 Noobrega et al

عروق، انعطاف-پذیری، استقامت عضلانی و قدرت) و فاکتورهای آمادگی حرکتی (توان، تعادل، چابکی، زمان عکس العمل و سرعت) بسیار حائز اهمیت است. از میان این عوامل، سرعت و زمان عکس العمل در دوهای سرعت نقش مهم‌تری را ایفا می‌کنند (سارا و همکاران^۱، ۲۰۱۹). برتولیتی و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهش خود تفاوت معنی‌داری را در عملکرد دو سرعت در بازیکنان فوتبال بعد از مصرف کربوهیدرات مشاهده نکردند که نتایج این پژوهش در راستا پژوهش ما نیز می‌باشد (برتولیتی و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین در پژوهشی دیگر که توسط موریس و همکاران^۲ (۲۰۰۳) انجام شد آن‌ها نیز تفاوت معنی‌داری در سرعت بعد از یک دوره مصرف مکمل کربوهیدرات مشاهده نکردند که نتیجه این پژوهش هم با نتیجه تحقیق ما مشابه است (موریس و همکاران، ۲۰۰۳). اما در تحقیقی که کوپر و همکاران (۲۰۱۴) انجام دادند به این نتیجه دست یافت‌اند که بعد از مصرف مکمل کربوهیدرات و کافئین؛ شاخص خستگی پایین‌تری در هنگام عملکرد سرعتی در مردان تمرین کرده مشاهده شد که نتیجه این پژوهش با آنچه که در تحقیق ما به دست آمده است تفاوت دارد (کوپر و همکاران، ۲۰۱۴). همچنین - لینچ (۲۰۱۳) به مقایسه تأثیر نوشیدنی پروتئین و کربوهیدرات روی عملکرد سرعت به دنبال تمرینات شدید قدرتی پرداخت و به این نتیجه دست یافت که آزمودنی‌هایی که نوشیدنی پروتئینی مصرف می‌کردند نسبت به نوشیدنی کربوهیدرات نتایج بهتری در آزمون سرعت داشت‌اند (لینچ، ۲۰۱۳). با این حال در پژوهش ما همان‌گونه که مشاهده شد تمرینات قدرتی همراه با مصرف مکمل کربوهیدرات تأثیری روی سرعت جوانان بدنساز نداشت. با توجه به این که در مدت اجرای برنامه تحقیق تنها روی تمرینات قدرتی تکیه شده بود و این نوع تمرینات تأثیر چندانی روی زمان عکس العمل که از عوامل مهم در بهبود سرعت است، نداشت بنابراین عدم تغییر در مقادیر آزمون سرعت توجیه پذیر است. یافته آخر این مقاله در مورد تفاوت توان انفجاری مردان بدنساز در گروه‌های مختلف بود که نتایج این مقاله نشان داد؛ تفاوت معنی-داری بین گروه‌های مختلف مردان بدنساز پس از هشت هفته تمرین قدرتی و مصرف مکمل کربوهیدرات وجود دارد ($p=0/019$) همچنین نتایج مقایسه بین گروهی میانگین‌های توان انفجاری بین گروه‌های تجربی و دارونما ($p=0/037$) و گروه‌های تجربی و کنترل ($p=0/048$) تفاوت معنی‌داری را نشان داد اما بین گروه دارونما و کنترل ($p=1/000$) تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. موفقیت در بسیاری از ورزش‌ها تا حد زیادی به توان انفجاری پاهای ورزشکاران و قدرت عضلانی آنان بستگی دارد، یعنی ورزشکار باید قادر باشد تا آنجا که می‌تواند سریع و با نیروی زیادی از قدرت پاهای خود استفاده کند به عبارت دیگر توان بالایی داشته باشد. به هر حال با توجه به اثر عوامل متعدد بر توان انفجاری از جمله فعالیت بدنی و اجراء، توده عضلانی، دمای عضله، سرعت انقباض عضله، نوع انقباض و دامنه حرکت مفصل توان ورزشکاران در یک رشته ورزشی و یا در رشته‌ای ورزشی گوناگون متفاوت است (شارما و سریدهر^۳،

