



Rapid recovery or long-term adaptation; Revisiting the role of antioxidant supplements in football: A Synthesis Study

Zohreh Shannazari¹ , Amir Hossein Azizi Ammarati² , Vazgen Minasian³

1. Corresponding Author, Assistant Professor, Exercise Physiology Department, Faculty of Sports Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

2. MA student, Exercise Physiology Department, Faculty of Sports Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

3. Professor Exercise Physiology Department, Faculty of Sports Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received 29 Sep 2025

Received in revised form

04 Nov 2025

Accepted 23 Nov 2025

Available online 22

Dec 2025

Keywords:

Synthesis research; Antioxidants;
Sports nutrition; Football
performance; Oxidative stress

ABSTRACT

Objective: Professional football involves intermittent, high-intensity physical demands that lead to increased oxidative stress, inflammation, and muscle damage. Antioxidant supplements such as curcumin, vitamins C and E, coenzyme Q10, tart cherry juice, and quercetin have the potential to modulate these responses. This study aimed to synthesize existing evidence on the effects of antioxidant supplementation on physical, technical, cognitive performance, and recovery-related outcomes in football players.

Methods: This study was conducted as synthesis research. Articles published between 2015 and 2025 were retrieved from the ISI Web of Science, Scopus, PubMed, and Cochrane Library databases. Inclusion criteria comprised intervention studies investigating antioxidant supplementation in football players (from adolescent to professional levels) and reporting performance-related, biochemical, or recovery outcomes. Data were integrated using a qualitative and thematic synthesis approach.

Results: The synthesized evidence indicated that the investigated supplements—including curcumin (reduction of inflammation and delayed onset muscle soreness), tart cherry juice (improved functional recovery and reduced DOMS), quercetin (enhanced endurance capacity), and vitamins C and E (immune support and reduction of oxidative stress markers)—were predominantly associated with short-term improvements in acute recovery, attenuation of inflammatory markers, and preservation of explosive performance. Proposed mechanisms include inhibition of NF- κ B signaling, activation of the Nrf2 pathway, enhancement of endogenous antioxidant capacity, and modulation of metabolic stress.

Conclusion: Current evidence suggests that antioxidant supplements may be effective in facilitating rapid recovery in football players, particularly during congested competition schedules.

Cite this article: Shannazari, Z; Azizi Ammarati, A. H.; Minasian, V. Rapid recovery or long-term adaptation; Revisiting the role of antioxidant supplements in football: A Synthesis Study. *Applied Research in Sports Nutrition and Exercise Science*, 2025;2(4):1-18. [10.22091/arsnes.2024.11878.1053](https://doi.org/10.22091/arsnes.2024.11878.1053)



© The Author(s).

Publisher: University of Qom.

DOI: [10.22091/arsnes.2024.11878.1053](https://doi.org/10.22091/arsnes.2024.11878.1053)



Extended Abstract

Introduction

Modern professional football imposes significant physiological demands through intermittent, high-intensity activity combined with a congested match calendar. This repetitive physical load consistently leads to myofibrillar damage, activation of inflammatory pathways, and increased production of reactive oxygen and nitrogen species (RONS). While these processes are inherent to intense exercise, their persistence can impair recovery, elevate injury risk, and ultimately hinder performance. The role of nutrition and supplemental strategies is crucial in managing this redox balance. In-season strategies aim to support recovery and maintain performance not only by providing energy substrates and essential micronutrients but also by modulating oxidative and inflammatory responses. However, a central scientific and practical question arises: can antioxidant interventions simultaneously mitigate acute oxidative damage without blunting the desirable long-term adaptive signals from training? Answering this requires a clear distinction between the acute effects on recovery and the chronic effects on adaptation. Antioxidants such as curcumin, quercetin, coenzyme Q10 (CoQ10), tart cherry juice, and vitamins C and E have demonstrated potential in modulating these pathways. Curcumin, a multi-target polyphenol, shows promise in inhibiting NF- κ B and activating Nrf2 pathways, thereby reducing inflammation and bolstering antioxidant defenses, though its efficacy is complicated by bioavailability issues and heterogeneous formulations. Quercetin, a dietary flavonoid, may induce glutathione synthesis and modulate key pathways but suffers from low bioavailability and inconsistent clinical data. CoQ10, with its dual role as a mitochondrial electron

carrier and lipid-soluble antioxidant, could support metabolic tolerance and reduce damage markers, yet optimal dosing and timing remain unclear. Tart cherry juice, rich in anthocyanins, has shown benefits in reducing muscle soreness and improving functional recovery in some athletic populations, though results in elite footballers are mixed. The classic antioxidants, vitamins C and E, can reduce certain oxidative markers, but high-dose supplementation may potentially interfere with redox-sensitive signaling necessary for mitochondrial biogenesis and other training adaptations, highlighting the delicate balance between acute recovery and chronic adaptation. The current body of evidence is marked by significant heterogeneity due to differences in study populations (elite vs. amateur, male vs. female), small sample sizes, varied supplement formulations and bioavailabilities, diverse timing protocols, and disparate outcome measures (biochemical, physical, technical, cognitive). Furthermore, a notable research gap exists in football-specific studies that concurrently assess physical, technical, and cognitive effects within a match or simulated match context, while also controlling for confounding variables such as menstrual cycle, baseline nutritional status, and biomarker profiles. Therefore, this synthesis study aims to consolidate the existing evidence on curcumin, quercetin, CoQ10, tart cherry juice, and vitamins C and E in football players to elucidate their efficacy on performance and recovery and to provide a framework for future research focused on individualized responses and long-term adaptations.

Methods

This research was conducted as a systematic evidence synthesis. A comprehensive search



was performed across four major electronic databases: ISI Web of Science, Scopus, PubMed, and Cochrane Library, covering publications from 2015 to 2025. The initial search strategy yielded 45 records. Following a systematic screening process based on predefined inclusion and exclusion criteria, 14 studies were ultimately selected for qualitative synthesis. The inclusion criteria encompassed human intervention studies involving football players from adolescent to professional levels, which investigated the effects of the specified antioxidant supplements and reported on at least one performance-related (e.g., sprint, jump, endurance), biochemical (e.g., CK, CRP, IL-6), or recovery outcome (e.g., DOMS, functional tests). Accepted study designs included randomized controlled trials (parallel or crossover), experimental intervention studies, and observational studies with quantitative data. Valid theses and field studies were included as complementary evidence. Studies on non-human subjects, purely theoretical articles, and research lacking performance data were excluded. Each included study was assessed based on its design level and reporting quality, particularly regarding pre-trial nutritional control, blinding procedures, and biochemical sampling methods. In the subsequent thematic analysis, studies were given descriptive weighting, with stronger evidence attributed to randomized controlled trials showing convergent results, and weaker evidence to case studies or research with small samples or non-randomized designs. The data from the selected studies were integrated using a qualitative and thematic synthesis approach to identify consistent patterns, mechanistic insights, and contextual factors influencing the outcomes.

Results

The synthesized evidence revealed distinct profiles for each antioxidant supplement

concerning their effects on football players. For **curcumin**, the most consistent findings relate to its anti-inflammatory and recovery-supporting properties. Studies reported significant reductions in systemic inflammatory markers such as C-reactive protein (CRP) and interleukin-6 (IL-6), as well as attenuated delayed onset muscle soreness (DOMS) following match play or intense exercise. These effects are attributed to proposed mechanisms including inhibition of the NF- κ B pathway and activation of the Nrf2 antioxidant response. However, the evidence for direct benefits on explosive performance metrics like sprint times, countermovement jump (CMJ) height, or repeated-sprint ability (RSA) is variable and less conclusive. The efficacy of curcumin appears highly dependent on formulation bioavailability, with enhanced preparations (e.g., NovaSOL, Theracurmin) showing more pronounced effects.

Coenzyme Q10 (CoQ10) emerged as a supplement with potential cardiometabolic and recovery-supporting roles. Observational data linked higher plasma CoQ10 levels to reduced muscle damage markers (creatinine kinase) and cortisol responses. A short-term RCT indicated that CoQ10 supplementation could reduce specific markers of cardiac stress (e.g., GDF-15, NT-proBNP) following heavy exercise and showed a slight improvement in time to exhaustion. Its primary mechanisms are thought to be the enhancement of mitochondrial efficiency and reduction of lipid peroxidation.

