



Original Article

Comparing the Effects of Different Doses of Royal Jelly Supplementation Following an Exhausting Physical Activity on Short-Term Hormonal Responses of Testosterone and Cortisol in Adolescent Male Soccer Players

Mohammed Fanok Muslimawi^{*1}, Marefat Siyahkohiyan², Abbas Sadeghi³, Hamed Qiaymi², Reza Farzizadeh³

1. PhD student in Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

2. Professor of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

3. Associate Professor of Exercise Physiology, Faculty of Social Sciences, Department of Physical Education, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

* **Corresponding author:** Mohammed Fanok Muslimawi, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. Email: mohanad.mohammed1u2@gmail.com

DOI: [10.22034/cmja.16.3.198](https://doi.org/10.22034/cmja.16.3.198)

How to Cite this Article:

Fanok Muslimawi M, Siyahkohiyan M, Sadeghi A, Qiami H, Farzizadeh R. Comparing the Effects of Different Doses of Royal Jelly Supplementation Following an Exhausting Physical Activity on Short-Term Hormonal Responses of Testosterone and Cortisol in Adolescent Male Soccer Players. *Complement Med J*. 2026; 16(3): 198-206. DOI: [10.22034/cmja.16.3.198](https://doi.org/10.22034/cmja.16.3.198)

Received: December 07, 2025

Accepted: June 11, 2026

Keywords:

Cortisol
Exhaustive Exercise
Football
Royal Jelly
Testosterone

© 2026 Arak University of Medical Sciences

Abstract

Introduction: The use of natural supplements to optimize performance has become common among football players. The present study aimed to investigate the effects of different doses of royal jelly supplementation following an exhaustive exercise session on testosterone and cortisol levels in adolescent male football players.

Materials and Methods: This quasi-experimental study included 30 adolescent football players (mean age: 16.58 ± 1.25 years), who were randomly assigned to three equal groups ($n=10$ per group): a placebo group, a 1 g royal jelly group, and a 4.5 g royal jelly group. All participants provided written informed consent prior to enrollment. Immediately following each exhaustive exercise session, participants consumed their assigned dose (placebo, 1 g, or 4.5 g). Blood samples for testosterone and cortisol measurement were collected immediately post-exercise and again at 24 h post-exercise. Data were analyzed using paired t-tests and analysis of covariance (ANCOVA).

Results: At 24 h post-intervention, significant increases in testosterone were observed in the 1 g dose group ($p=0.04$, $t=-6.56$) and the 4.5 g dose group ($p=0.001$, $t=-10.91$). Concurrently, significant cortisol reductions were noted in both the 1 g dose group ($p=0.02$, $t=-5.04$) and the 4.5 g dose group ($p=0.001$, $t=-7.26$). With respect to percentage changes, the 4.5 g group demonstrated a superior increase in testosterone (7.93%) and a more pronounced decrease in cortisol (7.6%) relative to the other groups at the 24-hour time point. The results of the ANCOVA test indicated significant differences between the groups in testosterone ($p=0.001$, $F=29.80$) and cortisol ($p=0.001$, $F=15.57$) levels.

Conclusion: Consumption of royal jelly at a dose of 4.5 g in adolescent soccer players likely reduces cortisol and increases testosterone for up to 24 h following intense training. Therefore, it is recommended to consume royal jelly immediately after training to improve anabolic status and reduce stress following intense activity.

INTRODUCTION

An intense soccer match or competitive event imposes significant demands on the neurological, physiological, nutritional, and psychological status of the athlete. Furthermore, periods of intense training and competition are essential for the execution of optimal sport-specific movements and serve to enhance overall athletic performance. Given this issue, performing physical activity without returning to an appropriate state causes primary structural damage to muscles. After intense activity, structural damage to muscles, which is a strong limiting factor for muscle function, is evident even in uninjured athletes. Training stress is the most important cause of increased cortisol. Accordingly, 60% intensity is considered the anabolic-catabolic threshold. The relationship between testosterone and cortisol hormones is used as an indicator of training intensity. Handziski et al. examined changes in cortisol, testosterone, and the testosterone-to-cortisol ratio in professional soccer players at three time points and concluded that the testosterone-to-cortisol ratio decreased by 30% after a soccer match. However, limited research has been conducted on its effect on hormonal responses in humans, especially adolescent athletes. Furthermore, the effects of this supplement on the adolescent population, who experience significant hormonal changes, have not been studied. On the other hand, existing studies have not compared different doses of royal jelly to determine which dose has the greatest effect on hormonal response. Given the available resources in the country and the need for sports supplements among international-level soccer players, this study investigated and compared the effects of different doses of royal jelly supplementation on short-term testosterone and cortisol responses following exhaustive exercise in adolescent male soccer players.

Materials and Methods

The present study was part of a research project approved by the Vice-Chancellor for Research at Rāja University and was registered with the Ethics Code IR.QUMS.REC.1403.312 at the Ethics Committee of Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran. The statistical population consisted of adolescent male football players aged 15-18 years from Qazvin, with at least two years of professional football experience, currently competing at the provincial and national levels. Participants were recruited through announcements in virtual groups and public notices in clubs. Thirty adolescent football players were selected for this quasi-experimental study and were divided into three groups: placebo (n=10), 1 g supplement (n=10),

and 4.5 g supplement (n=10). After a preliminary explanation of the exercise protocol, participants completed a 10-minute warm-up followed by an acute exhaustive exercise session to the point of fatigue. Participants in the supplement groups consumed either 1 or 4.5 g of royal jelly (purchased from Royal Complex Health Breast Company) immediately after the exhaustive activity. Blood samples were collected immediately post-test and 24 h after the intervention. One-way ANOVA was used to compare baseline means among groups, and paired t-tests were used to compare within-group changes from baseline. Effect sizes were reported as eta squared (η^2). All statistical analyses were performed using SPSS (version 23). A *P*-value < 0.05 was considered statistically significant.

Results

At 24 h post-intervention, significant increases in testosterone were observed in the 1 g dose group ($p=0.04$, $t=-6.56$) and the 4.5 g dose group ($p=0.001$, $t=-10.91$). Concurrently, significant cortisol reductions were noted in both the 1 g dose group ($p=0.02$, $t=-5.04$) and the 4.5 g dose group ($p=0.001$, $t=-7.26$). With respect to percentage changes, the 4.5 g group demonstrated a superior increase in testosterone (7.93%) and a more pronounced decrease in cortisol (7.6%) relative to the other groups at the 24-hour time point. The results of the ANCOVA test indicated significant differences between the groups in testosterone ($p=0.001$, $F=29.80$) and cortisol ($p=0.001$, $F=15.57$) levels.

