

Effects of Six Weeks of Specialized Training and C4 Supplementation During the Fitness Maintenance Phase on Physiological and Performance Variables in Male Futsal Players of the Iraqi Premier League

Zaid Al-Bahadeli¹ , Shahnaz Shahrbanian^{2✉} , Reza Gharakhanlou³ , Ahmad Al-Tamimi⁴ 

1. Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. E-mail: z.abed@modares.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
E-mail: sh.shahrbanian@modares.ac.ir
3. Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. E-mail: ghara_re@modares.ac.ir
4. Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Baghdad, Baghdad, Iraq.
E-mail: Ahmed.Hussein@cope.uobaghdad.edu.iq

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research	Introduction: The short-term fitness maintenance phase in Iraqi futsal results in players being inadequately prepared for competitions. This study investigated the effects of a specialized training program and C4 supplementation during the fitness maintenance phase on VO ₂ max, lactate levels, speed endurance, agility, and speed in futsal players of the Iraqi Premier League. Methods: This quasi-experimental study utilized a pre-test and two post-test designs, conducted after three and six weeks. 45 futsal players from different clubs in the Iraqi Premier League were assigned into three groups of 15 players. The first experimental group (EX1) followed a specialized training program with C4 supplementation for six weeks, while the second experimental group (EX2) completed only a special training program and a placebo for six weeks. The control group (CON) continued their regular club training routine. Within and between groups differences were analyzed using Mixed Model ANOVA. Results: Mixed model ANOVA results showed significant differences in all variables (VO ₂ max, lactate, speed endurance, speed, and agility) after three and six weeks in EX1 and EX2 groups ($P < 0.05$). However, no statistically significant difference was observed in the CON group ($P > 0.05$). There was no significant difference between EX1 and EX2 groups in any of the variables. Conclusion: The specialized training designed in this study demonstrated a significant positive effect on physical fitness factors and can be recommended as a special training design in the pre-competition season. However, C4 supplementation did not affect the studied variables in this training season.
Article history: Received: 28 September 2024 Received in revised form: 11 November 2024 Accepted: 1 March 2025 Published online: 5 March 2025	
Keywords: Agility, Lactate, Speed, Speed endurance, VO ₂ max.	

Cite this article: Al_Bahadeli, Z., Sharbanian, S., Gharakhanlu, R., Al-Tamimi, A. Effects of Six Weeks of Specialized Training and C4 Supplementation During the Fitness Maintenance Phase on Physiological and Performance Variables in Male Futsal Players of the Iraqi Premier League. *Journal of Sport Biosciences*. 2023; 16 (4): 91-106 .

DOI: <http://doi.org/10.22059/jsb.2025.382977.1654>.



Journal of Sport Biosciences by University of Tehran Press is licensed under [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

| Web site: <https://jsb.ut.ac.ir/> | Email: jsb@ut.ac.ir.

Extended Abstract

Introduction

This study investigated the effects of a six-week specialized training program with and without C4 supplementation, on key performance indicators such as VO_2 max, lactate levels, speed endurance, agility, and sprint speed in professional futsal players. Futsal is a highly demanding sport that requires players to perform repeated high-intensity efforts, make rapid directional changes, and maintain prolonged aerobic endurance. In the Iraqi Premier Futsal League, teams typically have only a six-week transition before the start of a new season. This short duration may be insufficient for optimal player preparation, which could lead to decreased performance and an increased risk of injury. Additionally, many futsal teams do not systematically measure important physiological and physical performance indicators, making it challenging to evaluate players' readiness for competition. Given the high physical demands of futsal, there is a critical need for structured training programs designed to enhance aerobic and anaerobic capacity. Recent studies suggest that supplements like C4, which contains caffeine, creatine, beta-alanine, vitamins, and minerals, may offer further benefits by improving energy metabolism, endurance, and recovery. However, there is limited research on its effectiveness specifically in elite futsal players. Therefore, this study aimed to determine whether a specialized training program, alone or in combination with C4 supplementation, results in greater improvements in key performance indicators.

Methods

This research utilized a quasi-experimental design that included two experimental groups and one control group. The study sample consisted of 45 players from the Iraqi Premier Futsal League, aged 18 to 22 years, during the 2023–2024 season. Participants were randomly assigned to three groups of 15 players: EX1 (special training + C4 supplement), EX2 (special training + placebo), and CON (control group). Before the intervention, all participants underwent baseline assessments measuring VO_2 max, lactate levels, speed endurance, agility, and sprint speed. The intervention lasted six weeks. During this time, EX1 and EX2 followed an identical specialized training program, while EX1 also consumed C4 supplementation. The control group (CON) continued their routine training without any modifications. Midpoint assessments were conducted after three weeks, and final post-tests were performed at the end of the six weeks. The collected data were analyzed using Mixed Model ANOVA, comparing performance changes within and between the groups across different time points.

Results

The results indicated that the EX1 and EX2 groups experienced significant improvements ($p < 0.05$) in all performance variables, including VO_2 max, lactate clearance, speed endurance, agility, and sprint speed. In contrast, no significant changes were observed in the control group, which suggests that the standard training regimen was insufficient to produce measurable physiological adaptations. When comparing the EX1 (C4 group) with the EX2 (placebo group), both showed similar improvements, with no statistically significant difference ($p > 0.05$). The exception was in VO_2 max, where the EX1 exhibited slightly greater improvements than the EX2 group; however, this difference was not large enough to be considered statistically meaningful. This finding suggests that C4 supplementation did not provide substantial benefits beyond those achieved through specialized training alone.

Conclusion

The findings indicate that an specialized, sport-specific training program is highly effective for enhancing physiological and performance variables in futsal players. The EX1 and EX2 groups showed significant improvements in VO_2 max, lactate metabolism, speed endurance, agility, and sprint speed. This reinforces the importance of targeted aerobic and anaerobic training for futsal conditioning. However, there was no statistically significant difference in performance between the EX1 and EX2 groups, suggesting that C4 supplementation may not be essential for performance gains, at least over a short six-week training period. Although the slight advantage in VO_2 max observed in the EX1 group indicates a potential marginal benefit, further research is needed to determine whether longer supplementation periods, different dosages, or alternative formulations might produce more pronounced effects. Future studies should also investigate the long-term effects of specialized training programs, consider biochemical markers of fatigue and recovery, and explore alternative nutritional strategies that could optimize performance in elite futsal players.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines:

The Research Ethics Committee of the Tarbiat Modares University, Faculty of Medicine, granted approval for this project (code IR.MODARES.REC.1403.141).

Funding: This research did not receive funding from any public, commercial, or not-for-profit agency.

Authors' contribution: Z. AB conducted the scientific work, collected the data, and wrote the manuscript. S.S. supervised the project, reviewed, and edited the manuscript. R. Gh assisted with writing and approved the final version, while A. AT discussed the results and contributed to the final manuscript.

Conflict of interest: The authors state that the research was conducted without any commercial or financial relationships that could be viewed as a potential conflict of interest at the time of article submission.

Acknowledgments: The authors would like to express their gratitude to the participants who contributed to this study.