Tart cherry juice (Montmorency concentrate) demonstrated efficacy in accelerating functional recovery in several controlled trials. Benefits included reduced losses in maximal voluntary isometric contraction (MVIC) and CMJ performance post-exercise, faster return of speed and agility, and decreased DOMS. These effects are linked to its high content of anti-



inflammatory and antioxidant polyphenols and anthocyanins. Nonetheless, results in professional football settings under real-match conditions have been inconsistent, suggesting that its effectiveness may be context-dependent, influenced by dosing protocols and the initial level of muscle trauma.

Vitamin C supplementation showed benefits primarily in the realms of immunometabolic support rather than direct performance enhancement. Studies reported that vitamin C, particularly in combination with other nutrients, could reduce the incidence of upper respiratory tract illness symptoms and gastrointestinal discomfort during intense periods. It was also effective in improving hematological indices like hemoglobin and ferritin status, especially in contexts of high physiological stress or potential deficiency. However, systematic reviews caution that chronic, high-dose supplementation may interfere with training adaptations by dampening essential redox signaling.

Vitamin E, a lipid-soluble antioxidant, was effective in improving biochemical profiles. A randomized controlled trial found that supplementation increased total antioxidant capacity (T-AOC) and the activity of endogenous antioxidant enzymes (SOD, GSH-Px) while decreasing malondialdehyde (MDA), a marker of lipid peroxidation. These changes suggest a protective effect against exercise-induced oxidative stress at the membrane level. However, direct evidence linking these biochemical improvements to measurable enhancements in football-specific performance (e.g., sprinting, jumping) remains limited.

Quercetin supplementation was associated with improvements in endurance capacity. One intervention study found that daily quercetin intake over six weeks increased time to exhaustion and improved antioxidant enzyme profiles while reducing oxidative

stress markers. This suggests quercetin may enhance mitochondrial biogenesis and antioxidant defenses, supporting sustained effort. However, these findings are primarily from amateur or non-elite populations, limiting their direct applicability to professional footballers without further investigation.

Discussion

The synthesized findings present a nuanced picture of antioxidant supplementation in football. The primary and most consistent benefit across several supplements, particularly curcumin and tart cherry juice, lies in supporting acute recovery. By mitigating inflammation (e.g., via NF- κ B inhibition) and reducing oxidative stress (e.g., via Nrf2 activation), these compounds can attenuate DOMS and accelerate the restoration of muscle function after damaging exercise. This can be highly valuable during periods of fixture congestion, where recovery time between matches is limited. However, this very strength raises the critical question of long-term adaptation. The "hormesis" theory posits that the transient increase in RONS post-exercise is a vital signaling mechanism that drives beneficial adaptations, such as enhanced mitochondrial biogenesis and strengthened endogenous antioxidant defenses. High-dose or chronic antioxidant supplementation, especially with vitamins C and E, risks blunting these signals, potentially compromising long-term training efficacy. This creates a fundamental dichotomy: antioxidants may facilitate rapid recovery in the short term but could possibly impede optimal physiological adaptation over a season.

The variable results, especially noted with tart cherry juice in elite settings and the inconsistent performance data for curcumin, underscore the importance of context. Factors such as the athlete's baseline antioxidant status, training load, the specific formulation



and bioavailability of the supplement, and the timing of intake (e.g., pre- vs. post-loading) are likely critical determinants of efficacy. The evidence does not robustly support the notion that these antioxidants are direct ergogenic aids for improving maximal strength, power, or technical skills in football. Instead, their role appears to be more supportive and modulatory, helping to manage the physiological cost of competition and training. Individualization is therefore key; an antioxidant strategy that is beneficial for a player in a state of overt inflammation or during a brutally congested schedule may be unnecessary or even counterproductive during a normal training microcycle aimed at promoting adaptation.

Conclusion

In conclusion, this synthesis indicates that antioxidant supplements like curcumin, tart cherry juice, CoQ10, quercetin, and vitamins C and E can play a targeted, supportive role in the nutritional management of football players. Their most compelling application is in enhancing acute recovery by reducing inflammation, muscle soreness, and oxidative damage, which is particularly relevant during intense competition periods. However, they should not be viewed as universal performance-enhancing agents. A cautious and strategic approach is warranted. Supplementation should be periodized, considering the training phase—prioritizing recovery support during high-stress competitive blocks while potentially avoiding high-dose chronic use during adaptation-focused training periods. The current evidence base, while promising, has limitations including small sample sizes, heterogeneity in protocols, and a lack of long-term adaptation studies in elite football

cohorts. Future research should prioritize well-designed, football-specific RCTs with adequate statistical power that concurrently measure performance, biochemical, and perceptual recovery markers, while also investigating the long-term effects on training adaptation. Ultimately, the decision to use antioxidant supplements should be individualized, evidence-informed, and integrated within a comprehensive sports nutrition plan that prioritizes whole-food intake and periodized recovery strategies.

Keywords: Synthesis research; Antioxidants; Sports nutrition; Football performance; Oxidative stress

Ethical Considerations

In conducting the research, ethical considerations were taken into account in accordance with the guidelines of the Ethics Committee of the University.

Funding/Financial Support

This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' Contributions

Authors contributed equally in preparing this article.

Conflict of Interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We express our deepest gratitude to all participants in this study and those who assisted us during the research process.



ریکاوری سریع یا سازگاری بلندمدت؛ بازنگری نقش مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی در فوتبال: یک مطالعه

سنتز پژوهی

زهره شانظری^۱✉، امیرحسین عزیزی عمارتی^۲، وازگن میناسیان^۳ 

۱. نویسنده مسئول، استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

۳. استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	هدف: فوتبال حرفه‌ای با بارهای فیزیکی متناوب و شدید همراه است که منجر به افزایش استرس اکسیداتیو، التهاب و آسیب عضلانی می‌شود. مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی مانند کورکومین، ویتامین C، ویتامین E، کوآنزیم Q10، آب آلبالوی ترش و کوثرستین پتانسیل تعدیل این فرایندها را دارند، اما اثربخشی آن‌ها بر عملکرد فوتبالیست‌ها نیازمند ارزیابی نظام‌مند است. هدف این مطالعه، سنتز شواهد موجود درباره اثرات این مکمل‌ها بر عملکرد فیزیکی، تکنیکی، شناختی و ریکاوری فوتبالیست‌ها بود.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۰۷	روش‌ها: یک مطالعه سنتز پژوهی بر اساس مقالات منتشرشده در بازه زمانی ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۵ انجام شد. مقالات از پایگاه‌های داده ISI Web of Science، Scopus، PubMed و Cochrane Library انتخاب شدند و بر اساس معیارهای ورود شامل مداخلات آنتی‌اکسیدانی در فوتبالیست‌ها (از نوجوان تا حرفه‌ای) و گزارش پیامدهای عملکردی، بیوشیمیایی یا ریکاوری استخراج گردیدند. داده‌ها با رویکرد تحلیل کیفی و موضوعی یکپارچه‌سازی شدند.
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۸/۱۳	یافته‌ها: تجزیه و تحلیل سنتزی نشان داد که مکمل‌های بررسی‌شده، از جمله کورکومین (کاهش التهاب و DOMS)، آب آلبالوی ترش (بهبود ریکاوری عملکردی و کاهش DOMS)، کوثرستین (افزایش تحمل استقامتی) و ویتامین‌های C و E (حمایت ایمنی و کاهش نشانگرهای اکسیداتیو)، اغلب با بهبودهای کوتاه‌مدت در ریکاوری حاد، کاهش نشانگرهای التهابی و حفظ عملکرد انفجاری مرتبط هستند. مکانیسم‌های احتمالی شامل مهار مسیرهای NF-κB، فعال‌سازی Nrf2، تقویت ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و تعدیل استرس متابولیک است.
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۰۲	نتیجه‌گیری: شواهد نشان می‌دهد مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی می‌توانند در ریکاوری سریع فوتبالیست‌ها طی مسابقات فشرده مؤثر باشند.
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۰/۰۱	

کلیدواژه‌ها:

سنتز پژوهی؛ آنتی‌اکسیدان‌ها؛ تغذیه ورزشی؛ عملکرد فوتبالیست‌ها؛ استرس اکسیداتیو

استناد: شانظری، زهره، عزیزی عمارتی، امیرحسین، میناسیان، وازگن. ریکاوری سریع یا سازگاری بلندمدت؛ بازنگری نقش مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی در فوتبال: یک

مطالعه سنتز پژوهی. پژوهش‌های کاربردی در تغذیه ورزشی و علم تمرین، ۱۴۰۴، ۲ (۳)، ۱۸-۱.

DOI: [10.22091/arsnes.2024.11878.1053](https://doi.org/10.22091/arsnes.2024.11878.1053)



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه قم.