1 Sarah et al

2 Morris et al

3 Sharma & Sridhar

۲۰۱۹؛ اسدی و همکاران، ۲۰۱۸). عوامل مختلفی روی اجرا و نتایج حاصل در پرش سارجنت مانند سن، جنس، وراثت، حرارت، مدت تمرین، سرعت انقباض، نوع انقباض، توده عضلانی، جنبه‌های روانی مانند انگیزش و ابزار اندازه‌گیری تأثیر می‌گذارند (فراسر و همکاران^۱، ۲۰۱۹؛ البدری و همکاران^۲، ۲۰۱۹). اراضی و همکاران (۲۰۰۷) نیز این موضوع را تایید کردند و اعلام کردند که تفاوت معنی داری در نمرات آزمون پرش سارجنت در آزمودنی هایی که ۱۲ هفته تمرین قدرتی انجام دادند مشاهده شد (اراضی و همکاران، ۲۰۰۷). همامی و همکاران^۳ (۲۰۱۹) دریافت اند که تمرینات پلیومتریک باعث افزایش توان انفجاری در فوتبالیست‌ها می‌شود (همامی و همکاران، ۲۰۱۹). با این حال لوبرس و همکاران^۴ (۲۰۰۳) در تحقیقی به بررسی تأثیر تمرینات پلیومتریک روی توان انفجاری دانشجویان پرداخت اند و تأثیر معنی داری را در توان انفجاری این آزمودنی ها مشاهده نکردند (لوبرس و همکاران، ۲۰۰۳). با این حال در پژوهش ما در مقایسه بین گروهی میانگین های توان انفجاری بین گروه های تجربی با دو گروه دارونما و کنترل تفاوت معنی داری مشاهده شد اما بین گروه دارونما و کنترل تفاوت معنی داری وجود نداشت. در توجیه مکانیسم احتمالی تاثیرگذاری مصرف کربوهیدرات بر توان انفجاری می‌توان بیان کرد که با مصرف کربوهیدرات، گلیکوژن زیادی در عضله به ویژه تارهای FT ذخیره می‌شود و از طرفی شرکت در تمرینات قدرتی باعث افزایش حجم و قدرت ماهیچه خواهد شد و در هنگام فعالیت‌های کوتاه-مدت و قدرتی گلیکوژن عضله باعث تولید سریع ATP می‌شود؛ علاوه بر این با در نظر گرفتن این نکته که هر سه گروه برنامه قدرتی یکسانی داشت اند. اکنون می‌توان نتیجه گرفت که نتایج بهتر گروه تجربی به خاطر مصرف کربوهیدرات بوده است که احتمالاً این آزمودنی‌ها توانسته‌اند از تارهای تندانقباض خود بهره بیشتری ببرند و نتایج بهتری در اجرای آزمون پرش سارجنت داشته باشند. با توجه به نتایج این مقاله که نشان داد تمرینات قدرتی همراه با مصرف مکمل کربوهیدرات باعث بهبود توان انفجاری در جوانان بدنساز می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

به طور سنتی تغذیه به عنوان یک مؤلفه حیاتی آمادگی جسمانی و عملکرد ورزشی مشخص می‌شود. آمادگی جسمانی، حاصل تمرینات ورزشی است و تمرینات ورزشی، ضرورتی برای تندرستی عمومی مردم است. با این وجود، آمادگی جسمانی فراتر از یکی از فرآورده های تمرین است. ضمن این که تمرین به منظور حفظ و نگه‌داری آمادگی جسمانی لازم است اما فقط متضمن فعالیت جسمانی نیست. در دهه اخیر افزایش درک انسان درباره تغذیه و اثرات آن روی سوخت و ساز منجر به یک مدیریت عاقلانه در دریافت (جذب غذا) و بهبود عملکرد ورزشی بعدی شده است. مکمل‌ها به دلایل مختلف مصرف می‌

1 Fraser et al

2 Elbadry et al

3 Hammami et al

4 Luebbbers et al

شوند و بسیاری از افراد در ورزش از مکمل ها برای سنتز عضله، به دست آوردن قدرت، جلوگیری از بیماری یا بیماری ها در آینده و بهبود عملکرد ورزشی استفاده می کنند. بنابراین پیشنهاد می شود که بدنسازان در کنار برنامه تمرینی خود از مکمل کربوهیدرات برای بهبود فاکتورهای همچون توان هوازی، توان بی هوازی و قدرت موضعی بهره ببرند. از جمله محدودیت های تحقیق حاضر کنترل عامل ژنتیک در گروه بندی افراد بود زیرا که امکانات کافی و آزمایشگاهی پیشرفته در زمینه کنترل ژنی عملاً برای محققین مهیا نبود و پیشنهاد می گردد در تحقیقات آینده این زمینه نیز مد نظر قرار گیرد.

تشکر و قدردانی:

بدین وسیله نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از کلیه ورزشکاران عزیز که در این تحقیق شرکت کردند ابراز می دارند و بی تردید بدون مشارکت آنان این پژوهش امکان پذیر نبود.