تأثیر شش هفته تمرینات تخصصی ویژه و مکمل C4 در مرحله حفظ آمادگی بر متغیرهای

فیزیولوژیکی و عملکردی بازیکنان مرد فوتسال لیگ برتر عراق

زید البهادلی^۱، شهناز شهربانیان^۲، رضا قراخانو^۳، احمد التیمی^۴

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. رایانامه: z.abed@modares.ac.ir
۲. نویسنده مسئول، دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. رایانامه: sh.shahrbanian@modares.ac.ir
۳. استاد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. رایانامه: ghara_re@modares.ac.ir
۴. استاد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بغداد، بغداد، عراق. رایانامه: Ahmed.Hussein@cope.uobaghdad.edu.iq

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: پژوهشی	مقدمه: مدت کوتاه مرحله حفظ آمادگی در عراق به عدم آمادگی بازیکنان برای مسابقات منجر می‌شود. هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر تمرین‌های ویژه و مکمل C4 در مرحله حفظ آمادگی بر VO_{2max}، لاکتات، استقامت در سرعت، چابکی و سرعت بازیکنان فوتسال لیگ برتر عراق بود. روش پژوهش: تحقیق نیمه‌تجربی و با اندازه‌گیری در سه مرحله پیش‌آزمون و دو پس‌آزمون پس از سه و شش هفته بود. ۴۵ بازیکن فوتسال از باشگاه‌های مختلف لیگ برتر عراق به سه گروه ۱۵ نفره تقسیم شدند. به گروه آزمایش اول (EX1)، برنامه تمرینی ویژه و مکمل C4 به مدت شش هفته و به گروه آزمایش دوم (EX2) فقط یک برنامه تمرینی ویژه و یک دارونما به مدت شش هفته داده شد. گروه کنترل (CON) برنامه تمرینی باشگاه خود را ادامه دادند. تفاوت‌های درون و بین‌گروهی با استفاده از Mixed model ANOVA تجزیه و تحلیل شد. یافته‌ها: نتایج Mixed model ANOVA در تمامی متغیرها (VO_{2max}، لاکتات، استقامت سرعت، سرعت و چابکی) پس از سه و شش هفته در گروه‌های EX1 و EX2 تفاوت معناداری نشان داد ($P < 0.05$). در حالی که از نظر آماری تفاوت معناداری در گروه CON مشاهده نشد ($P > 0.05$). بین گروه‌های EX1 و EX2 تفاوت معناداری در بین هیچ‌یک از متغیرها دیده نشد. نتیجه‌گیری: تمرین‌های ویژه طراحی شده در این پژوهش می‌تواند بر فاکتورهای آمادگی جسمانی در این تحقیق تأثیر مثبت معناداری داشته باشد و به عنوان طراحی تمرین خاص در فصل پیش از مسابقات پیشنهاد شود؛ اما مکمل یاری C4 تأثیری بر متغیرهای مورد بررسی در این فصل از تمرین نداشت.

استناد: البهادلی، زید؛ شهربانیان، شهناز؛ قره خانلو، رضا؛ التیمی، احمد. اثر شش هفته تمرینات تخصصی ویژه و مکمل C4 در مرحله حفظ آمادگی بر برخی متغیرهای فیزیولوژیکی و عملکردی بازیکنان مرد فوتسال لیگ برتر عراق. نشریه علوم زیستی ورزشی. ۱۴۰۲؛ ۱۶(۴): ۹۱-۱۰۶.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jsb.2025.382977.1654>

دسترسی به این نشریه علمی، رایگان است و حق مالکیت فکری خود را بر اساس لایسنس کرییتیو کامنز (CC BY-NC 4.0) به نویسندگان واگذار کرده است. | آدرس نشریه: <https://jsb.ut.ac.ir/> | ایمیل: jsb@ut.ac.ir © نویسندگان.



ناشر: انتشارات دانشگاه تهران.

مقدمه

فوتسال یک ورزش سالتی پرتحرک و رقابتی است که بیش از یک میلیون بازیکن در سراسر جهان به‌طور رسمی در آن شرکت کرده‌اند [۱]. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که فوتسال نیاز به سطح بالایی از تحرک و عملکرد دارد و بازیکنان باید در طول مسابقه با سرعت و شدت زیاد به فعالیت خود ادامه دهند [۲]. ماهیت بازی به چند دلیل، در طول مسابقات، فشار بسیاری را بر بازیکنان وارد می‌کند، از جمله نیاز به مهارت‌ها و توانایی‌های جسمانی متنوع، فضای محدود زمین و همچنین قوانین خاصی که بر بازی حاکم است که این عوامل اهمیت استفاده از تمرینات مناسب را برای بازیکنان دوچندان می‌کند [۳].

استفاده از مکمل‌های ورزشی و آگاهی از تأثیرات آنها می‌تواند برای ورزشکاران مفید باشد. برای مثال مکمل C4^۱ که بهتر است حداقل ۳۰ دقیقه پیش از تمرین مصرف شود، حاوی ترکیباتی مانند بتا آلانین و کراتین نیترات است که به افزایش سطح انرژی کمک کرده و به بازیکنان کمک می‌کند تا در طول جلسات تمرینی انرژی کافی برای ادامه بازی داشته باشند. در مجموع، رعایت یک برنامه تغذیه‌ای مناسب و استفاده از مکمل‌های ضروری می‌تواند به ورزشکاران، به‌ویژه بازیکنان فوتسال، در تأمین انرژی مورد نیاز طی تمرینات و مسابقات کمک کند و عملکرد آنها را به‌طور چشمگیری بهبود بخشد [۴].

فاصله زمانی بین پایان لیگ قبلی و شروع لیگ بعدی (دوره انتقال) در عراق نامشخص است، و گاهی از سه تا چهار ماه یا حتی مدت زمان بیشتر یا کمتر متغیر است. در این مدت تمامی تیم‌های فوتسال عراق حداکثر دو ماه فرصت دارند تا برای لیگ بعدی آماده شوند، در این دو ماه چند روز برای تست بازیکنان و چند روز دیگر به آمادگی عمومی اختصاص داده می‌شود که در نهایت تنها حدود شش هفته برای حفظ آمادگی بازیکنان در نظر گرفته می‌شود. در این شش هفته، تیم‌ها می‌توانند حداکثر چهار روز در هفته تمرین کنند. این مدت زمان نه تنها برای پیشرفت (تاکتیکی، مهارتی و روانی) کافی نیست، بلکه حتی برای پیشرفت متغیرهای (فیزیولوژیکی، جسمانی و بیومکانیکی) نیز مناسب نیست. این محدودیت‌های زمانی می‌تواند سبب افزایش صدمات و آسیب‌دیدگی بازیکنان شود و در نتیجه روی نتایج مسابقات تأثیر منفی داشته باشد.