مقدمه

فوتبال حرفه‌ای مدرن، به‌ویژه در سطوح حرفه‌ای، ترکیبی از بارهای فیزیکی متناوب، فعالیت‌های انفجاری و تقویم فشرده مسابقات است که به‌طور مکرر موجب آسیب میوفیبریلی، فعال‌سازی پاسخ‌های التهابی و افزایش تولید گونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن می‌گردد؛ این فرایندها اگر تداوم یابند می‌توانند ریکاوری را مختل و خطر آسیب و افت عملکرد را افزایش دهند (۱،۲،۳،۴،۵). در عین حال، تولید RONS در ورزش ماهیتی دوگانه دارد؛ در سطوح فیزیولوژیک نقش سیگنال‌دهنده‌ای برای القای سازگاری‌های مفید از جمله بیوژنز میتوکندری و القای آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی ذاتی ایفا می‌کند و تنها هنگام تولید بیش‌ازحد به‌عنوان عامل آسیب‌زننده و محدودکننده عملکرد ظاهر می‌شود (۶،۷،۸).

تغذیه و مداخلات مکملی جایگاهی کلیدی در مدیریت این تعادل ردوکس سازگاری دارند، به‌طوری‌که راهبردهای درون فصل می‌توانند هم از طریق تأمین سوبستراهای انرژی و ریزمغذی مورد نیاز و هم از راه تعدیل پاسخ‌های التهابی و اکسایشی، ریکاوری و پایداری عملکرد را بهبود بخشند (۱،۲،۹،۱۰). با این وجود، پرسش عملی و علمی محوری این است که آیا مداخله آنتی‌اکسیدانی می‌تواند به‌صورت همزمان هم از آسیب اکسایشی حاد بکاهد و هم از سازگاری‌های مطلوب تمرین ممانعت نکند؛ پاسخ به این پرسش مستلزم تمایز بین اثرات حاد ریکاوری و اثرات مزمن سازگاری است (۶،۱۱،۱۲).

کورکومین به‌عنوان یک پلی‌فنول چندهدفه با توانایی مهار NF- κ B و فعال‌سازی Nrf2، پتانسیل کاهش التهاب و تقویت دفاع آنتی‌اکسیدانی را نشان داده است. با این حال، محدودیت زیست‌فراهمی و ناهمگونی فرمولاسیون‌ها (از Meriva تا Theracurmin و NovaSOL) و نتایج متفاوت در ورزشکاران نخبه، اجرای توصیه‌های یکپارچه را دشوار ساخته است (۱،۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶).

کوئرتستین، یک فلاونوئید رژیمی، مکانیسم‌هایی نظیر القای GSH و تعدیل NF- κ B/PGC-1 α را دارد ولی زیست‌فراهمی پایین و داده‌های بالینی متناقض مانع از اثبات اثرات قاطع آن بر پارامترهای عملکردی حاد شده است؛ بنابراین نیاز به فرم‌های بازیست‌فراهمی و مطالعات طولانی‌مدت در جمعیت‌های فوتبالی وجود دارد (۱۷،۱۸).

کوآنزیم Q10 به‌واسطه نقش دوفاکتوری خود حامل الکترون میتوکندری و آنتی‌اکسیدان لیپیدمحور در حفظ تولید ATP و کاهش پراکسیداسیون لیپیدها نویدبخش بهبود تحمل متابولیک و کاهش نشانگرهای آسیب است، اما شواهد مداخله‌ای کنترل‌شده محدود و ناهمگون است و تعیین دوز، فرم (یوبیکینول در برابر یوبیکینون) و زمان‌بندی مطلوب هنوز نامشخص است (۹،۱۹،۲۰).

آب آلبالوی ترش (Tart cherry juice) به‌واسطه آنتوسیانین‌هایش در مطالعات غیرحرفه‌ای کاهش DOMS و بهبود CMJ و برخی شاخص‌های بازیابی را نشان داده اما در فوتبالیست‌های الیت نتایج اغلب منفی یا خنثی بوده و به‌نظر می‌رسد پیش‌بارگیری طولانی‌تر و دوز استاندارد می‌تواند متغیرهای نتایج را تغییر دهد (۱۰،۲۱).

ویتامین‌های C و E به‌عنوان آنتی‌اکسیدان‌های آب‌چربی‌محلول کلاسیک، در کاهش بعضی نشانگرهای اکسایشی و CK نقش داشته‌اند؛ اما مداخلات با دوزهای بالا می‌تواند سیگنال‌های ردوکس-محور لازم برای القای سازگاری‌های میتوکندریایی و هیپرتروفی را تضعیف کند، لذا مسئله توازن بین ریکاوری حاد و سازگاری مزمن مطرح است (۲۲،۲۳،۲۴،۲۵،۲۶).

مطالعات حاضر از ناهمگونی عمیقی رنج می‌برد که منشأ آن تفاوت در جمعیت‌های مورد مطالعه (حرفه‌ای در برابر غیرحرفه‌ای، مردان در برابر زنان)، اندازه‌های نمونه کوچک، فرم‌ها و زیست‌فراهمی متنوع مکمل‌ها، پروتکل‌های زمان‌بندی و معیارهای سنجش متفاوت (بیوشیمیایی، فیزیکی، تکنیکی، شناختی) است؛ این موارد تعمیم‌پذیری نتایج را محدود می‌سازد (۴،۶،۱۱،۱۴،۱۶،۲۵،۲۷). علاوه بر این، فقدان مطالعات راهبردی فوتبال-محور که به‌طور همزمان اثرات فیزیکی، فنی و شناختی را در چارچوب مسابقه یا شبیه‌سازی بازی بررسی کنند، و نیز غفلت از کنترل متغیرهای مؤثر مثل چرخه قاعدگی، وضعیت تغذیه پایه و پروفایل بیومارکری همه، شکاف‌های پژوهشی قابل‌توجهی پدید آورده‌اند (۶،۷،۱۱،۱۸).

«با توجه به ناهمگونی جمعیت‌های مورد مطالعه، محدودیت‌های زیست‌فراهمی مکمل‌ها و فقدان مطالعات فوتبال‌محور که همزمان اثرات فیزیکی، فنی و شناختی را بررسی کنند، شکاف‌های پژوهشی قابل‌توجهی باقی مانده است. از این رو، هدف این سنتزپژوهی جمع‌شواهد موجود درباره کورکومین، کوئرتستین، CoQ10، آب آلبالوی ترش و ویتامین‌های C و E در فوتبالیست‌هاست تا اثربخشی آن‌ها بر عملکرد و ریکاوری مشخص شود و چارچوبی برای مطالعات آینده با تمرکز بر پاسخ‌های فردی و سازگاری‌های بلندمدت ارائه گردد».



روش

در این سنتز پژوهی، به منظور تلفیق شواهد علمی مرتبط با اثرات مکمل های آنتی اکسیدانی بر عملکرد فوتبالیست ها، یک فرآیند نظام مند بر اساس اصول مرورهای تحلیلی استاندارد اجرا شد. مراحل جست و جو، انتخاب، استخراج داده ها و ارزیابی کیفیت مطالعات مطابق چارچوب های پذیرفته شده در مرورهای مبتنی بر شواهد طراحی گردید. جست و جوی نظام مند در پایگاه های ISI Web of Science، Scopus، PubMed و Cochrane Library طی سال های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۵ انجام شد. در جست و جوی اولیه ۴۵ مقاله شناسایی شد و پس از غربالگری عنوان، چکیده و متن کامل بر اساس معیارهای ورود و خروج، در نهایت ۱۴ مقاله برای سنتز نهایی انتخاب گردید (شکل ۱).