Conclusion

Consumption of royal jelly at a dose of 4.5 g in adolescent soccer players likely reduces cortisol and increases testosterone for up to 24 h after intense training. Therefore, it is recommended to consume royal jelly immediately after training to improve anabolic status and reduce stress following intense activity.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

In this section, the Code of Ethics that has been approved by the Research Ethics Committee of the University and, if necessary, the Code of Clinical Practice should be given. It should also be stated that the principles of the Declaration of Helsinki, including obtaining informed consent from the participants and the confidentiality of their information, have been observed.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work

Conflict of Interest

The authors declared that there is no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all individuals who provided scientific consultation for this paper.



مقایسه تأثیر مصرف دوزهای مختلف مکمل ژل رویال متعاقب یک فعالیت بدنی وامانده ساز بر پاسخ های کوتاه مدت هورمونی تستوسترون و کورتیزول در فوتبالیست های پسر نوجوان

مهند فنوخ مسلماوی^{۱*}، معرفت سیاهکوهیان^۲، عباس صادقی^۳، سید حامد قیامی^۲، رضا فرضی زاده^۳ ^{ID}

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
 ۲. استاد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
 ۳. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران
- * نویسنده مسئول: مهند فنوخ مسلماوی، دانشکده علوم تربیتی و روان شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

ایمیل: mohanad.mohammed1u2@gmail.com

چکیده

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۲۱

واژگان کلیدی:

فعالیت وامانده ساز

تستوسترون

کورتیزول

ژل رویال

فوتبال

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی اراک محفوظ است.

مقدمه: امروزه، مصرف مکمل های طبیعی برای بهینه سازی عملکرد فوتبالیست ها رایج شده است. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر دوزهای مختلف ژل رویال بعد از فعالیت بدنی وامانده ساز در میزان تستوسترون و کورتیزول در پسران نوجوان فوتبالیست انجام شد.

روش کار: در این مطالعه نیمه تجربی، ۳۰ فوتبالیست نوجوان با میانگین سنی 16.08 ± 1.25 ، به طور تصادفی در سه گروه دمنفره دارونما، مکمل دوز ۱ گرم و مکمل دوز ۴/۵ گرم قرار گرفتند. برای شرکت در مطالعه، از آن ها رضایت نامه کتبی آگاهانه گرفته شد. آزمودنی ها بلافاصله پس از فعالیت وامانده ساز، دوزهای ۱ گرم و ۴/۵ گرم مصرف کردند. مقادیر تستوسترون و کورتیزول بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از تست اندازه گیری شد. از آزمون تی زوجی و تحلیل کوواریانس در سطح معنی داری $P < 0.05$ استفاده شد.

یافته ها: در گروه های دریافت کننده دوز ۱ گرم ($P = 0.04$ ، $t = -6.56$) و دوز ۴/۵ گرم ($P = 0.01$ ، $t = -10.91$) پس از ۲۴ ساعت از مداخله، افزایش معنادار سطوح تستوسترون مشاهده شد. همچنین، کاهش معنادار سطوح کورتیزول در گروه های دریافت کننده دوز ۱ گرم ($P = 0.02$ ، $t = -5.04$) و دوز ۴/۵ گرم ($P = 0.01$ ، $t = -7.26$) گزارش شد. از نظر درصد تغییر، ۲۴ ساعت بعد از فعالیت، گروه دوز ۴/۵ گرم در مقایسه با گروه های دیگر، در میزان تستوسترون خون (۷/۹۳ درصد) افزایش بیشتر و در کورتیزول خون (۷/۶ درصد) کاهش بیشتری نشان می دهد. نتایج آزمون انکوا حاکی از اختلاف معنادار بین گروه ها در سطوح تستوسترون ($F = 29.80$ ، $P = 0.001$) و کورتیزول ($F = 15.57$ ، $P = 0.001$) بود.

نتیجه گیری: احتمالاً مصرف ژل رویال با دوز ۴/۵ گرم در نوجوانان فوتبالیست باعث کاهش کورتیزول و افزایش تستوسترون تا ۲۴ ساعت بعد از تمرینات شدید می شود. بنابراین، پیشنهاد می شود برای بهبود وضعیت آنابولیک و کاهش استرس پس از فعالیت شدید، ژل رویال را بلافاصله بعد از تمرین مصرف کنند.

مقدمه

انجام مسابقه یا رقابت شدید فوتبالی، وضعیت عصب‌شناختی، فیزیولوژیکی، تغذیه‌ای و روانی ورزشکار را به چالش می‌کشد. همچنین، دوره‌های تمرین و رقابت شدید برای اجرای حرکت‌های ورزشی بهینه ضروری است و موجب بهبود آن می‌شود. با توجه به این مسئله، انجام فعالیت بدون برگشت به حالت مناسب، سبب آسیب‌های ساختاری اولیه در عضلات می‌شود. پس از انجام فعالیت شدید، آسیب‌های ساختاری در عضلات، که عامل محدودکننده قوی در عملکرد عضله است، حتی برای ورزشکارانی که صدمه ندیده‌اند، به چشم می‌خورد (۱). تخریب عضلانی ناشی از فعالیت ورزشی از طریق کاهش قدرت عضلانی ایزومتریک، تغییر در دامنه حرکتی مفصل، تغییر در قطر عضله و تراوش پروتئین‌های عضله به داخل خون مشخص می‌شود. سازوکار آسیب عضلانی ناشی از ورزش و درد عضلانی، با تخلیه گلیکوژن عضله و تخریب سارکومرها همراه است. در آسیب عضلانی، نکرز سلولی و سرعت هدایت پیام عصبی افزایش پیدا می‌کند و سبب افزایش آسیب می‌شود.

برای بهبود باز یافت عضله اسکلتی، روش‌های درمانی زیادی پس از فعالیت‌های ورزشی استفاده می‌شود. بسیاری از متخصصان بهداشت، تغذیه و ورزش، درباره استراتژی‌هایی برای کاهش بروز آسیب عضلانی ناشی از ورزش و درد عضلانی تأخیری، تحقیقات جامعی انجام داده‌اند (۱-۳). در بازی فوتبال، عوامل آمادگی جسمانی، مانند توان، چابکی، سرعت، قدرت، انعطاف‌پذیری و غیره، بسیار اهمیت دارد و برای اینکه بتوان آن‌ها را به بیشینه رساند، از تمرینات و روش‌های مختلف تمرینی استفاده می‌شود. در ورزشکاران نوجوان، به‌ویژه فوتبالیست‌ها، فعالیت‌های بدنی شدید و فرساینده می‌تواند تعادل هورمونی را مختل کند و در عملکرد و سلامت آنان تأثیر منفی بگذارد.