علاوه بر این، اگرچه آزمون‌هایی وجود دارند که متغیرهای فیزیولوژیکی، جسمانی و بیومکانیکی را اندازه‌گیری می‌کنند، اما مربیان اغلب از این تست‌ها استفاده نمی‌کنند، در صورتی که این متغیرها از عوامل مهم و کلیدی برای ارزیابی آمادگی فوتسال‌بست‌ها پیش از شروع مرحله تمرینات محسوب می‌شود. مربی باید سطح بازیکنان را از جنبه‌های (فیزیولوژیکی، جسمانی و بیومکانیکی) بشناسد و عدم استفاده از این آزمون‌ها برای سنجش این متغیرهای مهم پیش از شروع تمرینات، ممکن است آسیب‌دیدگی بازیکنان را افزایش دهد و در نتیجه بر نتایج مسابقات و عملکرد تیم تأثیر منفی بگذارد. اگر مربی از سطح آمادگی جسمانی بازیکنان اطلاع دقیقی نداشته باشد، ممکن است تمریناتی را طراحی کند که متناسب با توانایی بازیکنان نباشد. برای مثال ممکن است این تمرینات از سطح توانایی بازیکنان پایین‌تر باشد و به پیشرفت متغیرهای جسمانی او کمکی نکند یا اینکه بیشتر از حد سنگین و فراتر از سطح بدنی بازیکنان باشد که می‌تواند به آسیب‌های جدی و حتی از دست دادن یکی از بازیکنان کلیدی تیم منجر شود. این دست اتفاقات بی‌شک بر عملکرد تیم در لیگ تأثیر منفی خواهد گذاشت. بنابراین بهتر است مربی پیش از شروع مرحله آمادگی، به‌طور دقیق از سطح بدنی بازیکنان مطلع باشد تا بتواند برنامه‌های تمرینی

¹ Pump Cellucor C

متناسب با توانایی بازیکنان را طراحی کند. این رویکرد نه تنها از بروز آسیب جلوگیری می‌کند، بلکه به بهبود عملکرد کلی تیم نیز کمک می‌کند و در نهایت به نفع تمامی اعضای تیم خواهد بود.

تحلیل‌های فیزیولوژیکی نشان می‌دهند که فوتسال یک ورزش متشکل از حرکات متناوب با شدت بالاست [۵]. تحقیقات پیشین نیز تأیید می‌کنند که حدود ۴۶ درصد از مسافت و زمان طی شده توسط بازیکنان حرفه‌ای فوتسال در طول بازی با شدت متوسط انجام می‌شود، و باقی مسافت و زمان با بیش از ۸۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی (شدت بالا) پیش می‌رود [۶]؛ بنابراین مربیان و ورزشکاران فوتسال با طراحی یک سیستم تمرینی سنگین و مداوم، به دنبال راه‌هایی برای بهبود سیستم‌های فیزیولوژیکی بدن هستند تا بازیکنان بتوانند به‌طور مؤثرتری با خستگی شدید ناشی از بازی مقابله کنند [۷]. در سال‌های اخیر علاقه بسیاری به شناخت متغیرهای فیزیولوژیکی، که تأثیر بسزایی در پیشرفت ورزش‌های مختلف از جمله فوتسال دارند، دیده می‌شود؛ این موضوع به دلیل ماهیت فشرده و پرتحرک فوتسال است که اهمیت پیدا می‌کند (جایی که هر بازیکن در هر نیمه ۲۰ دقیقه و در مجموع ۴۰ دقیقه به‌طور مؤثری بازی می‌کند) [۸]. این زمان واقعی است، به این معنا که اگر بازی حتی چند ثانیه متوقف شود، یکی از داوران مسابقه (داور زمان‌دار) تا هنگامی که بازی دوباره ادامه پیدا کند، زمان را متوقف می‌کند؛ بنابراین بازیکنان برای موفقیت بیشتر به بهبود متغیرهای فیزیولوژیکی همچون حداکثر اکسیژن مصرفی و لاکتات نیاز دارند [۷].

توسعه متغیرهای فیزیولوژیکی مانند VO_{2max} و سطح لاکتات نقش مهمی در پیشرفت بازیکنان فوتسال ایفا می‌کند. این بهبودها به سیستم‌های عملکردی بدن، مانند قلب و سیستم تنفسی، کمک می‌کنند تا سازگاری بیشتری پیدا کنند و آمادگی بهتری برای تحمل فشارهای بازی داشته باشند. حداکثر اکسیژن مصرفی یا VO_{2max} یکی از متغیرهای مهمی است که به پیشرفت آمادگی عمومی بازیکنان کمک می‌کند، زیرا بهبود این متغیر فیزیولوژیکی سبب ایجاد توانایی بیشتر بازیکن در جذب اکسیژن و رساندن آن به عضلات و در نتیجه تولید انرژی می‌شود و بنابراین برای مدت طولانی‌تری به عملکرد خود ادامه می‌دهد. VO_{2max} یک معیار مهم برای سلامت قلب و عروق است و بهبود آن بستگی به نوع و شدت تمرین دارد، زیرا این شاخص نشان‌دهنده ظرفیت هوازی بدن است. برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که خستگی نه تنها سبب کاهش عملکرد ورزشی می‌شود، بلکه خطر آسیب‌دیدگی را نیز در پی دارد [۹] [۱۰]. خستگی عضله نه تنها ممکن است بر عملکرد تاکتیکی تأثیر بگذارد، بلکه می‌تواند توانایی سرعت مکرر را نیز تغییر دهد، که با تغییرات عملکرد در مسابقه مرتبط است. در علم تمرینات ورزشی، خستگی یکی از مهم‌ترین عواملی است که به تجمع اسیدها در تارهای عضلانی و در نتیجه ضعف در حرکت منجر می‌شود [۱۱]. عملکرد حرکتی با شدت بالا در فوتسال موجب تجمع لاکتات در تارهای عضلانی می‌شود و توقف تولید انرژی یا کاهش سرعت بازیکن را در پی دارد تا زمانی که به سیستم انرژی دیگر (سیستم هوازی) وابسته شود؛ اما گاهی اوقات بازیکن نمی‌خواهد سرعت خود را کاهش دهد، زیرا بازی فوتسال به حمله و دفاع سریع بستگی دارد [۱۲]. کاهش سرعت در چنین شرایطی ممکن است سبب ناتوانی بازیکن در پیشروی به موقع در حالت حمله یا عقب‌نشینی سریع در حالت دفاع شود. این مسئله می‌تواند تأثیر زیادی بر نتیجه بازی داشته باشد و تیم را در معرض خطر قرار دهد. بنابراین، مدیریت خستگی و بهبود توانایی بازیکنان در تحمل فشارهای فیزیولوژیکی از طریق تمرینات مناسب، برای حفظ عملکرد بهینه در طول مسابقه ضروری است.

مکمل ورزشی C4 یکی از محصولات معروف برند Cellucor است که به عنوان یک مکمل پیش از تمرین طراحی شده است و برای کمک به افزایش انرژی، هوشیاری و قدرت در طول ورزش استفاده می‌شود. این مکمل حاوی کافئین و کراتین است که می‌تواند به

افزایش اثربخشی تمرین کمک کند [۱۳]. ترکیبات اصلی این مکمل ویتامین C، ویتامین B3، ویتامین B12، اسید فولیک، بتا آلانین، کراتین نیتريت، آرژنین، کافئین، لوبیا مخملی، L-تیروزین و برخی از انواع آن حاوی املاح معدنی مانند پتاسیم، سدیم و غیره است.