جدول ۱. روند انتخاب مطالعات بر اساس چارچوب PRISMA

مرحله (PRISMA)	شرح	شمار (Count)	یادداشت / اقدام
شناسایی (Identification)	مجموع مقالات بازگردانده شده در جست و جوی اولیه (تمام پایگاه ها)	۴۵	شامل نتایج پایگاه های الکترونیکی که پرسش جست و جو در آن ها اجرا شد
غربالگری — عنوان / چکیده (Screening)	رکوردهای بررسی شده بر اساس عنوان و چکیده	۴۵	همه رکوردها بررسی شدند
حذف در غربالگری	مقالات حذف شده پس از بررسی عنوان / چکیده	۱۰	نامرتب، تکراری، مطالعه حیوانی
بررسی متن کامل (Eligibility)	مقالات بررسی شده به صورت کامل	۳۵	متن کامل خوانده و با معیارهای ورود / خروج مقایسه شد
حذف در بررسی متن کامل	مقالات حذف شده به دلیل عدم تطابق	۲۱	خروجی نامرتب، جمعیت غیر فوتبالی، طراحی نامناسب، فقدان داده کافی
شمول در سنتز (Included)	مطالعات وارد شده در تحلیل / سنتز نهایی	۱۴	بررسی اثربخشی / ایمنی مکمل های آنتی اکسیدانی در فوتبالیست ها

معیارهای ورود شامل مطالعات انسانی - به ویژه فوتبالیست ها از سطح نوجوان تا حرفه ای - بود که حداقل یک شاخص فیزیولوژیک، عملکردی یا شناختی مرتبط با فوتبال را اندازه گیری کرده باشند. طراحی های مورد پذیرش شامل کارآزمایی های تصادفی سازی شده (Parallel / Crossover)، مطالعات تجربی مداخله ای و مطالعات مشاهداتی با داده های کمی بودند. پایان نامه ها و مطالعات میدانی معتبر نیز به عنوان شواهد تکمیلی وارد شدند.

مطالعات غیرانسانی، مقالات صرفاً نظری و پژوهش هایی فاقد داده عملکردی کنار گذاشته شدند. در مقابل، پایان نامه ها و مطالعات میدانی با داده های کمی معتبر به عنوان شواهد تکمیلی وارد شدند. هر مطالعه بر اساس سطح طراحی و کیفیت گزارش دهی - به ویژه کنترل تغذیه پیش از مون، کورسازی و نمونه گیری بیوشیمیایی - ارزیابی شد و در تحلیل های موضوعی وزن دهی توصیفی دریافت کرد. شواهد قوی تر شامل کارآزمایی های تصادفی سازی شده با نتایج همگرا بودند، در حالی که شواهد ضعیف تر به مطالعات موردی یا پژوهش هایی با جامعه آماری کوچک یا طراحی غیرتصادفی اختصاص داشتند.»



جدول ۲. عنوان، نویسندگان و سال انتشار مقالات بررسی شده

ردیف	سال انتشار	عنوان	نویسندگان
۱	۲۰۱۵	تاثیر آب گیلای ترش بر آسیب سلولی ناشی از ورزش و عملکرد در بازیکنان فوتبال کالج زن	Armando Peña
۲	۲۰۱۶	اثرات مکمل کنسانتره گیلای ترش مونومورنسی بر ریکاوری پس از تمرین طولانی و متناوب	(Phillip G. Bell), (Emma Stevenson), (Glyn Howatson), (Gareth W. Davison)
۳	۲۰۱۶	تاثیر دو مسابقه متوالی فوتبال به همراه مصرف مکمل ویتامین C در دوره بازیافت بر غلظت ایمنوگلوبولین ها و کورتیزول سرمی	دکتر سعید صداقت، دکتر حسین شیروانی، دکتر یاسر کاظم زاده
۴	۲۰۱۶	فوتبالیست های مرد دانشگاهی اثر مصرف مکمل کوئرستین بر زمان رسیدن به واماندگی و فشار اکسایشی در مردان فوتبالیست	علیرضا رضانی و خلیل الد شیخ
۵	۲۰۱۹	تاثیر فعالیت هوازی حاد پس از یک دوره مصرف مکمل ویتامین C بر وضعیت آهن و شاخص های هماتولوژی بازیکنان فوتبال باشگاهی	مجید مردانیان قهفرخی، عبدالحمید حبیبی، حامد رضایی نسب
۶	۲۰۲۰	آب گیلای ترش: عدم تاثیر بر کاهش عملکرد عضلانی یا درد عضلانی در فوتبالیست های حرفه ای پس از یک مسابقه	(Will Abbott), (Callum Brashill), (Adam Brett), (Tom Clifford)
۷	۲۰۲۱	The Image Analysis of the Visual Sensor and the Effect of Vitamin E Supplementation on Football Players' Free Radicals and Their Physical Strength Supplement	Wei Zhao
۸	۲۰۲۳	Blood monitoring in the English Premier League Effect of curcumin supplementation on blood biomarkers of recovery	Daniels, D., Lewis, N. A., Newell, J., Bruinvels, G., Roshan, D., Catterson, P., Harley, J., Newell, M., Barr, A., Pedlar, C. R.
۹	۲۰۲۳	Turmeric supplementation improves markers of recovery in a pilot study: elite male footballers	Ross Burbeary, David J. Clayton, Ruth M. James, Philip J. Hennis, Amy Colledge, Christopher Saward
۱۰	۲۰۲۳	Effect of curcumin supplementation on inflammatory status and muscle damage in competitive female soccer players: a placebo-controlled, single-blind, nonrandomized, crossover pilot study	Youngju Choi, Song-Gyu Ra, Takahiko Nishijima, Seiji Maeda



کورکومین کاهش درد عضلانی تأخیری و کمبودهای عملکرد عضلانی را پس از یک مسابقه فوتبال در بازیکنان حرفه ای مرد فوتبال کاهش می دهد.	۲۰۲۳	۱۱	(Emily J. Hansell), (William Abbott), (Adam Brett), (Jakob Škarabot), (Lewis J. James), (Tom Clifford), Ross Burbeary, David J. Clayton, Chris, Ruth M. James, Connor Parker, William J., Eleanor L. Procter, Saward, John Hough, Carla Baker, A. Mode, Harry Rossington, Neil C. Williams, Ian Varley
مکمل های آماده مصرف ترکیبی تورمیک، ویتامین C و ویتامین D علائم بیماری تنفسی فوقانی و ناراحتی گوارشی را در فوتبالیست های مرد نخبه کاهش می دهند.	۲۰۲۴	۱۲	
مکمل سازی کوتاه مدت CoQ10 نشانگرهای استرس قلبی را در بازیکنان فوتبال پس از تمرین سنگین کاهش می دهد: یک کارآزمایی تصادفی دوسوکور کنترل شده با پلاسبو	۲۰۲۵	۱۳	محمد رحمان رحیمی، آرون بی. مورتون، هادی گلپسندی، سورن حسن صالح؛
پروفایل های متابولومیک و مصرف آنتی اکسیدان در بازیکنان فوتبال زن: یک مطالعه مقطعی	۲۰۲۵	۱۴	M. M. S. Gouveia, M. B. A. Nascimento, A. C. Crispim, E. R. da Rocha Jr., M. P. P. Santos, E. S. Bento, T. M. Aquino, P. Balikian Jr., N. A. Rodrigues, T. Ataide-Silva, G. G. de Araujo, F. A. B. Sousa

مهم ترین محدودیت های روش شناختی و اجرایی مطالعات بررسی شده شامل پوشش محدود منابع، ناهمگنی در طراحی، حجم نمونه های کوچک و قدرت آماری پایین، فقدان یا ناکافی بودن نشانگرهای مکانیستی، تفاوت در فرمولاسیون و دوز مکمل ها، و ترکیب جمعیتی نامتوازن شرکت کنندگان است. این عوامل می توانند بر تفسیر نتایج اثر بگذارند و میزان تعمیم پذیری آن ها را محدود سازند.

یافته ها

جدول ۳. خلاصه شواهد مربوط به اثرات کورکومین بر التهاب، ریکاوری و عملکرد فوتبالیست ها

محور بررسی	خلاصه یافته ها
مکانیسم های پیشنهادی	مهار مسیرهای التهابی (NF-κB)، فعال سازی مسیرهای آنتی اکسیدانی/تنظیمی (Nrf2)، کاهش تولید واسطه های التهابی؛ فراهمی زیستی و نوع فرمولاسیون، تعیین کننده جذب و اثرات سیستمیک کورکومین هستند (۱،۱۳،۲۸).
یافته های عملکردی و ریکاوری	کاهش معنادار نشانگرهای التهابی (CRP و IL-6) و درد عضلانی تأخیری (DOMS) گزارش شده است؛ با این حال، اثرات بر شاخص های آسیب عضلانی (CK و Mb) و عملکرد قدرتی/انفجاری (اسپرینت و پرش) متغیر یا نامشخص بوده اند (۱،۲،۱۳،۲۸).
تأثیر بر جمعیت های ورزشی	پاسخ به کورکومین وابسته به جنس، دوز مصرفی و فراهمی زیستی است؛ کاهش التهاب و درد عضلانی تأخیری (DOMS) در فوتبالیست های نخبه و نیمه حرفه ای گزارش شده، اما اندازه و پایداری این اثر در جمعیت های جوان تر یا نمونه های کوچک متغیر بوده است (۱،۲،۱۳،۲۸).
پروتکل های مصرف و دوز	۱۰۰۰ mg/day (NovaSOL)؛ دو بار ۵۰۰ mg همراه ویتامین C در بلاک مسابقات؛ ۱۴۰۰ mg/day به صورت شات روزانه (دو بار در روز) در مطالعه پایلوت؛ و ۲۷۰ mg/day



Theracuramin به مدت ۱۴ روز در فوتبالیست‌های زن، فرمولاسیون‌های با فراهمی زیستی بالا و استفاده از پیپرین نقش کلیدی در افزایش جذب و اثرات سیستمیک دارند. (۱،۲،۱۳).