تستوسترون و کورتیزول نیز دو هورمون استروئیدی هستند که به‌عنوان هورمون‌های متابولیک، در مطالعات ورزشی به آن‌ها توجه ویژه‌ای شده است. هورمون تستوسترون به‌عنوان مهم‌ترین شاخص آنابولیک و هورمون کورتیزول به‌عنوان مهم‌ترین شاخص کاتابولیک در تحقیقات استفاده می‌شوند (۴). نسبت این هورمون‌ها به یکدیگر شاخص بسیار سودمندی برای تعیین وضعیت آمادگی فرد است. افزایش نسبت کاتابولیک به آنابولیک نشان‌دهنده فشار زیاد تمرین است. برای اولین بار، آدلرکوتز و همکاران نسبت تستوسترون به کورتیزول را ابزاری تشخیصی برای نمایش فشار تمرین مطرح کردند (۴). فشار تمرین مهم‌ترین علت افزایش کورتیزول است؛ به‌طوری که شدت ۶۰ درصد، آستانه آنابولیک-کاتابولیک در نظر گرفته شده است.

رابطه بین هورمون‌های تستوسترون و کورتیزول به‌عنوان شاخصی از شدت تمرین به کار می‌رود. هاندزیسکی و همکاران تغییرات کورتیزول و تستوسترون و نسبت تستوسترون به کورتیزول را در بازیکنان حرفه‌ای فوتبال در سه نوبت بررسی کردند و نتیجه گرفتند نسبت تستوسترون به کورتیزول بعد از مسابقه فوتبال ۳۰ درصد کاهش یافته است (۵). از آنجاکه هر روز رکوردهای تازه‌ای در رشته‌های مختلف ورزشی در مسابقات به جا گذاشته می‌شود، لازم است ورزشکاران به‌منظور تقویت توانایی‌های خود، بر شدت تمرین خود بیفزایند. با توجه به تغییرات فیزیولوژیکی بدن، که به‌دنبال یک جلسه تمرین درمانده‌ساز روی می‌دهد، نقش تغییرات هورمونی در حفظ هموستاز و برقراری سلامت جسمی و روانی بازیکنان قابل‌بررسی است (۶).

ترشح هورمون کورتیزول در شرایط استرس‌زا می‌تواند تغییر یابد. از سوی دیگر، هورمون تستوسترون به‌عنوان خنثی‌کننده اثر متقابل کورتیزول هنگام فعالیت بدنی شناخته شده است. کاهش غلظت تستوسترون و افزایش غلظت کورتیزول یا کاهش نسبت تستوسترون به کورتیزول نشانه افزایش روندهای کاتابولیکی است. همچنین، اگر این نسبت بیش از ۳۰ درصد کاهش یابد، یکی از نشانه‌های مهم ابتلا به سندرم تمرین مفرط و مبین این نکته است که دوره ریکاوری پس از تمرین به‌صورت کامل انجام نشده است (۷). فعالیت بدنی وامانده‌ساز موجب پاسخ استرسی می‌شود که سطح کورتیزول را افزایش می‌دهد و می‌تواند در بافت عضلانی تأثیر کاتابولیک داشته باشد و عملکرد سیستم ایمنی را سرکوب کند. هم‌زمان، تستوسترون، که برای رشد و بازیابی عضلات ضروری است، ممکن است پس از فعالیت ورزشی فرساینده کاهش یابد. تحقیقات قبلی نشان داده‌اند که مداخلات تغذیه‌ای، مانند عصاره چای سبز، کورکومین و دارچین، سبب بهبود آسیب‌پذیری و تغییرات هورمونی نشانگرهای زیستی در افراد و ورزشکاران می‌شوند (۸-۱۱).

باین‌حال، استفاده از ژل رویال برای بهبود افراد عملکرد ورزشکاران پس از آسیب‌های ورزشی هنوز محدود است. ژل رویال یکی از فراورده‌های زنبورعسل و تنها غذای لاروهای جوان در دو تا سه روز اول زندگی است، درحالی‌که ملکه در کل دوره زندگی از ژل رویال استفاده می‌کند. این ماده می‌تواند دلیل برتری‌های جسمی ملکه در مقایسه با زنبوران کارگر باشد (۱۲). در مطالعات انسانی، ژل رویال در بیماری‌های مختلف مرتبط با التهاب غیرطبیعی، خواص ضدالتهابی از خود نشان داده است. مطالعه‌ای نشان داد که دوزهای ۵۰۰ میلی‌گرم، ۱۰۰۰ میلی‌گرم و ۲۰۰۰ میلی‌گرم هیچ اثر قابل‌توجهی در کاهش نشانگرهای آسیب عضلانی و واسطه‌های پیش التهابی نشان ندادند (۱۳). باین‌حال، تحقیقات محدودی درباره تأثیر آن در پاسخ‌های هورمونی در انسان، به‌ویژه نوجوانان ورزشکار، انجام شده است. همچنین، بررسی آثار این مکمل در جمعیت نوجوانان، که با تغییرات هورمونی چشمگیری مواجه هستند، انجام نشده است. از سوی دیگر، مطالعات موجود دوزهای مختلف ژل رویال را با یکدیگر مقایسه نکرده‌اند تا مشخص شود چه دوزی بیشترین تأثیر را در پاسخ هورمونی دارد. با توجه به ظرفیت‌های موجود در کشور و نیاز بازیکنان فوتبال در سطح جهانی به مکمل‌های ورزشی، این مطالعه تأثیر مصرف دوزهای مختلف مکمل ژل رویال را متعاقب یک فعالیت بدنی وامانده‌ساز در پاسخ‌های کوتاه‌مدت هورمونی تستوسترون و کورتیزول در فوتبالیست‌های پسر نوجوان بررسی و مقایسه کرده است.

روش کار

تحقیق حاضر از نظر هدف از نوع تحقیقات کاربردی و از نظر روش‌شناسی، نیمه‌تجربی پیش‌آزمون و پس‌آزمون است که به‌صورت یک‌سوکور اجرا شد. جامعه آماری مطالعه حاضر شامل پسران نوجوان با دامنه سنی ۱۵ تا ۱۸ سال فوتبالیست شهر قزوین با سابقه دو سال فوتبال حرفه‌ای است که در حال حاضر، در دسته استانی و کشوری حضور دارند. ابتدا با ارسال فراخوان در گروه‌های مجازی و نصب اطلاعیه در سطح شهر و باشگاه‌ها، درباره اهداف و اجرای پژوهش اطلاع‌رسانی شد. تعداد ۳۰ نفر فوتبالیست نوجوان در قالب طرح نیمه‌تجربی انتخاب شدند و با استفاده از جدول اعداد تصادفی، در سه گروه دارونما (۱۰ نفر)، گروه دوز ۱ گرم (۱۰ نفر) و گروه دوز ۴/۵ گرم (۱۰ نفر) قرار گرفتند.