پژوهش‌های متعددی در خصوص تأثیر مکمل‌های C4 انجام شده است که نتایج متفاوتی را نشان می‌دهد. در پژوهشی نیمه تجربی، مشخص شد که مکمل‌های C4 تأثیر زیادی در کاهش تجمع لاکتات ناشی از فعالیت مقاومتی و بهبود سیستم بافری ندارند. اما به دلیل افزایش سطح هورمون رشد، قادر به بهبود شرایط آنابولیک در بدن شدند [۱۴]. در تحقیق دیگری تأثیر تمرینات قدرتی و مکمل C4 بر عملکرد قدرتی و لاکتات خون بررسی شد. این تحقیق به این نتیجه رسید که مکمل C4 تأثیری بر کاهش تجمع لاکتات و عملکرد قدرتی در ورزشکاران ندارد [۸]. مکمل‌های C4 به عنوان یکی از محبوب‌ترین مکمل‌های پیش از تمرین شناخته می‌شوند و اغلب برای افزایش انرژی، تمرکز و عملکرد ورزشی به کار می‌روند. با توجه به شدت بالای تمرینات فوتسال و نیاز ورزشکاران به عملکرد حداکثری، استفاده از این مکمل‌ها در میان فوتسالیست‌ها رواج یافته است. اما با توجه به نبود تحقیقاتی در زمینه بررسی تأثیر مکمل C4 روی بازیکنان فوتسال عراق در مرحله حفظ آمادگی و همچنین اندازه‌گیری و توسعه متغیرهای مورد بررسی به دلیل اهمیت زیاد آنها در پیشرفت بازیکنان و تیم، تصمیم بر این شد که این تحقیق علمی انجام شود و نتایج حاصل از تأثیر مکمل C4 و برنامه تمرینی پیشنهادی روی متغیرهای VO_{2max} ، لاکتات، استقامت سرعت، چابکی و سرعت بازیکنان مشخص شود. انجام تحقیقات جامع و دقیق روی استفاده از مکمل‌های C4 در ورزشکاران فوتسال، می‌تواند به ارائه اطلاعات دقیق و قابل اعتماد در مورد مزایا، خطرها و نحوه استفاده صحیح از این مکمل‌ها کمک کند. این اطلاعات می‌تواند به مربیان، ورزشکاران و پزشکان ورزشی در تصمیم‌گیری آگاهانه و بهبود عملکرد ورزشکاران کمک شایانی کند.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نوع نیمه تجربی و شامل دو گروه آزمایش و یک گروه کنترل است که هر گروه دارای ۱۵ بازیکن از لیگ برتر فوتسال عراق است. برای هر سه گروه، پیش‌آزمون اجرا شد و پس از آن به EX1 یک برنامه تمرینی خاص و مکمل‌یاری با C4 به مدت شش هفته و به EX2 فقط یک برنامه تمرینی خاص و دارونما به مدت شش هفته داده شد. گروه CON طبق روال در برنامه تمرینی باشگاه خود باقی ماند. سپس تمام متغیرهای تحقیق (VO_{2max} ، لاکتات، سرعت، استقامت سرعت و چابکی) برای هر سه گروه پس از سه هفته و شش هفته، پس‌آزمون دوباره اندازه‌گیری شدند و مقایسه بین گروهی و درون گروهی انجام شد.

جامعه آماری پژوهش شامل بازیکنان لیگ برتر فوتسال عراق با میانگین سنی ۱۸ تا ۲۲ سال برای فصل ۲۰۲۳-۲۰۲۴ بود. از این جامعه آماری، ۴۵ بازیکن داوطلب به صورت نمونه‌گیری هدفمند، انتخاب و سپس به صورت تصادفی و قرعه‌کشی به سه گروه تقسیم شدند و در هر گروه ۱۵ بازیکن (دو گروه آزمایش و یک گروه کنترل) قرار گرفتند. معیارهای ورودی شامل این نکات بود: بازیکنان از سلامتی کامل برخوردار باشند، بازیکنان در لیگ برتر فوتسال عراق به صورت حرفه‌ای بازی کنند و مردان بین ۱۸ تا ۲۲ سال باشند. معیارهای خروج نیز عبارت بودند از: اگر بازیکنان در حین تمرین دچار مشکلات جسمانی می‌شدند، اگر بازیکنان به هر دلیلی حاضر به ادامه تمرین نبودند و اگر بیش از سه جلسه غیبت داشتند. برای کنترل مصرف غذا نیز پیش از انجام طرح پژوهش، در اولین جلسه از آزمودنی‌ها خواسته شد که اطلاعات مربوط به سابقه پزشکی، رژیم غذایی، میزان کیفیت خواب و اطلاعات فردی خود را از طریق یک پرسشنامه بیان کنند [۸]. همچنین برای اندازه‌گیری وزن از ترازو و برای اندازه‌گیری قد از متر نواری استفاده شد.

اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش

برای اندازه‌گیری VO_{2max} از تست یویو [۱۵] استفاده شد که روایی و پایایی آن برای اندازه‌گیری این متغیر تأیید شده است. همچنین برای اندازه‌گیری لاکتات از تست Futsal Special Performance Test (FSPT) استفاده شد [۱۶]. برای اندازه‌گیری چابکی از تست Barrow اصلاح‌شده استفاده شد [۱۷] که اعتبار آن برای اندازه‌گیری این متغیر به‌دست آمده است. برای اندازه‌گیری سرعت، از تست ۳۰ متر سرعت استفاده شد [۱۸]. استقامت در سرعت به‌عنوان توانایی برای حفظ سرعت بالای حرکت برای مدت زمانی بیش از ۱۵ ثانیه یا توانایی ایجاد مکرر سرعت بالا با حداقل دوره استراحت بین تکرارهای فردی شناخته می‌شود. تست استقامت سرعت ۱ یک روش ساده و مؤثر برای ارزیابی توانایی سرعت و استقامت ورزشکاران است. این تست به شرح زیر انجام می‌شود: ورزشکار ابتدا ۱۸۰ متر را با حداکثر سرعت می‌دود. پس از اتمام، ۱۵ دقیقه زمان برای ریکاوری (استراحت) در نظر گرفته می‌شود. سپس ورزشکار ۱۵۰ متر را با حداکثر سرعت می‌دود. پس از آن، دوباره ۱۵ دقیقه استراحت می‌کند و در نهایت، ورزشکار ۱۲۰ متر را با حداکثر سرعت می‌دود. پیش از شروع هریک از این مسافت‌ها (۱۸۰، ۱۵۰ و ۱۲۰ متر)، ورزشکار باید ۲۰ متر را به‌صورت دویدن تا نقطه شروع پرواز (شروع سرعت اصلی) انجام دهد. این بخش به گرم کردن و آماده‌سازی بدن برای اجرای حداکثر سرعت کمک می‌کند. پس از انجام این سه دور، زمان‌های ثبت‌شده برای هر مسافت (۱۸۰، ۱۵۰ و ۱۲۰ متر) به زمان هر ۱۰۰ متر تبدیل می‌شود. برای مثال اگر ورزشکار ۱۵۰ متر را در ۲۴ ثانیه بدود، زمان هر ۱۰۰ متر به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{ثانیه 16} = \frac{24 \times 100}{150} = \text{ثانیه 16} \quad \text{زمان هر 100 متر}$$

این محاسبه برای هر سه مسافت انجام می‌گیرد و در نهایت میانگین زمان هر ۱۰۰ متر از این سه دور محاسبه می‌شود. این تست به مربیان کمک می‌کند تا توانایی سرعت و استقامت ورزشکاران را ارزیابی کرده و برنامه‌های تمرینی متناسب با نیازهای آنها طراحی کنند [۱۸].