اندازه نمونه‌های کوچک، طراحی‌های غیر-RCT یا پایلوت، فقدان اندازه‌گیری غلظت پلاسمایی کورکومین، ناهمگنی فرمولاسیون‌ها و شواهد محدود درباره اثرات مستقیم بر عملکرد انفجاری و RSA از محدودیت‌های مطالعات موجود محسوب می‌شوند (۱،۲،۱۳).

شواهد موجود نقش کورکومین را در کاهش التهاب سیستمیک و درد عضلانی تأخیری (DOMS) در فوتبالیست‌ها تأیید می‌کند؛ با این حال، اثر آن بر عملکرد انفجاری و سازگاری‌های مزمن همچنان نامشخص است. فراهمی زیستی و زمان‌بندی/دوز مصرف از عوامل تعیین‌کننده نتایج بوده و انجام RCT‌های بزرگ‌تر برای دستیابی به شواهد قطعی ضروری است (۱،۲،۱۳،۲۸).

محدودیت‌ها و نکات انتقادی

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس شواهد سنتز شده در جدول ۳، کورکومین بیشتر به عنوان یک مداخله ریکاوری محور در فوتبال حرفه‌ای مطرح است تا یک مکمل افزایش‌دهنده مستقیم عملکرد. بیشترین همگرایی نتایج مربوط به کاهش التهاب سیستمیک و درد عضلانی تأخیری بوده است. در مقابل، اثرات آن بر آسیب عضلانی بیوشیمیایی و عملکرد انفجاری ناهمگون و وابسته به طراحی مطالعه گزارش شده‌اند. به نظر می‌رسد فراهمی زیستی، نوع فرمولاسیون و زمان‌بندی مصرف - به‌ویژه در دوره‌های فشرده مسابقات - نقش کلیدی در اثربخشی کورکومین داشته باشند. با این حال، کمبود کارآزمایی‌های تصادفی‌سازی شده (RCT) با حجم نمونه بالا، به‌ویژه در فوتبالیست‌های زن و نخبه، تفسیر قطعی نتایج را محدود می‌کند.

جدول ۴. خلاصه شواهد مربوط به اثرات کوآنزیم Q10 (CoQ10) بر استرس، ریکاوری و عملکرد فوتبالیست‌ها

محور بررسی	خلاصه یافته‌ها
مکانیسم‌های پیشنهادی	CoQ10 به عنوان کوفاکتور زنجیره انتقال الکترون و آنتی‌اکسیدان لیپوفیلک، موجب بهبود کارایی میتوکندری، کاهش پراکسیداسیون لیپیدها و تعدیل استرس اکسیداتیو می‌شود؛ این فرایندها با ارتقای بازیابی متابولیک و کاهش پاسخ‌های استرسی مرتبط هستند (۱۹،۲۰).
یافته‌های عملکردی و ریکاوری	سطوح بالاتر پلاسمایی CoQ10 به‌طور مشاهده‌ای با کاهش CK و کورتیزول و بهبود برخی شاخص‌های عملکرد مسابقه‌ای همراه بوده است. در یک RCT کوتاه‌مدت (۳۰ روز)، مکمل‌سازی CoQ10 موجب کاهش نشانگرهای استرس قلبی (hs-TnT، NT-proBNP، GDF-15) و بهبود اندک زمان تا خستگی (TTF) شد. (۱۹،۲۰).
تأثیر بر جمعیت‌های ورزشی	شواهد اولیه در فوتبالیست‌های حرفه‌ای نتایج مثبتی نشان می‌دهد؛ با این حال، پاسخ‌ها احتمالاً به سطح پایه CoQ10، وضعیت تغذیه‌ای، شدت بار مسابقات و شرایط محیطی وابسته هستند (۱۹،۲۰).
پروتکل‌های مصرف و دوز	مطالعه مشاهده‌ای مداخله‌ای دوز مشخصی ارائه نکرد؛ در یک RCT کوتاه‌مدت (۳۰ روز)، مکمل‌سازی CoQ10 با دوز گزارش‌نشده انجام شد. تعیین دوز بهینه، مدت مصرف و زمان‌بندی مصرف هنوز به‌طور دقیق مشخص نشده است. (۱۹،۲۰).
محدودیت‌ها و نکات انتقادی	ماهیت مشاهده‌ای برخی داده‌ها مانع از استنباط رابطه علت‌ومعلولی می‌شود؛ RCT موجود با حجم نمونه کوچک، قدرت آماری محدود و دوره مداخله کوتاه انجام شده و سطوح پایه CoQ10 و تعامل آن با رژیم غذایی مورد بررسی قرار نگرفته‌اند (۱۹،۲۰).
نتیجه‌گیری کلی	CoQ10 پتانسیل کاهش پاسخ‌های استرس قلبی و بهبود بازیابی متابولیک در فوتبالیست‌ها را نشان می‌دهد؛ با این حال، شواهد موجود برای توصیه به مصرف روتین کافی نیست و انجام RCT‌های بزرگ‌تر با دوزبندی مشخص و پیگیری بلندمدت ضروری به نظر می‌رسد (۱۹،۲۰).



یافته های سنتز شده در جدول ۴ نشان می دهد که کوآنزیم Q10 بیشتر به عنوان یک مکمل حمایتی متابولیک و قلبی-عروقی در فوتبال حرفه ای مطرح است تا یک ارگوژنیک مستقیم. کاهش نشانگرهای استرس قلبی و بهبود نسبی شاخص های تحمل خستگی، بیانگر نقش بالقوه CoQ10 در مدیریت بارهای فیزیولوژیک مسابقات فشرده است. با این حال، محدود بودن تعداد مطالعات، ناهمگنی طراحی ها و فقدان اطلاعات دقیق درباره دوز، فراهمی زیستی و وضعیت پایه ورزشکاران، تعمیم نتایج را دشوار می سازد. به نظر می رسد اثربخشی CoQ10 به شدت وابسته به شرایط اولیه فرد و وضعیت تمرینی-مسابقه ای باشد و برای نتیجه گیری قطعی، انجام مطالعات مداخله ای قوی تر ضروری است.

جدول ۵. خلاصه شواهد مربوط به اثرات آب گیلان ترش (Tart Cherry) بر ریکاوری و عملکرد فوتبالیست ها