داوطلبان شرکت‌کننده در این طرح با نوع مطالعه، اهداف و روش اجرا، فواید و خطرهای احتمالی آشنا و با کسب رضایت‌نامه آگاهانه وارد مطالعه

بهداشتی بروند و مئانه خود را خالی کنند. سپس وزن و قد آن‌ها اندازه‌گیری شد. وزن و قد آزمودنی‌ها از ترازو و قدسنج مدل SECA ساخت کشور آلمان، به ترتیب با دقت ۰/۱ کیلوگرم و ۰/۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. هنگامی که آن‌ها روی دستگاه بادی دستگاه بادی آنالایزر سه‌بعدی پایاتک مدل PT_3DFit قرار گرفتند، با وارد کردن جنسیت و قد در سیستم، شاخص توده بدنی با دستگاه محاسبه شد.

اندازه‌گیری پارامترهای خونی

نمونه خون بلافاصله بعد از تست وامانده‌ساز و ۲۴ ساعت بعد از مداخله در گروه‌های مطالعه اندازه‌گیری شد. کورتیزول سرم با روش الکتروکمی لومینسانس دستگاه Cobas و با درجه حساسیت ۰/۳۶ میکروگرم در میلی‌لیتر و تستوسترون خون با روش ایمونوفلورسانس رنگ سنجی (با کیت، ماربورگ، آلمان) با درجه حساسیت ۰/۲۴ میکروگرم با دستگاه ICHROMA سنجیده شد. نمونه‌های خون برای جداسازی سرم برای مدت یک دقیقه با سرعت ۲۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ و در دمای ۷۶- درجه سانتی‌گراد تا زمان اندازه‌گیری متغیرها نگهداری شدند. تمام خون‌گیری‌ها در زمان ۸ تا ۹ صبح برای کنترل ریتم سیرکاردین انجام شد.

روش آماری

در این پژوهش تمامی داده‌ها به‌صورت میانگین و انحراف معیار ارائه شده است. برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک (Shapiro-Wilk) و برای همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد و با توجه به تأیید آن، برای بررسی میزان اختلاف میانگین‌ها در پیش‌آزمون گروه‌ها از تحلیل واریانس تک‌راهه و اختلاف میانگین‌ها در مقایسه با پیش‌آزمون، از آزمون آماری t زوجی (paired t-test) استفاده شد. برای بررسی تفاوت بین گروه‌ها از تحلیل کوواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی (Bonferroni) استفاده شد. درصد تغییرات از طریق محاسبه (اختلاف پیش‌آزمون از پس‌آزمون؛ تقسیم بر پس‌آزمون، ضربدر ۱۰۰) به دست آمد. اندازه اثر هر آنالیز به‌صورت مجذور eta گزارش شد. تمامی محاسبات آماری با استفاده از نسخه ۲۳ نرم‌افزار آماری SPSS در سطح معنی‌داری $P < 0.05$ انجام شد.

یافته‌ها

در مجموع، ۳۰ شرکت‌کننده به ترتیب در تحلیل نهایی وارد شدند. جدول ۱ ویژگی‌های فردی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها را قبل از مداخلات نشان می‌دهد. میانگین سنی کل آزمودنی‌ها مطالعه 16.58 ± 1.25 سال بود. بین گروه‌های مطالعه در تمام اندازه‌گیری‌های پایه، شامل سن، وزن، قد و شاخص توده بدنی، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($p > 0.05$) (جدول ۱).

شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل بازه سنی ۱۵ تا ۱۸ سال، داشتن شاخص توده بدنی بین ۱۹ تا ۲۵ کیلوگرم بر مترمربع، سابقه دو تا چهار سال فوتبال حرفه‌ای، بازی در سطوح استانی و کشوری، مبتلانی نبودن به بیماری‌های عصبی-عضلانی، مصرف نکردن مکمل در شش ماه گذشته، مصرف نکردن داروهای خاص و استعمال نکردن دخانیات و الکل حداقل شش ماه پیش از شروع اجرای مطالعه بود. معیارهای خروج از پژوهش شامل مصرف مکمل‌های غذایی، مصرف نکردن مکمل و دارونما، حضور نامنظم و آسیب‌دیدگی بود. مکمل ژل رویال ساخت شرکت کمپلکس هلت برست از داروخانه در دوزهای مورد بررسی تهیه شد و در اختیار ورزشکاران قرار گرفت. یک روز قبل از شروع مطالعه، به آزمودنی‌ها آموزش داده شد که استراحت کافی داشته باشند و از خوردن صبحانه در صبح خودداری کنند. این اقدام با هدف استانداردسازی شرایط فیزیولوژیکی آن‌ها در طول جلسه تمرین انجام شد.

پروتکل تمرینی

پس از توضیحات اولیه به شرکت‌کننده‌ها درباره شیوه تمرین، آزمودنی‌ها در ابتدا پس از گرم کردن ده دقیقه‌ای، یک جلسه فعالیت ورزشی حاد تا سرحد واماندگی انجام دادند. فعالیت ورزشی وامانده‌ساز شامل شش تکرار دویدن ۴۰ متر (۲۰ متر رفت و ۲۰ متر برگشت) بود که آزمودنی پس از گرم کردن، از خط شروع با سرعت بیشینه شروع به دویدن می‌کردند و پس از لمس خط ۲۰ متر، با سرعت بیشینه به سمت خط اولیه برمی‌گشتند و پس از بیست ثانیه استراحت این کار را دوباره انجام می‌دادند تا شش بار رفت و برگشت کامل شود (۱۴). بلافاصله بعد از پروتکل دویدن، آزمودنی‌ها پروتکل تمرین انقباض اکسنتریک، شامل پنج ست بیست تایی پرش عمقی از سکوی ۶۰ سانتی‌متری را با فاصله ده ثانیه بین هر تکرار و یک دوره استراحت دو دقیقه‌ای بین هر ست انجام دادند. بررسی‌های قبلی نشان داده‌اند که عملکرد پرش‌های به اندازه کافی باعث آسیب عضلانی می‌شود (۱۵).