برنامه تمرین

برنامه تمرین که در جدول ۱ به آن اشاره شده توسط محقق طراحی شده است، شامل شش هفته تمرین به‌صورت چهار جلسه در هفته بود، شدت در هفته اول ۶۰ درصد بود و در هفته‌های بعد به ۱۰۰ درصد رسید. به‌طوری‌که تمرینات بر اساس اصل اضافه بار، طراحی شده بود. هر جلسه تمرین شامل مرحله گرم کردن، برنامه اصلی تمرین و مرحله برگشت به حالت اولیه بود. تمرین‌ها و آزمون‌ها پیش از برنامه تمرینی واقعی برای اطمینان از مناسب بودن دستگاه‌ها و ابزارهای مورد استفاده آزمایش شدند و به‌منظور کنترل ضربان قلب از دستگاه polar^۱ استفاده شد که پیشتر اعتبار آن برای ارزیابی صحیح در شرایط استراحت و تمرین بدنی ثابت شده است. این وسیله متشکل از یک سنسور و یک کمر بند است که ورزشکار در ناحیه قفسه سینه می‌بندد و از طریق این دستگاه ضربان قلب حین فعالیت اندازه‌گیری می‌شود. اگر بازیکن هریک از علائم و نشانه‌های درد قفسه سینه، تنگی نفس، غش، خستگی، سرگیجه، سیانوز یا رنگ‌پریدگی را تجربه می‌کرد،

¹. www.polar.beat.com

تمرین متوقف می‌شد. شدت تمرین از سوی آزمودنی به پژوهشگر اعلام می‌شد. ضربان قلب بیشینه نیز از طریق فرمول (سن-۲۲۰) محاسبه شد.

جدول ۱. برنامه تمرین شش هفته

مراحل تمرین (هفته)	حرکات کششی (دقیقه)	گرم کردن پویا (دقیقه)	شدت برنامه تمرینی	برگشت به حالت اولیه (دقیقه)	تکرار	مدت تمرین
اول	۷	۱۲	۶۵-۷۰	۱۰	۳	۲۰
دوم	۷	۱۲	۷۰-۷۵	۱۱	۳	۲۵
سوم	۷	۱۲	۷۵-۸۰	۱۲	۳	۳۰
چهارم	۷	۱۲	۸۰-۸۵	۱۳	۳	۳۵
پنجم	۷	۱۲	۸۵-۹۰	۱۴	۳	۴۰
ششم	۷	۱۲	۹۰-۱۰۰	۱۵	۳	۴۵

مصرف مکمل یاری C4

مکمل C4 از شرکت سلوکور آمریکا یک مکمل پیش از تمرین است که عملکرد ورزشی را بهبود می‌بخشد [۸]. بازیکنان چهار روز در هفته تمرین داشتند و این مکمل فقط در روزهای دوشنبه و چهارشنبه داده می‌شد که ۳۰۰ میلی‌لیتر آب با پنج گرم مکمل، مخلوط و نیم ساعت پیش از تمرین به بازیکنان داده می‌شد [۱۹]. به منظور اطمینان از کنترل آنچه بازیکنان در طول روز می‌خورند و برای جلوگیری از آسیب‌های جانبی، به بازیکنان گروه آزمایش اول و دوم، فرمی داده شد که در آن نوع غذایی را که در طول روز خورده بودند، یادداشت کنند.

روش آماری

برای توصیف داده‌ها از آمار توصیفی مانند میانگین و انحراف استاندارد استفاده شد. برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد. تفاوت‌های درون گروهی و بین گروهی با استفاده از Mixed model ANOVA با اندازه‌گیری مکرر و در نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌های پژوهش

در جداول ۲ و ۳ و همچنین شکل ۱ یافته‌های پژوهش حاضر و نتایج مقایسه‌ها و سطح معناداری نشان داده شده است.

جدول ۲. محاسبه نتایج بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها برای سه گروه

متغیر	واحد اندازه‌گیری	زمان	میانگین	انحراف استاندارد	تست نرمالیتی
سن	سال	-	۱۹/۵۶	۱/۴۰	۰/۵۳
قد	سانتی‌متر	-	۱۶۷/۸۳	۲/۴۴	۰/۸۶
وزن	کیلوگرم	-	۷۲/۶۱	۱/۶۰	۰/۰۶
VO ₂ max	میلی‌متر/کیلوگرم/دقیقه	پیش‌آزمون	۴۳/۴۵	۰/۷۵	۰/۳۰
		پس از سه هفته	۴۴/۹۸	۱/۴۹	۰/۸

۰/۳۶	۳/۸۳	۴۸/۰۳	پس از شش هفته	میلی مول / لیتر	لاکتات
۰/۰۹	۰/۱۲	۸/۱۷	پیش آزمون		
۰/۵۸	۱/۰۶	۶/۶۷	پس از شش هفته		
۰/۱۳	۰/۱۴	۷/۲۰	پیش آزمون		
۰/۳۶	۰/۱۹	۷/۴۵	پس از سه هفته	ثانیه	سرعت
۰/۷۰	۰/۳۶	۷/۷۱	پس از شش هفته		
۰/۱۲	۰/۳۴	۴۳/۸۳	پیش آزمون		
۰/۴۲	۱/۶۸	۴۲/۵۲	پس از سه هفته		
۰/۴۳	۱/۹۶	۴۱/۶۹	پس از شش هفته	ثانیه	استقامت در سرعت
۰/۳۴	۱/۱۶	۱۹/۲۷	پیش آزمون		
۰/۴۵	۱/۱۲	۱۸/۶۶	پس از سه هفته		
۰/۸۵	۰/۹۱	۱۸/۱۶	پس از شش هفته		





شکل ۱. تغییرات زمانی برای همه متغیرها

EX1: گروه آزمایش ۱ که از برنامه تمرینی و مکمل C4 استفاده کردند. EX2: گروه آزمایش ۲ که از برنامه تمرینی و دارونما استفاده کردند. CON: گروه کنترل که در برنامه تمرینی باشگاه خود باقی ماندند.