منابع

- Aghaalinajad, H., GHarakhanlu, R., & Yosefvand, S. (2009). Estimation of anaerobic power with a new zigzag jump test called Tarbiat Modares Anaerobic Test (TMAT). *Olympic*, 16(2), 97-108.
- Apong, P. E. (2019). Nutrition and Dietary Recommendations for Bodybuilders. In *Nutrition and enhanced sports performance* (pp. 737-750): Elsevier.
- Arazi, H., Damirchi, A., Moghadam, M. G., & Samadi, A. (2011). Effects of concurrent exercise protocols on strength, aerobic power, flexibility and body composition. *Kinesiology: International journal of fundamental and applied kinesiology*, 43(2), 155-162.
- Arazi, H., Faraji, H., & Taheri Gandomani, R. (2007). A comparative study of effects of weight training and plyometrics on athlete's running pace and explosive power. *Harakat*, 28(2), 5-19.
- Asadi, A., Ramirez-Campillo, R., Arazi, H., & Sáez de Villarreal, E. (2018). The effects of maturation on jumping ability and sprint adaptations to plyometric training in youth soccer players. *Journal of sports sciences*, 36(21), 2405-2411.
- Baharirad, N., Komasi, S., Khatooni, A., Moradi, F., & Soroush, A. (2019). Frequency and Causes of Consuming Sports Supplements and Understanding their Side Effects Among Bodybuilders in Fitness Gyms of Kermanshah City. *Current Nutrition & Food Science*, 15(7), 735-744.
- Banyard, H. G., Tufano, J. J., Delgado, J., Thompson, S. W., & Nosaka, K. (2019). Comparison of the effects of velocity-based training methods and traditional 1RM-percent-based training prescription on acute kinetic and kinematic variables. *International journal of sports physiology and performance*, 14(2), 246-255
- Bertini, I., Pujia, A., & Giampietro, M. (2003). A follow-up study of the variations in the body composition of karate athletes. *Acta diabetologica*, 40(1), s142-s144.
- Bianco, A., Mammina, C., Paoli, A., Bellafiore, M., Battaglia, G., Caramazza, G., . . . Jemmi, M. (2011). Protein supplementation in strength and conditioning adepts: knowledge, dietary behavior and practice in Palermo, Italy. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 8(1), 25.

- Bompa, T. (2009). *The theory And Training Methodology (Training Science)*. (M. Kordi & M. Faramarzi, Trans. Vol. 1). tehran: samt Publication, 552.
- Bortolotti, H., Pereira, L. A., Oliveira, R. S., Cyrino, E. S., & Altimari, L. R. (2013). Carbohydrate mouth rinse does not improve repeated sprint performance. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 15(6), 639-645.
- Chester, M. V., & Allenby, B. (2019). Toward adaptive infrastructure: flexibility and agility in a non-stationarity age. *Sustainable and Resilient Infrastructure*, 4(4), 173-191.
- Cooper, R., Naclerio, F., Allgrove, J., & Larumbe-Zabala, E. (2014). Effects of a carbohydrate and caffeine gel on intermittent sprint performance in recreationally trained males. *European journal of sport science*, 14(4), 353-361.
- Currell, K., Conway, S., & Jeukendrup, A. E. (2009). Carbohydrate ingestion improves performance of a new reliable test of soccer performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 19(1), 34-46.
- De Moraes, W. M., de Almeida, F. N., dos Santos, L. E., Cavalcante, K. D., Santos, H. O., Navalta, J. W., & Prestes, J. (2019). Carbohydrate Loading Practice in Bodybuilders: Effects on Muscle Thickness, Photo Silhouette Scores, Mood States and Gastrointestinal Symptoms. *Journal of sports science & medicine*, 18(4), 772.
- Elbadry, N., Hamza, A., Pietraszewski, P., Alexe, D. I., & Lupu, G. (2019). Effect of the French Contrast Method on Explosive Strength and Kinematic Parameters of the Triple Jump Among Female College Athletes. *Journal of human kinetics*, 69, 225.
- Falahmohammadi, Z., Pouramir, Z., Sadeghpour, B., & Samavati, M. (2011). The effect of short-term folic acid supplementation on plasma homocysteine levels in young active men following an exhausting exercise session. *Olympic*, 13(4), 149-159.
- Fraser, B. J., Blizzard, L., Tomkinson, G. R., Lycett, K., Wake, M., Burgner, D., ... & Olds, T. (2019). The great leap backward: changes in the jumping performance of Australian children aged 11– 12-years between 1985 and 2015. *Journal of sports sciences*, 37(7), 748-754.
- Gaeini, A. A., Choobineh, S., Shafiei Neek, L., Satarifard, S., & Mahmoodzadeh, M. (2012). Effect of Zinc supplementation on serum testosterone and plasma lactate in male cyclist after one bout of exhaustive exercise. *journal of shahrekord university of medical sciences*, 14(3), 51-61.
- Ghasemnejad, M., & Iranisefat, S. (2013). *Women's Fitness Reference* (Vol. 1). Tehran: Publication Nashvarzesh, 230.
- Gualdi-Russo, E., & Zaccagni, L. (2001). Somatotype, role and performance in elite volleyball players. *Journal of Sports Medicine and physical fitness*, 41(2), 256.
- Hammami, M., Gaamouri, N., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2019). Effects of Contrast Strength vs. Plyometric Training on Lower-Limb Explosive Performance, Ability to Change Direction and Neuromuscular Adaptation in Soccer Players. *The Journal of strength & conditioning research*, 33(8), 2094-2103.
- Hervás, G., Ruiz-Litago, F., Irazusta, J., Fernández-Atutxa, A., Fraile-Bermúdez, A. B., & Zarrazquin, I. (2018). Physical activity, physical fitness, body composition, and nutrition are associated with bone status in university students. *Nutrients*, 10(1), 61.
- Iraki, J., Fitschen, P., Espinar, S., & Helms, E. (2019). Nutrition recommendations for bodybuilders in the off-season: A narrative review. *Sports*, 7(7), 154.