نحوه مصرف مکمل و دارونما

در این مطالعه، آزمودنی‌ها دوزهای ۱ گرم و ۴/۵ گرم خریده‌شده از شرکت رویال کمپلکس هلت برست را بلافاصله پس از فعالیت وامانده‌ساز مصرف کردند (۱). گروه دارونما نیز مانند گروه‌های مکمل، کپسول دارونما (مشابه با مکمل از نظر شکل و رنگ) را دریافت کردند. همچنین، در طول پروتکل به همه ورزشکاران مشاوره یکسان ارائه شد.

اندازه‌گیری شاخص‌های انتروپومتریک

در روزهای آزمایش از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا به سرویس

جدول ۱. تفاوت داده‌های پایه بین گروه‌های مطالعه

متغیر	دارونما	مکمل دوز ۱ گرم	مکمل دوز ۴/۵ گرم	سطح معنی‌داری
سن (سال)	16.10 ± 1.50	15.85 ± 1.36	17.80 ± 0.91	۰/۲۱
قد (سانتی‌متر)	172.21 ± 3.12	173.10 ± 2.68	171.17 ± 3.21	۰/۳۵
وزن (کیلوگرم)	61.60 ± 2.66	61.95 ± 3.10	59.87 ± 3.13	۰/۶۰
شاخص توده بدنی (کیلوگرم/مترمربع)	20.52 ± 0.88	21.66 ± 0.67	21.01 ± 0.74	۰/۵۴

* تفاوت معنی‌داری

آزمون تی زوجی نشان می‌دهد در گروه‌های مکمل دوز ۱ گرم و مکمل دوز ۴/۵ گرم، پس از مداخله، سطوح تستوسترون افزایش و کورتیزول کاهش معنادار داشته‌اند ($P < 0.05$). از نظر درصد تغییر، گروه دوز ۴/۵ گرم در مقایسه با گروه مکمل دوز ۱ گرم بزرگ‌تر است (جدول ۳). نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی به‌صورت تفاوت معنی دار بین گروه‌ها در تمامی شاخص‌ها به‌صورت دوجه‌دو گزارش شده است (جدول ۳).

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل کواریانس و t زوجی به‌منظور بررسی آثار درون‌گروهی و بین‌گروهی

متغیر	گروه‌ها	انحراف معیار $\pm$ میانگین		تغییر درون‌گروهی		تغییر بین‌گروهی	
		۲۴ ساعت بعد	۲۴ ساعت بعد	P	T	F	P
تستوسترون ($\mu\text{g/ml}$)	دارونما	$6/20 \pm 0/02$	$6/29 \pm 0/16$	۰/۱۲	-۱/۳۴	۲۹/۸۱	۰/۰۱*
	مکمل دوز ۱ گرم	$6/50 \pm 0/06$	$6/65 \pm 0/12$	۰/۰۴*	-۶/۵۶	۲/۲۸	
	مکمل دوز ۴/۵ گرم	$6/54 \pm 0/03$	$7/08 \pm 0/06$	۰/۰۰۱*	-۱۰/۹۱	۷/۹۳	
کورتیزول ($\mu\text{g/ml}$)	دارونما	$14/69 \pm 1/26$	$14/49 \pm 1/22$	۰/۱۲	-۰/۸۳۶	۱۵/۵۷	۰/۰۱*
	مکمل دوز ۱ گرم	$14/06 \pm 1/33$	$13/58 \pm 1/12$	۰/۰۲*	-۵/۰۴	۳/۴	
	مکمل دوز ۴/۵ گرم	$14/18 \pm 1/51$	$13/10 \pm 1/66$	۰/۰۰۱*	-۷/۲۶	۰/۹۵۱	

* مقدار P را بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان می‌دهد.

† مقدار P را بین گروه‌ها نشان می‌دهد.

Δ درصد اختلاف میانگین

جدول ۳. تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های مطالعه

گروه‌ها	تستوسترون ($\mu\text{g/ml}$)	کورتیزول ($\mu\text{g/ml}$)
دارونما	دوز ۱ گرم ۰/۰۹	۰/۱۱
دارونما	دوز ۴/۵ گرم ۰/۰۱*	۰/۰۰۱*
دوز ۱ گرم	دوز ۴/۵ گرم ۰/۰۳*	۰/۰۴*

* آزمون تعقیبی بنفرونی تفاوت معنی‌دار بین گروه‌ها

بحث

این مطالعه تأثیر مصرف دوزهای مختلف مکمل ژل رویال متعاقب فعالیت بدنی وامانده‌ساز را در پاسخ‌های کوتاه‌مدت هورمونی تستوسترون و کورتیزول در فوتبالیست‌های پسر نوجوان ارزیابی می‌کند. فعالیت بدنی شدید و وامانده‌ساز، به‌عنوان نوعی استرس فیزیولوژیک قدرتمند، تعادل هورمونی را به‌طور محسوسی بر هم می‌زند و به ایجاد تغییرات معنادار در سطوح هورمون‌های آنابولیک و کاتابولیک، مانند تستوسترون و کورتیزول، منجر می‌شود. این پاسخ هورمونی حاد، که در جهت تأمین انرژی و تطابق با فشار تمرین است، در صورت تداوم و بازبایی‌نشدن، می‌تواند تعادل آنابولیسم-کاتابولیسم ورزشکار را برهم بزند و به فرایندهای ریکاوری و سازگاری آسیب وارد کند.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که مصرف مکمل ژل رویال در دوزهای ۱ و ۴/۵ گرم بلافاصله پس از یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز، توانست پاسخ این هورمون‌ها را در بازه ۲۴ ساعته بازبایی به‌صورت مطلوبی تعدیل کند، به‌طوری که در هر دو گروه مصرف‌کننده ژل رویال (۱ و ۴/۵ گرم)، افزایش در سطح تستوسترون و کاهش در سطح کورتیزول مشاهده شد. این آثار به‌صورت وابسته به دوز بود و گروه با دوز بالاتر (۴/۵ گرم) بهبود قابل‌توجه‌تری (۷/۹۳ درصد در مقابل ۲/۲۸ درصد) را تجربه کرد. نتایج این تحقیق با شماری از مطالعات پیشین، که آثار ژل رویال را در شاخص‌های استرس و عملکرد اندوکراین بررسی کرده‌اند، همسو است.