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری برای تفاوت درون گروهی

متغیر	گروه (I)	گروه (J)	p-value	فاصله اطمینان برای تفاوت
				کران بالا کران پایین
VO ₂ max	EX1	EX2	۰/۱۶	۱/۲۷ ۰/۱۴
		CON	۰/۰۰	۴/۳۸ ۲/۹۶
	EX2	EX1	۰/۱۶	۰/۱۴ ۱/۲۷
		CON	۰/۰۰	۳/۸۲ ۲/۳۹
	CON	EX1	۰/۰۰	۲/۹۶ ۴/۳۴
		EX2	۰/۰۰	۲/۳۹ ۳/۸۲
لاکتات	EX1	EX2	۰/۶۵	۰/۱۰ ۰/۱۶
		CON	۰/۰۰	۰/۹۶ ۱/۲۳
	EX2	EX1	۰/۶۵	۰/۱۶ ۰/۱۰
		CON	۰/۰۰	۰/۹۳ ۱/۲۰
	CON	EX1	۰/۰۰	۱/۲۳ ۰/۹۶
		EX2	۰/۰۰	۱/۲۰ ۰/۹۳
سرعت	EX1	EX2	۰/۸۶	۰/۰۷ ۰/۰۶
		CON	۰/۰۰	۰/۴۰ ۰/۲۷
	EX2	EX1	۰/۸۶	۰/۰۶ ۰/۰۷
		CON	۰/۰۰	۰/۴۰ ۰/۲۶
	CON	EX1	۰/۰۰	۰/۲۷ ۰/۴۰
		EX2	۰/۰۰	۰/۲۶ ۰/۴۰
چابکی	EX1	EX2	۰/۸۲	۰/۵۴ ۰/۴۳
		CON	۰/۰۲	۰/۰۹ ۰/۰۷
	EX2	EX1	۰/۸۲	۰/۴۳ ۰/۵۴
		CON	۰/۰۱	۰/۱۴ ۱/۱۳
	CON	EX1	۰/۰۲	۰/۰۷ ۰/۰۹
		EX2	۰/۰۱	۱/۱۳ ۰/۱۴
استقامت در سرعت	EX1	EX2	۰/۸۵	۰/۵۴ ۰/۶۵
		CON	۰/۰۰	۱/۱۳ ۲/۵۲
	EX2	EX1	۰/۸۵	۰/۶۵ ۰/۵۴
		CON	۰/۰۰	۱/۲۵ ۲/۴۲
	CON	EX1	۰/۰۰	۰/۵۴ ۱/۱۳
		EX2	۰/۰۰	۲/۴۶ ۱/۲۵

EX1: گروه آزمایش ۱ که از برنامه تمرینی و مکمل C4 استفاده کردند. EX2: گروه آزمایش ۲ که از برنامه تمرینی و دارونما استفاده کردند. CON: گروه کنترل که در برنامه تمرینی باشگاه خود باقی ماندند.

یافته‌ها برای متغیر VO₂MAX بین گروه‌های EX1 و EX2 معنادار نبود ($P=0/16$)، درحالی‌که بین گروه‌های EX1 و CON و همچنین بین گروه‌های EX2 و CON معنادار بود ($P=0/005$). به همین ترتیب نتایج برای متغیر لاکتات بین گروه‌های EX1 و EX2 معنادار نبود ($P=0/65$)، درحالی‌که بین گروه‌های EX1 و CON و همچنین بین گروه‌های EX2 و CON شاهد تفاوت معنادار بودیم ($P=0/005$). همچنین تفاوت برای متغیر سرعت بین گروه‌های EX1 و EX2 معنادار نبود ($P=0/86$)، درحالی‌که بین گروه‌های EX1 و CON و بین دو گروه EX2 و CON معنادار بود ($P\leq 0/05$). در بررسی متغیر چابکی نیز بین گروه‌های EX1 و EX2 تفاوت معناداری وجود نداشت ($P=0/82$) بود، درحالی‌که این تفاوت بین EX1 و CON ($P=0/02$) و بین EX2 و CON معنادار بود ($P=0/01$). در مورد

متغیر سرعت استقامت بین گروه‌های EX1 و EX2 معنادار نبود ($P=0/85$)، درحالی‌که بین گروه‌های EX1 و CON و همچنین بین گروه‌های EX2 و CON نیز معنادار بود ($P=0/005$).

در اشکال و جداول بالا، میزان تغییر زمانی برای همه متغیرها مشاهده می‌شود. در گروه EX1 و EX2 برای همه متغیرها تغییر مثبتی وجود داشت، اما در گروه کنترل تغییری ایجاد نشد. بین گروه آزمایش اول و دوم نیز از نظر آماری تفاوتی مشاهده نشد؛ به این معنا که مکمل C4 بر گروه آزمایش دوم تأثیری نداشت، به استثنای متغیر VO_{2max} که عملکرد گروه آزمایش اول در مقایسه با گروه آزمایش دوم کمی بهتر بود؛ اما از نظر آماری تأثیر معناداری مشاهده نشد.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از اجرای این تحقیق، بررسی تأثیر تمرینات ویژه و مکمل یاری C4 در مرحله حفظ آمادگی در حداکثر اکسیژن مصرفی، لاکتات، تحمل سرعت، سرعت و چابکی در بازیکنان مرد فوتسال لیگ برتر عراق بود. نتایج حاکی از آن است که هنگامی که گروه EX1 را با گروه کنترل و گروه EX2 را با گروه CON مقایسه می‌کنیم، تمرینات ویژه بر همه متغیرها تأثیر دارد؛ چراکه هر دو گروه آزمایش به مدت شش هفته از تمرینات ویژه استفاده کردند، درحالی‌که مکمل C4 بر عملکرد گروه EX1، که این مکمل را مضاعف بر تمرینات ویژه استفاده می‌کردند، در قیاس با عملکرد گروه EX2، که فقط از تمرینات ویژه استفاده می‌کردند، تأثیری نداشت.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد نوع تمرینات ویژه به کاررفته موجب شده است، بازیکنان گروه EX1 و EX2 بتوانند سطح تمامی متغیرها را توسعه دهند. همچنین مقایسه داده‌های گروه EX1 حاکی از آن است که بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون‌های پس از سه و شش هفته، پیشرفت معناداری وجود دارد. این امر درباره گروه EX2 نیز مصداق دارد، درحالی‌که در گروه کنترل هیچ پیشرفتی مشاهده نشد که احتمالاً به دلیل ثابت ماندن بار تمرینی و تحریک ناکافی برای ایجاد سازگاری‌های فیزیولوژیکی جدید بوده است چراکه بازیکنان گروه کنترل همچنان در تمرینات تیمی معمول خود شرکت داشتند، اما بدون تغییرات شایان توجه در حجم یا شدت تمرینات و این میزان از تمرینات احتمالاً برای ایجاد سازگاری‌های جدید در سطح فیزیولوژیکی کافی نبوده است. توسعه حداکثر اکسیژن مصرفی و تحمل سرعت، ناشی از تمرینات هوازی گنجانده شده در تمرینات ویژه است که به توسعه حداکثر اکسیژن مصرفی و تحمل سرعت کمک می‌کند. این تمرین‌ها که از سوی پژوهشگر به منظور شناسایی توانایی‌های بازیکنان طراحی شده بود. VO_{2max} که یکی از مهم‌ترین متغیرهایی است که فوتسالیست‌ها در پی توسعه آن هستند، تحت تأثیر نوع تمرین است [۲۰]. تلاش بدنی با توجه به نوع تمرین به ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی در سیستم‌های بدن مانند اندازه قلب، مکانیک تنفس و دیگر موارد کمک می‌کند [۲۱].

توسعه متغیر VO_{2max} ناشی از تمرینات از سوی پژوهشگر بود، زیرا برنامه تمرینی شامل بیش از یک تمرین هوازی بود و تمرینات هوازی به طور موثر به توسعه متغیرهای فیزیولوژیکی هوازی همچون متغیر VO_{2max} کمک می‌رسانند، چراکه مطالعات نشان می‌دهند دویدن سریع هوازی، VO_{2max} را در درجه اول با افزایش ظرفیت اکسیداتیو در عضلات بهبود می‌بخشد [۲۱]. همچنین زمانی که عملکرد قلب بهبود می‌یابد، VO_{2max} عملکرد بهتری از خود نشان می‌دهد، چراکه ورزش هوازی، VO_{2max} را عمدتاً با بهبود عملکرد قلب، بهبود می‌بخشد.