محور بررسی	خلاصه یافته ها
مکانیسم های پیشنهادی	ترکیبات فنولیک و آنتوسیانین های موجود در گیلان ترش دارای خواص آنتی اکسیدانی و ضد التهابی هستند که با تعدیل مسیرهای التهابی پس از تمرین و کاهش استرس اکسیداتیو، روند بازیابی عملکرد عضلانی را تسریع می کنند (۲۱،۲۹).
یافته های عملکردی و ریکاوری	RCTها نشان داده اند که کنسانتره Montmorency با کاهش افت CMJ و MVIC پس از تمرین، تسریع بازگشت سرعت و چابکی، و کاهش DOMS همراه است؛ با این حال، نتایج ناهمگون بوده و برخی مطالعات در فوتبالیست های حرفه ای اثر معناداری گزارش نکرده اند (۱۰،۲۹،۳۰).
تأثیر بر جمعیت های ورزشی	بیشترین اثربخشی در ورزشکاران نیمه حرفه ای یا در مطالعات با پروتکل های تمرینی کنترل شده مشاهده شده است؛ در فوتبالیست های حرفه ای و شرایط واقعی مسابقه، نتایج کمتر قطعی گزارش شده اند. (۱۰،۲۱،۲۹)
پروتکل های مصرف و دوز	پروتکل های رایج شامل مصرف ۳۰ میلی لیتر کنسانتره (رقیق شده در آب) دو بار در روز به مدت ۷-۸ روز — از مرحله پیش بارگیری تا ۳ روز پس از تمرین — یا استفاده از ژل های معادل ۱۰۰ گیلان در دو وعده است؛ با این حال، دوز و زمان بندی مصرف در مطالعات مختلف متفاوت گزارش شده است (۲۱،۲۹،۳۰).
محدودیت ها و نکات انتقادی	ناهمگنی در دوز و مدت مصرف، تفاوت در مدل های تمرینی، نمونه های کوچک یا محدود به زنان کالج، و کنترل ناکافی رژیم غذایی و شدت آسیب در مطالعات میدانی حرفه ای از محدودیت های موجود محسوب می شوند؛ علاوه بر این، مکانیسم های دقیق اثر (مانند LOOH در مقایسه با مسیرهای التهابی) هنوز به طور کامل مشخص نشده اند. (۱۰،۲۱،۲۹،۳۰).
نتیجه گیری کلی	شواهد حمایتی نشان می دهد که آب گیلان ترش در برخی پروتکل ها می تواند ریکاوری عملکردی و کاهش DOMS را تسریع کند؛ با این حال، تعمیم این نتایج به فوتبالیست های حرفه ای در شرایط واقعی مسابقه نیازمند شواهد بیشتر و استانداردسازی پروتکل های مصرف است (۱۰،۲۱،۲۹،۳۰).
بر اساس شواهد موجود، آب گیلان ترش یکی از مکمل های طبیعی با پشتوانه نسبتاً قوی برای بهبود ریکاوری حاد پس از فعالیت های شدید و آسیب زا محسوب می شود. بیشترین اثرات مثبت در شرایط آزمایشگاهی یا نیمه میدانی مشاهده شده است؛ جایی که بار تمرینی کنترل شده و مصرف مکمل به صورت استاندارد انجام شده بود. در مقابل، در فوتبال حرفه ای با بارهای متغیر مسابقه ای، نتایج کمتر یکنواخت بوده و به نظر می رسد به سطح آسیب اولیه، زمان بندی مصرف و وضعیت تغذیه ای ورزشکار وابسته باشد. در مجموع، اثربخشی آب گیلان ترش بیش از آنکه بر افزایش مستقیم عملکرد ورزشی تکیه داشته باشد، بر تسریع بازگشت عملکرد و کاهش درد عضلانی متمرکز است.	

جدول ۶. خلاصه شواهد مربوط به اثرات ویتامین C بر سلامت، ریکاوری و عملکرد فوتبالیست ها

محور بررسی	خلاصه یافته ها
مکانیسم های پیشنهادی	ویتامین C یک آنتی اکسیدان محلول در آب است که در بازسازی سایر آنتی اکسیدان ها، حمایت از عملکرد ایمنی (مانند IgA مخاطی)، بهبود جذب آهن و حفظ هومئوستاز هماتولوژیک نقش دارد. این اثرات فراتر از مهار مستقیم ROS بوده و می توانند پاسخ های فیزیولوژیک به تمرین را تعدیل کنند (۲۲،۳۱).



مطالعات میدانی نشان داده‌اند که مکمل‌سازی ویتامین C می‌تواند شیوع علائم تنفسی فوقانی و برخی علائم گوارشی را کاهش دهد (در مکمل ترکیبی تورم‌ریک+ویتامین C+D)، تغییرات IgA و کورتیزول را تعدیل کند (مطالعه نیمه‌تجربی)، و مصرف ۱۴ روزه ۴۰۰ mg/day موجب بهبود شاخص‌های آهن و فریتین شود؛ با این حال، شواهد درباره تأثیر مستقیم بر عملکرد مهارتی یا توان هوازی همچنان متناقض است (۲۲،۳۱،۳۲).

یافته‌های عملکردی و ریکاوری

اثرات محافظتی ویتامین C عمدتاً در شرایط استرس فیزیولوژیک بالا، دوره‌های مسابقه متراکم یا در ورزشکاران با کمبود تغذیه‌ای مشاهده می‌شود؛ در مقابل، مصرف مزمن و دوزهای بالا ممکن است با کاهش سازگاری‌های تمرینی هم‌راستا باشد (۲۳،۳۱،۳۲).

تأثیر بر جمعیت‌های ورزشی

دوزهای مورد استفاده متغیر بوده‌اند؛ از جمله ۱۰۰۰ mg/day در قالب مکمل ترکیبی (مطالعه ۲۰۲۴)، تک‌دوز ۵۰۰ mg پس از مسابقه، و ۴۰۰ mg/day به مدت ۱۴ روز. زمان‌بندی مصرف (حاد در برابر مزمن) و زمینه بالینی از عوامل تعیین‌کننده اثربخشی محسوب می‌شوند (۲۲،۳۱،۳۲).

پروتکل‌های مصرف و دوز

وجود طراحی‌های غیر-RCT، حجم نمونه‌های کوچک، عدم کنترل دقیق رژیم غذایی پایه و کمبود داده‌های بلندمدت از محدودیت‌های مطالعات موجود محسوب می‌شود؛ علاوه بر این، مرورهای سیستماتیک هشدار داده‌اند که مصرف دوزهای بالای آنتی‌اکسیدان‌ها ممکن است سازگاری‌های تمرینی را مختل کند (۲۲،۲۳،۳۲).

محدودیت‌ها و نکات انتقادی

ویتامین C در شرایط خاص مانند کمبود تغذیه‌ای، حمایت ایمنی در دوره‌های فشرده مسابقات و بهبود برخی شاخص‌های هماتولوژیک می‌تواند مفید باشد؛ با این حال، مصرف مزمن و دوزهای بالا باید با احتیاط و بر اساس نیاز فردی انجام شود تا از اختلال در سازگاری‌های تمرینی جلوگیری شود (۲۲،۲۳،۳۱).

نتیجه‌گیری کلی

شواهد موجود نشان می‌دهد که ویتامین C بیش از آنکه یک مکمل افزایش‌دهنده مستقیم عملکرد باشد، به‌عنوان یک مداخله حمایتی ایمنی-متابولیک در فوتبال حرفه‌ای مطرح است. اثرات مثبت آن عمدتاً در کاهش علائم بیماری، تعدیل پاسخ‌های هورمونی استرس و بهبود وضعیت آهن مشاهده شده و بیشترین سودمندی در ورزشکارانی با کمبود اولیه یا قرارگرفته در بارهای مسابقه‌ای فشرده گزارش شده است. در مقابل، مصرف مزمن و دوزهای بالای ویتامین C ممکن است با کاهش سیگنال‌دهی تطابقی وابسته به ROS همراه باشد و سازگاری تمرینی را تضعیف کند. بنابراین، استفاده از این مکمل باید هدفمند، کوتاه‌مدت و متناسب با شرایط فردی باشد.

جدول ۷. خلاصه شواهد مربوط به اثرات ویتامین E بر استرس اکسیداتیو، ریکاوری و عملکرد فوتبالیست‌ها

محور بررسی	خلاصه یافته‌ها
مکانیسم‌های پیشنهادی	ویتامین E یک آنتی‌اکسیدان لیپوفیلک است که با مهار پراکسیداسیون لیپیدها، افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی سرم و تقویت فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، از آسیب غشای سلولی و افت عملکرد ناشی از استرس اکسیداتیو محافظت می‌کند (۲۴).
یافته‌های عملکردی و ریکاوری	در یک RCT دوسوکور ۶ هفته‌ای، مکمل‌سازی ویتامین E موجب افزایش T-AOC، افزایش فعالیت SOD و GSH-Px و کاهش MDA شد. همچنین بهبودهای غیرمستقیم در شاخص‌های توان انفجاری و استقامت گزارش گردید؛ هرچند تمرکز اصلی مطالعه بر شاخص‌های بیوشیمیایی بوده و ارتباط مستقیم با عملکرد مسابقه‌ای همچنان نیازمند شواهد بیشتری است (۲۴).
تأثیر بر جمعیت‌های ورزشی	داده‌ها از فوتبالیست‌های دانشگاهی (غیرالیت) استخراج شده‌اند؛ بنابراین، تعمیم نتایج به فوتبالیست‌های حرفه‌ای، ورزشکاران الیت یا زنان نیازمند انجام مطالعات اختصاصی‌تر است (۲۴).



مدت مداخله ۶ هفته گزارش شده است، اما دوز دقیق ویتامین E ذکر نشده است؛ این موضوع تکرارپذیری و کاربرد عملی نتایج را محدود می‌سازد (۲۴).

عدم گزارش دوز مصرفی، استفاده از نمونه‌های غیرحرفه‌ای، تمرکز غالب بر شاخص‌های بیوشیمیایی به جای عملکرد میدانی، و خطر بالقوه تداخل مصرف بلندمدت با سازگاری‌های تمرینی از محدودیت‌های اصلی این مطالعات محسوب می‌شوند (۲۳، ۲۴).