پیوندی و همکاران گزارش کردند مصرف ژل رویال (۱۰۰ میلی‌گرم) روزانه برای مدت دو ماه باعث افزایش سطح تستوسترون شد (۱۶). ظریفی و همکاران گزارش کردند مصرف چهار هفته مکمل ژل رویال ۱۰۰۰ میلی‌گرم در روز، در کنار تمرینات تنفسی، در هورمون‌های تولیدمثلی در مردان سیگاری تأثیر می‌گذارد و آزادسازی تستوسترون را افزایش می‌دهد؛ همچنین مشاهده شد مقادیر کورتیزول کاهش داشته است (۱۷). پاسدار و همکاران با بررسی مطالعه متاآنالیز شواهدی را ارائه دادند که از آثار مفید ژل رویال در کاهش سطح لاکتات خون و افزایش عملکرد ورزشی حمایت می‌کند و این موضوع می‌تواند مرتبط با تعدیل پاسخ کاتابولیک ناشی از ورزش باشد (۱۸). یاکوب و همکاران در مطالعه‌ای گزارش کردند مصرف ۱۰۰۰ میلی‌گرم در روز ژل رویال برای مدت پانزده روز در افزایش سطح تستوسترون در مردان سالم و کم‌تحرك مؤثر بوده است (۱۸). بویوکیپچی و همکاران گزارش کردند مصرف ۵ گرم ژل رویال همراه با ۴۵ گرم مخلوط عسل به‌مدت هشت هفته در ورزشکاران قدرتی باعث کاهش سطح کورتیزول شد، ولی معنادار نبود (۲۰).

اگرچه در زمینه اثر در تستوسترون و بهبود کورتیزول مطالعات انسانی کم‌شمارتر هستند، پژوهش‌های حیوانی از پتانسیل ژل رویال برای حمایت از عملکرد غدد جنسی حکایت دارند (۲۱-۲۳)، باوجوداین، برخی تحقیقات نتوانسته‌اند چنین آثار مثبتی را ثبت کنند. بویوکیپچی و همکاران گزارش کردند مصرف ۵ گرم ژل رویال همراه با ۴۵ گرم مخلوط

حاد ژل رویال، به‌ویژه با دوز ۴/۵ گرم، می‌تواند راهکار مؤثری برای تسریع بازیابی هورمونی و تعدیل پاسخ به استرس ناشی از ورزش‌های شدید در جمعیت نوجوانان ورزشکار باشد. به نظر می‌رسد مکانیسم این اثر عمدتاً از طریق خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی و آداپتوژنیک ژل رویال و احتمالاً با تأثیرگذاری در محورهای HPA و HPG صورت می‌گیرد. الگوی پاسخ وابسته به دوز مشاهده‌شده در این مطالعه، به‌طور قوی‌ای از برتری دوز ۴/۵ گرمی ژل رویال در مقایسه با دوز ۱ گرمی حکایت دارد. این موضوع می‌تواند ناشی از دستیابی به آستانه غلظت بحرانی از ترکیبات زیست‌فعال (مانند HDA-۱۰ و پپتیدهای خاص) در گردش خون باشد که برای ایجاد اثر فیزیولوژیک معنادار در محورهای HPA و HPG ضروری است. دوز بالاتر احتمالاً ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی قوی‌تری را اعمال می‌کند و در نتیجه، مهار مؤثرتری در استرس اکسیداتیو و التهاب ناشی از ورزش ارائه و محیط هورمونی را به‌شکل بارزتری به‌سمت وضعیت آنابولیک سوق می‌دهد. تأکید بر این است که احتمالاً این مکمل در کنار برنامه تغذیه‌ای جامع و استراتژی‌های کلاسیک ریکاوری، نظیر تغذیه پس از تمرین، خواب و آبرسانی، بیشتر خود را نشان می‌دهد.

با این حال، تعمیم‌پذیری و قوت این نتایج باید با در نظر گرفتن محدودیت‌های مهم این پژوهش تفسیر شود. قوت‌های مطالعه حاضر همگنی بین گروه‌های پژوهشی در ابتدای مطالعه و حضور آزمودنی‌ها در تمامی جلسات آموزشی از ابتدا تا انتهای مطالعه بود. نخستین و اصلی‌ترین محدودیت، تعداد کم نمونه‌ها در هر گروه است که موجب کاهش قدرت آماری مطالعه و افزایش احتمال خطای نوع دوم (شناسایی‌نشدن تفاوت‌های واقعی) می‌شود. در نهایت، ارزیابی پاسخ هورمونی تنها در یک بازه زمانی (۲۴ ساعت پس از فعالیت) صورت گرفته است و درک جامعی از دینامیک زمانی کامل این پاسخ (مثلاً در بازه‌های ۲، ۶ و ۴۸ ساعته) فراهم نمی‌کند. رفع این محدودیت‌ها در مطالعات آتی با استفاده از نمونه‌های بزرگ‌تر و طرح‌های پژوهشی گسترده‌تر، ضروری به نظر می‌رسد.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه گزارش شد که مصرف ژل رویال دوز ۱ و ۴/۵ بلافاصله بعد از فعالیت باعث کاهش معنی‌دار کورتیزول و افزایش معنادار تستوسترون تا ۲۴ ساعت پس از فعالیت وامانده‌ساز می‌شود که تأثیرگذاری دوز ۴/۵ گرم بیشتر بود و می‌تواند نکته مهمی برای مربیان و نوجوانان فوتبالیست در زمان‌بندی مصرف مکمل ژل رویال باشد. از این رو، با در نظر گرفتن شرایط فردی فوتبالیست‌ها می‌توان پیشنهاد داد به‌منظور بهبود وضعیت آنابولیک و کاهش استرس پس از فعالیت‌های شدید، مکمل ژل رویال را بلافاصله بعد از فعالیت مصرف کنند.

تشکر و قدردانی

محققان این پژوهش از تمام آزمودنی‌هایی که در این پژوهش شرکت کرده‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنند. از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی، که در این تحقیق ما را همراهی کردند، سپاسگزاریم.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه حاصل بخشی از رساله مصوب معاونت محترم پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی با کد اخلاق به شماره IR.UMA.REC.1401.033 در کمیته اخلاق دانشگاه محقق اردبیلی

عسل به‌مدت هشت هفته در ورزشکاران قدرتی باعث افزایش آماری در وزنه‌های بلندشده در حرکات پرس سینه، اسکات، جلو بازو، ددلیفت و پرس شانه شد، درحالی‌که برطبق نتایج آزمایش هورمونی در گروه‌های دارونما و تجربی، در میزان تستوسترون آزاد و تستوسترون کل درون‌گروهی و بین‌گروهی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، این افزایش به‌دلیل تمرین با وزنه اعمال شده است (۲۰).