مقدار لاکتات در خون نیز نشان‌دهنده میزان گلیکولیز بی‌هوازی است که سبب ایجاد احساس خستگی می‌شود. تحقیقات پیشین حاکی از آن است که خستگی، یک پدیده تجمع اسید لاکتیک در تارهای عضلانی به دلیل تمرینات شدید است [۲۲]؛ بنابراین، از آنجایی که میزان لاکتات در گروه آزمایش اول و دوم بسیار بهبود یافته است، می‌توان نتیجه گرفت که ظرفیت بی‌هوازی و شاید آنزیم‌های مرتبط مانند فسفوفروکتوکیناز، فسفوریلاز و لاکتات دهیدروژناز در گروه آزمایش اول و دوم نسبت به گروه کنترل بهبود یافته است [۲۳]. گزارش‌ها نشان می‌دهند تمرینات با شدت بالا به افزایش این آنزیم‌ها منجر می‌شوند [۲۴]. کاهش میزان لاکتات خون در پس‌آزمون‌های پس از سه و شش هفته، به دلیل افزایش تدریجی علمی شدت تمرین، تا بیش از ۸۵ درصد است؛ از این رو با توجه به اینکه فوتسال، ورزشی با فعالیت‌های متناوب است، از اجزای هوازی و دینامیک استفاده شد، زیرا ورزش‌ها شدت بالایی را تشکیل می‌دهند که بخش بزرگی از زمان مسابقه است. برای این منظور، بازیکنان باید ۸۵ درصد ضربان قلب خود را در تمرین داشته باشند تا سوخت‌وساز هوازی و بی‌هوازی افزایش یابد و تحمل لاکتات ایجاد شود [۲۵].

به دلیل سازگاری که در نتیجه تمرین ایجاد شد، هر دو گروه آزمایش اول و دوم توانستند سطح لاکتات خود را پس از شش هفته بهبود بخشند که دلیل احتمالی این بهبود، افزایش تدریجی شدت تمرین و در بهبود بیشتر در ظرفیت بی‌هوازی است؛ اما این بهبود بین گروه‌های آزمایش اول و دوم مشابه بود، بدان معنا که مکمل C4 قادر به بهبود تحمل لاکتات بازیکنان نبوده است. در بسیاری از پژوهش‌ها مقدار لاکتات در خون، جهت پیش‌بینی عملکرد [۲۶] [۲۷] و تعیین بار تمرینی [۲۸] استفاده شده است؛ زیرا لاکتات شناسایی شده در خون، نشان‌دهنده لاکتات تولیدشده در عضله و همچنین استرس متابولیک است که به عضله می‌رسد. در شرایط استرس ورزشی، عضله از مسیر گلیکولیز برای تولید انرژی استفاده می‌کند و اسید لاکتیک تولید می‌شود و کلسیم از شبکه سارکوپلاسمی آزاد می‌شود و از اتصال اکتین و میوزین جلوگیری می‌کند. علاوه بر این، در شرایط اسیدیته بالا، تعدادی از آنزیم‌های حساس به pH، از جمله فسفوفروکتوکیناز، مهار می‌شوند که به کاهش تولید ATP و در نتیجه کاهش انرژی در عضلات منجر می‌شود [۲۹].

سرعت و چابکی به‌طور خاص به عوامل مختلفی بستگی دارند، مانند زمان واکنش، که پژوهشگر را بر آن داشت تا تمرینات ویژه‌ای را با هدف ایجاد واکنش سریع‌تر انجام دهد. تمرین برای سرعت حرکتی به انجام مجموعه‌ای از حرکات در سریع‌ترین زمان ممکن و با مقاومت نسبتاً کم، بستگی دارد تا سرعت حرکت را کاهش ندهد؛ بنابراین، سرعت و چابکی را می‌توان با انجام دادن برخی تمرینات سریع و در عین حال تغییر در هنگام انجام از یک فرم به فرم دیگر در جهات مختلف و برای فواصل کوتاه، توسعه داد [۳۰].

گزارش‌ها حاکی از آن است که تمرینات ویژه به مدت شش هفته در مرحله آمادگی، موجب پیشرفت بیشتر متغیرهای مورد بررسی نسبت به روال معمولی گروه کنترل می‌شود؛ زیرا استفاده از تمرین‌های ویژه به مدت شش هفته با توجه به توانایی‌های بازیکنان در مرحله آمادگی، به توسعه سیستم‌های عملکردی ورزشکار و در نتیجه، توسعه سیستم‌های هوازی و بی‌هوازی و افزایش توانایی ورزشکار جهت بازگرداندن ذخایر فسفاژن و ATP منجر می‌شود. درگیر کردن سیستم‌های تمرین‌های ویژه که شامل تمرین‌های هوازی و بی‌هوازی است، سازگاری در سیستم‌های عملکردی ورزشکار را در پی دارد و در نتیجه توانایی‌های مورد نیاز فوتسالیست‌ها همچون سرعت، تحمل سرعت و چابکی را ایجاد می‌کند که به نفع تیم است، زیرا بازیکنان یک تیم در صورت برخورداری از ویژگی‌های بدنی و فیزیولوژیکی مناسب می‌توانند وظایف دفاعی و تهاجمی خود را به بهترین شکل ممکن انجام دهند.

یافته‌های این پژوهش از تأثیر مثبت و معنادار تمرین‌های ویژه بر تمامی متغیرها حکایت می‌کند؛ اما مکمل‌یاری C4 تأثیری بر متغیرهای مورد بررسی نداشت. ممکن است میزان دوز مصرف مکمل (دو بار در هفته) برای تأثیر آن بر دو گروه آزمایش و نیز طول مدت شش هفته

در رشد گروه کافی نبوده باشد؛ از این رو پژوهشگر انجام مطالعه‌ای را که در آن مکمل به مدت بیش از دو بار در هفته یا مطالعه‌ای که در آن مکمل برای یک دوره بیش از شش هفته داده شود، پیشنهاد می‌کند.