ویتامین E می‌تواند ظرفیت آنتی‌اکسیدانی سرم را افزایش داده و پراکسیداسیون لیپیدی را کاهش دهد و از این طریق به بهبود ریکاوری بیوشیمیایی کمک کند؛ با این حال، برای ارائه توصیه‌های عملی در فوتبالیست‌های حرفه‌ای، تعیین دوز بهینه و بررسی اثرات عملکردی مستقیم ضروری است (۲۴).

شواهد موجود نشان می‌دهد که ویتامین E عمدتاً در سطح بیوشیمیایی نقش محافظتی در برابر استرس اکسیداتیو ایفا می‌کند. افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و کاهش آسیب لیپیدی می‌تواند به طور غیرمستقیم از حفظ عملکرد عضلانی حمایت کند، اما ارتباط مستقیم این تغییرات با عملکرد واقعی فوتبال - مانند اسپرینت، پرش و RSA - هنوز به طور قطعی اثبات نشده است. علاوه بر این، مشابه سایر آنتی‌اکسیدان‌ها، مصرف مزمن و دوزهای بالا ممکن است با مهار سیگنال‌دهی تطابقی وابسته به ROS تداخل داشته باشد. بنابراین، استفاده از ویتامین E باید هدفمند، کوتاه‌مدت و متناسب با شرایط فردی باشد.

جدول ۸. خلاصه شواهد مربوط به اثرات کوئرتستین بر استقامت، استرس اکسیداتیو و عملکرد فوتبالیست‌ها

محور بررسی	خلاصه یافته‌ها
مکانیسم‌های پیشنهادی	کوئرتستین به عنوان یک فلاونوئید آنتی‌اکسیدانی می‌تواند فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را افزایش دهد، سطوح MDA را کاهش دهد و بیوژنز میتوکندریایی را تقویت کند. این مکانیسم‌ها با تأخیر در بروز واماندگی و بهبود تحمل استقامتی مرتبط هستند (۳۳).
یافته‌های عملکردی و ریکاوری	در یک کارآزمایی مداخله‌ای، مصرف روزانه ۱۰۰۰ mg کوئرتستین به مدت ۶ هفته موجب افزایش زمان تا واماندگی، بهبود شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی (GPx, CAT, SOD) و کاهش MDA شد. این تغییرات با ارتقای تحمل استقامتی هم‌راستا بوده‌اند (۳۳).
تأثیر بر جمعیت‌های ورزشی	مطالعه بر فوتبالیست‌های مرد آماتور انجام شده است؛ بنابراین، تعمیم نتایج به فوتبالیست‌های نخبه یا زنان نیازمند شواهد تکمیلی است. داده‌های مقطعی و متابولومیک نشان می‌دهند که وضعیت آنتی‌اکسیدانی پایه می‌تواند پاسخ به کوئرتستین را تعدیل کند. (۲۵، ۳۳، ۳۴).
پروتکل‌های مصرف و دوز	دوز مؤثر گزارش شده برابر با ۱۰۰۰ mg/day به مدت ۶ هفته بوده است؛ همزمان، کنترل رژیم غذایی و پایش سازگاری‌های تمرینی برای جلوگیری از تداخل احتمالی توصیه می‌شود (۳۳).
محدودیت‌ها و نکات انتقادی	حجم نمونه کوچک، تمرکز بر جمعیت آماتور، عدم بررسی اثرات بلندمدت و تعامل با سایر ریزمغذی‌ها از محدودیت‌های اصلی مطالعات موجود محسوب می‌شود؛ بنابراین، تکرار نتایج در RCT‌های بزرگ‌تر، دوسوکور و کنترل‌شده ضروری است (۳۳، ۳۴).
نتیجه‌گیری کلی	کوئرتستین پتانسیل بهبود تحمل استقامتی و کاهش فشار اکسیداتیو در فوتبالیست‌ها را نشان می‌دهد؛ با این حال، برای ارائه توصیه‌های گسترده و کاربرد عملی، وجود شواهد قوی‌تر، پیگیری‌های بلندمدت و بررسی تعاملات تغذیه‌ای ضروری است (۲۵، ۳۳، ۳۴).

شواهد فعلی نشان می‌دهد که کوئرتستین بیش از سایر آنتی‌اکسیدان‌ها با بهبود مؤلفه‌های استقامتی مرتبط است. این ترکیب از طریق تقویت سیستم آنتی‌اکسیدانی و حمایت از عملکرد میتوکندری می‌تواند زمان رسیدن به واماندگی را افزایش دهد. با این حال، محدود بودن داده‌ها به فوتبالیست‌های آماتور و نبود ارزیابی عملکردهای اختصاصی فوتبال - مانند RSA یا اسپرینت‌های تکراری - تعمیم نتایج را دشوار می‌سازد. به نظر



می‌رسد پاسخ به کوثرستین فردمحور بوده و به وضعیت آنتی اکسیدانی اولیه، رژیم غذایی و بار تمرینی وابسته باشد؛ بنابراین، استفاده از این مکمل باید هدفمند و متناسب با نیازهای فردی باشد.

بحث و نتیجه گیری

شواهد موجود نشان می‌دهد که کورکومین از طریق مهار مسیرهای التهابی (NF- κ B)، فعال سازی مسیر Nrf2 و اعمال اثرات آنتی اکسیدانی می‌تواند پاسخ التهابی ناشی از تمرین و مسابقه را تعدیل کند. با این حال، اثربخشی کورکومین به طور قابل توجهی وابسته به فراهمی زیستی فرمولاسیون‌ها (مانند NovaSOL، Theracurmin یا همراهی با پیپرین) است (۱،۱۳،۲۸). یافته‌های مطالعات همگن نشان می‌دهد که مصرف کورکومین به طور پایدار با کاهش نشانگرهای التهابی (CRP، IL-6) و کاهش درد عضلانی تأخیری (DOMS) همراه است. در مقابل، اثرات آن بر شاخص‌های عملکردی انفجاری (مانند CMJ، IMTP) و اسپرینت و نیز نشانگرهای آسیب عضلانی (CK) یا نامشخص بوده یا فاقد تکرارپذیری بوده اند (۱،۲،۱۳،۲۸).

در مجموع، کورکومین می‌تواند در شرایط مسابقه‌ای و دوره‌های ریکاوری به عنوان یک مداخله ضدالتهابی-آنتی اکسیدانی پشتیبان مدنظر قرار گیرد، اما انتظار بهبود مستقیم عملکرد انفجاری بدون شواهد قوی‌تر منطقی نیست (۲،۱۳،۲۸).

کوآنزیم Q10 از طریق بهبود کارایی میتوکندریایی و نقش آنتی اکسیدانی لیپوفیلیک، قادر است پراکسیداسیون لیپیدها و احتمالاً استرس قلبی-عضلانی را کاهش دهد (۱۹،۲۰).

یافته‌ها نشان می‌دهد که سطوح بالاتر پلاسمایی CoQ10 به صورت مشاهده‌ای با کاهش نشانگرهای آسیب و عملکرد بهتر مسابقه‌ای مرتبط است. علاوه بر این، یک RCT کوتاه مدت ۳۰ روزه کاهش نشانگرهای استرس قلبی و بهبود اندک زمان تا واماندگی (TTF) را گزارش کرده است، هرچند اندازه نمونه کوچک بوده است (۱۹،۲۰).

بنابراین، CoQ10 دارای پتانسیل محافظت قلبی-متابولیک و حمایت از بازیابی است، اما برای توصیه روتین در فوتبالیست‌ها، انجام RCT های بزرگ‌تر، تعیین دوز بهینه و ارزیابی ایمنی بلندمدت ضروری است (۱۹،۲۰).

آنتوسیانین‌ها و پلی فنول‌های موجود در گیلاس ترش دارای خواص ضدالتهابی و آنتی اکسیدانی هستند و می‌توانند التهاب پس از تمرین را تعدیل و روند ریکاوری عملکردی را تسریع کنند (۲۱،۲۹).

RCT ها نشان می‌دهند که کنسانتره Montmorency قادر است افت MVIC و CMJ را کاهش دهد، DOMS را کم کرده و بازگشت عملکرد را تسریع کند. با این حال، نتایج در مطالعات میدانی فوتبالیست‌های حرفه‌ای متناقض بوده و به نظر می‌رسد دوز، زمان بندی مصرف و نوع پروتکل تمرینی/مسابقه‌ای نقش تعیین کننده‌ای دارند (۱۰،۲۹،۳۰).