در مطالعه دیگری مریتا و همکاران گزارش دادند مصرف ۳۰۰۰ میلی‌گرم ژل رویال در روز به‌مدت شش ماه در مردان میان‌سال تأثیری در میزان تستوسترون نداشت (۲۴). این ناهم‌خوانی‌ها می‌تواند ناشی از عواملی همچون تفاوت در پروتکل مکمل‌یاری (مدت و دوز مصرف)، ویژگی‌های جامعه آماری (سن، جنسیت، سطح آمادگی) و نوع و شدت محرک استرس‌زا باشد. برای مثال، احتمال بروز آثار مثبت ژل رویال در شرایط استرس فیزیولوژیک شدید مانند ورزش وامانده‌ساز در نوجوانان ورزشکار، که سیستم ایمنی و غدد درون‌ریز به‌شدت فعال می‌شوند، بسیار بیشتر از حالت استراحت است.

ازجمله مکانیسم‌های شیمیایی احتمالی که می‌تواند مبنای بهبود هم‌زمان سطوح تستوسترون و کورتیزول در مطالعه حاضر باشد، می‌توان به فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی اشاره کرد. ژل رویال سرشار از ترکیبات فنولی، فلاونوئیدها و اسید چرب منحصربه‌فرد HDA-۱۰ است که مسئول خاصیت قدرتمند آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی آن هستند. فعالیت ورزشی شدید تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) و سیتوکاین‌های التهابی را به شدت افزایش می‌دهد. این عوامل ممکن است به سلول‌های لیدیک در بیضه (مسئول سنتز تستوسترون) آسیب برسانند و از طرفی، با تحریک محور HPA، ترشح کورتیزول را افزایش دهند. ژل رویال حاوی ترکیبات فنلی و فلاونوئیدهایی با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مستقیم است که می‌تواند طی چند ساعت پس از مصرف، استرس اکسیداتیو ناشی از ورزش شدید را کاهش دهد. کاهش استرس اکسیداتیو حاد به‌نوبه خود از آسیب زود هنگام غشای سلول‌های لیدیک و آدرنال جلوگیری می‌کند و ممکن است در بازه ۲۴ ساعته، اثر محافظتی خفیفی داشته باشد. احتمالاً ژل رویال با خنثی کردن رادیکال‌های آزاد و کاهش التهاب، از این چرخه معیوب جلوگیری می‌کند. این کار به محافظت از بافت‌های تولیدکننده تستوسترون و کاهش فشار بر محور HPA منجر می‌شود که نتیجه نهایی آن، ایجاد محیط هورمونی آنابولیک‌تر است (۱۸). از طرفی، ژل رویال به‌عنوان آداپتوژن عمل می‌کند و ممکن است از ترشح بیش از حد و طولانی‌مدت کورتیزول جلوگیری و از بروز خستگی آدرنال در دوره‌های تمرینی فشرده پیشگیری کند. این موضوع به نفع تعادل هورمونی و تسهیل فرایندهای ترمیمی خواهد بود (۲۲). شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد ژل رویال ممکن است به‌طور مستقیم در محور HPG اثر تحریکی داشته باشد. اگرچه مکانیسم دقیق آن در انسان به‌خوبی شناخته نشده است، مطالعات حیوانی حاکی از آن است که ژل رویال می‌تواند ترشح هورمون آزادکننده گنادوتروپین (GnRH) از هیپوتالاموس یا ترشح هورمون لوتئینه‌کننده از هیپوفیز را افزایش دهد. افزایش LH، سیگنال قوی‌تری برای تولید تستوسترون توسط سلول‌های لیدیک فراهم می‌کند (۱۹). کلسترول پیش‌ساز مشترک برای سنتز تستوسترون و کورتیزول است. ژل رویال حاوی استرول‌ها و اسیدهای چرب ضروری است که می‌توانند در دسترس بودن کلسترول را برای سنتز هورمون‌های استروئیدی افزایش دهند. در شرایط پس از ورزش که بدن برای ترمیم به منابع بیشتری نیاز دارد، این تأمین مواد اولیه می‌تواند سنتز تستوسترون را تسهیل کند (۲۴).

به‌طور خلاصه، یافته‌های این پژوهش حاکی از آن است که مصرف

سهم نویسندگان

مفهوم‌پردازی، طراحی مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها: محمد مسلم‌اوی، معرفت سیاهکوهیان، عباس صادقی و لیا کاتبی؛ تهیه پیش‌نویس مقاله: عباس صادقی؛ بازبینی مطالب: ابراهیم نوریان و رضا فرضی‌زاده؛ تأیید نهایی مطالعه: معرفت سیاهکوهیان.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، در این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافی وجود

ندارد.

حامی مالی

بخشی از هزینه‌های مطالعه حاضر را معاونت محترم پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی تأمین کرده است.