References

- [1]. Al-Azzawi DM, Halouani J, Al-Gertani AO, Chtourou H. Effect of three months specific training on physical capacities of Iraq futsal players. *Int J Sport Stud Hlth*. 2023 Apr;6(1):e135037. 10.1519/JSC.0b013e318181fe7a
- [2]. JC BÁ, Castagna C. Activity patterns in professional futsal players using global position tracking system. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2007;6(Supplementum 10):208. <https://hdl.handle.net/20.500.12607/43555>
- [3]. Junge A, Dvorak J. Injury risk of playing football in Futsal World Cups. *British journal of sports medicine*. 2010 Dec 1;44(15):1089-92. 10.1136/bjsm.2010.076752
- [4]. Mirghaed AT, Yarahmadi P, Soltani M, Paknejad H, Hoseini SM. Dietary sodium butyrate (Butirex® C4) supplementation modulates intestinal transcriptomic responses and augments disease resistance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish & Shellfish Immunology*. 2019 Sep 1;92:621-8. 10.1016/j.fsi.2019.06.046
- [5]. Bahtra R. Analisis Aspek Psikologis Atlet Futsal Putra Pekan Olahraga Mahasiswa Nasional (Pomnas) Sumatera Barat. *Journal of Sport Science and Fitness*. 2023 Nov 23;9(1):58-65. 10.15294/jssf.v9i1.69690
- [6]. Barbieri RA, Zagatto AM, Milioni F, Barbieri FA. Specific futsal training program can improve the physical performance of futsal players. *Sport Sciences for Health*. 2016 Aug;12:247-53. 10.1007/s11332-016-0283-z
- [7]. Ranković G, Mutavdžić V, Toskić D, Preljević A, Kocić M, Nedin-Ranković G, Damjanović N. Aerobic capacity as an indicator in different kinds of sports. *Bosnian journal of basic medical sciences*. 2010 Feb;10(1):44. 10.17305/bjbms.2010.2734
- [8]. Shojaie M, Moradi L, Shakeri N, Asadi S, Shojaei M. Effects of Strength Training and C4 Supplementation on Strength Performance, Arterial Oxygen Saturation and blood Lactate level in Strength Trained Men. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2020 Sep 22;7(2):89-95. 20.1001.1.26766507.1399.7.2.12.1
- [9]. Arda A, Tobasi N, Hsain MA, Aram J, Sarhan A, Soboh MN. " Effect of physical school environment on student educational performance in Nablus city schools. *An-Najah National University*. 2010.
- [10]. Benjaminse A, Webster KE, Kimp A, Meijer M, Gokeler A. Revised approach to the role of fatigue in anterior cruciate ligament injury prevention: a systematic review with meta-analyses. *Sports medicine*. 2019 Apr 12;49:565-86. 10.1007/s40279-019-01052-6
- [11]. Berdejo-del-Fresno D, Moore R, Laupheimer MW. VO2max changes in English futsal players after a 6-week period of specific small-sided games training. *American Journal of Sports Science and Medicine*. 2015;3(2):28-34. 10.12691/ajssm-3-2-1
- [12]. Ocak Y, Başpınar SG, Yıldız M, Ocak MF. Blood lactate and lactate tolerance levels of futsal and football players. *RBFF-Revista Brasileira de Futsal e Futebol*. 2021;13(56):710-6.

- [13]. Khameneh AZ, Jafari A, Shojaei EA. Effect of different doses of caffeine intake on indirect markers of resistance exhausting exercise-induced cellular damage in male volleyball players. Medical Journal of Tabriz University of Medical Sciences. 2014 Dec 31;36(5):54-61. (In Persian)
- [14]. Wilson MC. The Effectiveness of Cellucor C4 Extreme Pre-workout Supplementation on Submaximal Cycle Endurance. 5-1-2015.https://mavmatrix.uta.edu/honors_spring2015/1
- [15]. Deprez D, Coutts AJ, Lenoir M, Fransen J, Pion J, Philippaerts R, Vaeyens R. Reliability and validity of the Yo-Yo intermittent recovery test level 1 in young soccer players. Journal of Sports Sciences. 2014 Jun 15;32(10):903-10. 10.1080/02640414.2013.876088
- [16]. Farhani F, Rajabi H, Negaresh R, Ali A, Shalamzari SA, Baker JS. Reliability and validity of a novel futsal special performance test designed to measure skills and anaerobic performance. International journal of sports physiology and performance. 2019 Sep 1;14(8):1096-102. 10.1123/ijsspp.2018-0850
- [17]. Krolo A, Gilic B, Foretic N, Pojskic H, Hammami R, Spasic M, Uljevic O, Versic S, Sekulic D. Agility testing in youth football (soccer) players; evaluating reliability, validity, and correlates of newly developed testing protocols. International journal of environmental research and public health. 2020 Jan;17(1):294. 10.3390/ijerph17010294
- [18]. Pyne DB, Saunders PU, Montgomery PG, Hewitt AJ, Sheehan K. Relationships between repeated sprint testing, speed, and endurance. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2008 Sep 1;22(5):1633-7. 10.1519/JSC.0b013e318181fe7a
- [19]. Douligeris A, Methenitis S, Lazou A, Panayiotou G, Feidantsis K, Voulgaridou G, Manios Y, Jamurtas AZ, Giaginis C, Papadopoulou SK. The effect of acute pre-workout supplement ingestion on basketball-specific performance of well-trained athletes. Nutrients. 2023 May 14;15(10):2304. 10.3390/nu15102304
- [20]. Taufik MS, Setiakarnawijaya Y, Dlis F. Effect of circuit and interval training on VO2max in futsal players. Journal of Physical Education and Sport. 2021 Aug 1;21:2283-8. 10.7752/jpes.2021.s4305
- [21]. Sahin M, Sagirkaya A, Peker AT, Bademli K, Lok N, Lok S. Relationship with parental psychological control and stress levels in national sports. Ser. Phys. Educ. Sport Sci. Mov. Health. 2017 Jun 15;7(480).
- [22]. Wisløff U, Støylen A, Loennechen JP, Bruvold M, Rognmo Ø, Haram PM, Tjønnå AE, Helgerud J, Slørdahl SA, Lee SJ, Videm V. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. Circulation. 2007 Jun 19;115(24):3086-94. 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.675041
- [23]. Finsterer J. Biomarkers of peripheral muscle fatigue during exercise. BMC musculoskeletal disorders. 2012 Dec;13:1-3. 10.1186/1471-2474-13-218
- [24]. Van Hall G. Lactate kinetics in human tissues at rest and during exercise. Acta physiologica. 2010 Aug;199(4):499-508. 10.1111/j.1748-1716.2010.02122.x
- [25]. Lawrence DW, Comper P, Hutchison MG. Influence of extrinsic risk factors on National Football League injury rates. Orthopaedic journal of sports medicine. 2016 Mar 29;4(3):2325967116639222. 10.1177/2325967116639222
- [26]. Younes HM. The role of Physical Distribution Activities in Competitive Advantages: An Exploratory Study Of The Opinions Of Managers At The General Company For The Manufacture Of Medicines And Medical Supplies in Samarra. TANMIYAT AL-RAFIDAIN. 2020 Jun 1;39(126):62-

85. <https://www.iraqoj.net/iasj/download/d9b92caafd49de42>

- [27]. Bishop D, Jamnick N. Anaerobic Lactacid Energy System: Measures of anaerobic lactacid power and capacity. In Kinanthropometry and Exercise Physiology 2018 Sep 3 (pp. 293-317). Routledge.
- [28]. MYBURGH KH, VILJOEN A, TEREBLANCHE S. Plasma lactate concentrations for self-selected maximal effort lasting 1 h. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2001 Jan 1;33(1):152-6. 0195-9131/01/3301-0152/\$3.00/0
- [29]. Heck H, Mader A, Hess G, Mücke S, Müller R, Hollmann W. Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. International journal of sports medicine. 1985 Jun;6(03):117-30. 10.1055/s-2008-1025824
- [30]. Rampinini E, Bishop D, Marcora SM, Bravo DF, Sassi R, Impellizzeri FM. Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. International journal of sports medicine. 2007 Mar;28(03):228-35. 10.1055/s-2006-924340