References

- Ilbeigi S, Moazani H, Saghebjeoo M, Yousefi M. The effect of recovery methods after a session of exhaustive activity on some performance indicators and muscle damage in teenage soccer players. *J Sport Exerc Physiol*. 2021;14(2):127-36. (Persian) [doi:10.52547/joeppa.14.2.127](https://doi.org/10.52547/joeppa.14.2.127)
- Xin G, Eshaghi H. Effect of omega-3 fatty acids supplementation on indirect blood markers of exercise-induced muscle damage: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Food Sci Nutr*. 2021;9(11):6429-44. [doi:10.1002/fsn3.2598](https://doi.org/10.1002/fsn3.2598) [pmid](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/352598/)
- Fraga GS, Aidar FJ, Matos DG, Marçal AC, Santos JL, Souza RF, et al. Effects of ibuprofen intake in muscle damage, body temperature and muscle power in Paralympic powerlifting athletes. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(14):5157. [doi:10.3390/ijerph17145157](https://doi.org/10.3390/ijerph17145157) [pmid](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33390/)
- Adlercreutz H, Härkönen M, Kuoppasalmi K, Näveri H, Huhtaniemi I, Tikkanen H, et al. Effect of training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their response during physical exercise. *Int J Sports Med*. 1986;7(Suppl 1):S27-8. [doi:10.1055/s-2008-1025798](https://doi.org/10.1055/s-2008-1025798) [pmid](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3081055/)
- Handziski Z, Maleska V, Petrovska S, Nikolik S, Mickoska E, Dalip M, et al. The changes of ACTH, cortisol, testosterone and testosterone/cortisol ratio in professional soccer players during a competition half-season. *Bratisl Lek Listy*. 2006;107(6-7):259-63 [pmid](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1675963/)
- Selmi O, Ouergui I, Levitt DE, Marzouki H, Knechtle B, Nikolaidis PT, et al. Training, psychometric status, biological markers and neuromuscular fatigue in soccer. *Biol Sport*. 2022;39(2):319-27. [doi:10.5114/biolsport.2022.104065](https://doi.org/10.5114/biolsport.2022.104065) [pmid](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/352598/)
- Kalapotarakos VI, Papadopoulos-Manolarakis P, Vassiliades E, Owen A, Manthou E. Intermittent endurance and biochemical variations during a season in elite professional soccer players. *Trends Sport Sci*. 2024;31(1):29-36. [doi:10.23829/TSS.2024.31.1-3](https://doi.org/10.23829/TSS.2024.31.1-3)
- da Silva W, Machado AS, Souza MA, Mello-Carpes PB, Carpes FP. Effect of green tea extract supplementation on exercise-induced delayed onset muscle soreness and muscular damage. *Physiol Behav*. 2018;194:77-82. [doi:10.1016/j.physbeh.2018.05.006](https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.05.006)
- Yoon WY, Lee K, Kim J. Curcumin supplementation and delayed onset muscle soreness (DOMS): effects, mechanisms, and practical considerations. *Phys Act Nutr*. 2020;24(3):39-43. [doi:10.20463/pan.2020.0020](https://doi.org/10.20463/pan.2020.0020) [pmid](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3200020/)
- Costache AD, Costache II, Miftode RŞ, Stafie CS, Leon-Constantin MM, Roca M, et al. Beyond the finish line: the impact and dynamics of biomarkers in physical exercise—a narrative review. *J Clin Med*. 2021;10(21):4978. [doi:10.3390/jcm10214978](https://doi.org/10.3390/jcm10214978) [pmid](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34978000/)
- Kochman J, Jakubczyk K, Antoniewicz J, Mruk H, Janda K. Health benefits and chemical composition of matcha green tea: A review. *Molecules*. 2021;26(1):85. [doi:10.3390/molecules26010085](https://doi.org/10.3390/molecules26010085) [pmid](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33390/)
- Kausar SH, More VR. Royal jelly: organoleptic characteristics and physicochemical properties. *Pharm Chem J*. 2019;6(2):20-4. [doi:10.30721/fsab2025.v8.i1.456](https://doi.org/10.30721/fsab2025.v8.i1.456)
- Sarıtaş N, Yıldız K, Coşkun B, Büyüklpekci S, Çöksevim B. Effect of royal jelly ingestion for four weeks on hematological blood markers on swimmers. *Ovidius Univ Ann Ser Phys Educ Sport Sci Mov Health*. 2014;14(2):312-8. [Link](https://doi.org/10.1123/ijspp.2018-0579)
- Bravo DF, Impellizzeri FM, Rampinini E, Castagna C, Bishop D, Wisloff U. Sprint vs. interval training in football. *Int J Sports Med*. 2008;29(8):668-74. [doi:10.1055/s-2007-989371](https://doi.org/10.1055/s-2007-989371) [pmid](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1825981/)
- Osmond AD, Directo DJ, Elam ML, Juache G, Kreipke VC, Saralegui DE, et al. The effects of leucine-enriched branched-chain amino acid supplementation on recovery after high-intensity resistance exercise. *Int J Sports Physiol Perform*. 2019;14(8):1081-8. [doi:10.1123/ijspp.2018-0579](https://doi.org/10.1123/ijspp.2018-0579) [pmid](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/311233/)
- Peivandi S, Khalili Savadkouhi S, Abbasi Z, Zamaniyan M, Gordani N, Moradi S. Effect of royal jelly on sperm parameters and testosterone levels in infertile men. *J Mazandaran Univ Med Sci*. 2022;31(206):43-52. (Persian) [Link](https://doi.org/10.1123/ijspp.2018-0579)
- Pancar Z. The effect of inspiratory muscle training and royal jelly supplementation on male reproductive hormones. *EJMI*. 2020;4(4):414-9. [doi:10.14744/ejmi.2020.71861](https://doi.org/10.14744/ejmi.2020.71861)
- Pasdar Y, Kiani F, Darbandi M, Hamzeh B, Darbandi M, Najafi F. The impact of royal jelly on athletic performance, lactate levels, anthropometric parameters, and muscle damage: A systematic review. *Prev Nutr Food Sci*. 2024;29(4):385-93. [doi:10.3746/pnf.2024.29.4.385](https://doi.org/10.3746/pnf.2024.29.4.385)
- Taşdoğan AM, Pancar Z, Özdal M, Vural M, Pancar S, Birinci YZ. The effect of short-term royal jelly supplement on testosterone levels in sedentary and healthy individuals: royal jelly and testosterone. *Progr Nutr*. 2020;22(1):275-80. [doi:10.23751/pn.v22i1.8746](https://doi.org/10.23751/pn.v22i1.8746)
- Büyükipekçi S, Santaş N, Soylu M, Mistık S, Silici S. Effects of royal jelly and honey mixture on some hormones in young males performing maximal strength workout. *Phys Educ Stud*. 2018;22(6):308-15. [doi:10.15561/20755279.2018.0605](https://doi.org/10.15561/20755279.2018.0605)
- Yang A, Zhou M, Zhang L, Xie G, Chen H, Liu Z, et al. Influence of royal jelly on the reproductive function of puberty male rats. *Food Chem Toxicol*. 2012;50(6):1834-40. [doi:10.1016/j.fct.2012.02.098](https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.02.098)
- Shi Z, Enayatullah H, Lv Z, Dai H, Wei Q, Shen L, et al. Freeze-dried royal jelly proteins enhanced the testicular development and spermatogenesis in pubescent male mice. *Animals (Basel)*. 2019;9(11):977. [doi:10.3390/ani9110977](https://doi.org/10.3390/ani9110977) [pmid](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3200020/)
- Khani A, Kazemi N. The effect for eight weeks of resistance training with royal jelly consumption on anxiety and depression in a rat model for Alzheimer's disease. *J Nutr Fasting Health*. 2021;9(3):202-6. [doi:10.22038/infh.2020.51715.1293](https://doi.org/10.22038/infh.2020.51715.1293)
- Morita H, Ikeda T, Kajita K, Fujioka K, Mori I, Okada H, et al. Effect of royal jelly ingestion for six months on healthy volunteers. *Nutr J*. 2012;11:77. [doi:10.1186/1475-2891-11-77](https://doi.org/10.1186/1475-2891-11-77) [pmid](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22038000/)