در مجموع، کنسانتره آب گیلاس ترش احتمالاً در پروتکل‌های کوتاه مدت پیش بارگیری و ریکاوری حاد مفید است، اما کاربرد آن در شرایط واقعی مسابقات فوتبالیست‌های نخبه نیازمند استانداردسازی پروتکل‌ها و شواهد بیشتر است (۱۰،۲۹).

ویتامین C به عنوان یک آنتی اکسیدان محلول در آب، در بازسازی سایر آنتی اکسیدان‌ها، حمایت ایمنی مخاطی و افزایش جذب آهن نقش دارد (۲۲،۳۱).

یافته‌ها نشان می‌دهد که مکمل سازی ویتامین C می‌تواند شاخص‌های هماتولوژیک و وضعیت آهن (مانند Hb و فریتین) را بهبود بخشد و در برخی مطالعات با کاهش علائم عفونت‌های تنفسی فوقانی (URTI) و تعدیل IgA و کورتیزول همراه بوده است. با این حال، مرورهای سیستماتیک هشدار می‌دهند که مصرف مزمن دوزهای بالا ممکن است با اختلال در سازگاری تمرینی وابسته به ROS همراه باشد (۲۲،۲۳،۳۱،۳۲). بنابراین، ویتامین C در شرایط خاص سودمند است، اما استفاده طولانی مدت با دوز بالا نیازمند احتیاط است (۲۳،۳۱).

ویتامین E به عنوان یک آنتی اکسیدان لیپوفیلیک، از پراکسیداسیون لیپیدها جلوگیری کرده و ظرفیت آنتی اکسیدانی سرم را افزایش می‌دهد (۲۴). یک RCT دوسوکور ۶ هفته‌ای افزایش T-AOC، افزایش فعالیت SOD و GSH-Px و کاهش MDA را گزارش کرده است؛ هرچند تمرکز اصلی مطالعه بر شاخص‌های بیوشیمیایی بوده و شواهد مستقیم عملکرد میدانی محدود است. در نتیجه، ویتامین E می‌تواند پروفایل آنتی اکسیدانی را بهبود دهد، اما شواهد فعلی برای توصیه عمومی آن جهت بهبود عملکرد فوتبالی کافی نیست و توجه به تداخل احتمالی با سازگاری تمرینی ضروری است (۲۳،۲۴).



کوئرتستین به عنوان یک فلاونوئید آنتی اکسیدانی می تواند فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی و بیوژنز میتوکندریایی را تقویت کند (۳۳). یک RCT نشان داد مصرف ۱۰۰۰ mg/day به مدت ۶ هفته موجب افزایش زمان رسیدن به واماندگی و بهبود شاخص های اکسیداتیو می شود. داده های مقطعی و متابولومیک نیز بر اهمیت وضعیت آنتی اکسیدانی پایه در تعیین پاسخ فردی تأکید دارند (۳۳، ۳۴). با این حال، تعمیم نتایج به فوتبالیست های نخبه مستلزم مطالعات بیشتر است.

جمع بندی نهایی

در مجموع، مرور شواهد نشان می دهد که مکمل های آنتی اکسیدانی مورد بررسی - شامل کورکومین، کوآنزیم Q10، آب گیلان ترش، ویتامین های C و E و کوئرتستین - هر یک می توانند در شرایط خاص نقش حمایتی در ریکاوری و تعدیل استرس اکسیداتیو ایفا کنند. با این حال، اثربخشی آن ها به عوامل متعددی مانند فراهمی زیستی، دوز، زمان بندی مصرف، وضعیت پایه ورزشکار و طراحی مطالعه وابسته است. شواهد فعلی بیشتر بر کاهش التهاب، درد عضلانی و حمایت متابولیک تأکید دارند تا افزایش مستقیم عملکرد انفجاری یا تکنیکی فوتبال. بنابراین، استفاده از این مکمل ها باید هدفمند، کوتاه مدت و فردمحور باشد و برای توصیه های قطعی، انجام کارآزمایی های تصادفی سازی شده با حجم نمونه بزرگ تر و طراحی فوتبال محور ضروری است (۲۰، ۲۸، ۲۹، ۳۳).

ملاحظات اخلاقی

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشگاه در نظر گرفته شده است.

حامی/حامیان مالی

این مقاله هیچ گونه کمک مالی از سازمان تامین کننده مالی در بخش های عمومی و دولتی، تجاری، غیرانتفاعی دانشگاه یا مرکز تحقیقات دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده سازی مقاله مشارکت یکسان داشته اند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از زحمات همکارانی که در انجام این مطالعه کمال همکاری را داشته اند، سپاسگزاری می گردد.

References

1. Daniels, D., et al., Blood monitoring in the English Premier League: Effect of curcumin supplementation on blood biomarkers of recovery. The Journal of Sport and Exercise Science, 2023. 7(1). <https://doi.org/10.36905/jses.2023.01.06>
2. Clayton, D.J., et al., Turmeric supplementation improves markers of recovery in elite male footballers: a pilot study. Frontiers in nutrition, 2023. 10: p. 1175622. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1175622>
3. Poullos, A., et al., The Effects of Antioxidant Supplementation on Soccer Performance and Recovery: A Critical Review of the Available Evidence. Nutrients, 2024. 16(22): p. 3803. <https://doi.org/10.3390/nu16223803>
4. Chen, J., et al., Effects of different antioxidants on exercise-induced oxidative stress and muscle damage in athletes: a systematic review and meta-analysis. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation, 2025. 17(1): p. 1-14. <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01381-2>
5. Zhang, H., et al., Advances in relieving exercise fatigue for curcumin: Molecular targets, bioavailability, and potential mechanism. Journal of Food Science, 2024. 89(8): p. 4604-4619. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.17162>
6. Meng, Q. and C.-H. Su, Antioxidant Defense and Redox Signaling in Elite Soccer Players: Insights into Muscle Function, Recovery, and Training Adaptations. Antioxidants, 2025. 14(7): p. 815. <https://doi.org/10.3390/antiox14070815>



7. Clemente-Suárez, V.J., et al., Antioxidants and sports performance. *Nutrients*, 2023. 15(10): p. 2371. <https://doi.org/10.3390/nu15102371>
8. Asadi A, Yazdan Nasab N, Hormati Oughoulbaig Z, Parandak S Z, Hormati Oughoulbaig A H. Role of Antioxidants in Regulating Exercise-Induced Oxidative Stress: A Review of Molecular Mechanisms and Functional Impacts. *JSSU* 2025; 33 (9) :9369-9385. <http://dx.doi.org/10.18502/ssu.v33i9.20413>
9. Golpasandi, S., Khosravi, M., Golpasandi, H. Investigation of the Levels of Some Antioxidant and Inflammatory Markers Following Supplementation of CoenzymeQ10 after Acute Bouts of Exhausting Aerobic Exercise in Male Judo Athletes. *Research in Exercise Nutrition*, 2025; 2(4): 66-59. <https://doi.org/10.22034/ren.2024.142662.1067>
10. Abbott, W., et al., Tart cherry juice: no effect on muscle function loss or muscle soreness in professional soccer players after a match. *International journal of sports physiology and performance*, 2020. 15(2): p. 249-254. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0221>
11. Canals-Garzón, C., et al., Effect of antioxidant supplementation on markers of oxidative stress and muscle damage after strength exercise: a systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022. 19(3): p. 1803. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031803>
12. Dadalt, E.K. and G.P. Stefani, Effects of antioxidant vitamin supplementation on sports performance, endurance and strength performance: A systematic review and meta-analysis. *Sport Sciences for Health*, 2024. 20(3): p. 739-756. <https://doi.org/10.1007/s11332-024-01205-9>
13. Choi, Y., et al., Effect of curcumin supplementation on inflammatory status and muscle damage in competitive female soccer players: a placebo-controlled, singleblind, nonrandomized, crossover pilot study. *Physical Activity and Nutrition*, 2023. 27(2): p. 34. <https://doi.org/10.20463/pan.2023.0016>
14. Zhang, X., Y. Zhong, and S. Rajabi, Polyphenols and post-exercise muscle damage: a comprehensive review of literature. *European Journal of Medical Research*, 2025. 30(1): p. 260. <https://doi.org/10.1186/s40001-025-02506-6>
15. Nanavati, K., et al., Effect of curcumin supplementation on exercise-induced muscle damage: a narrative review. *European journal of nutrition*, 2022. 61(8): p. 3835-3855. <https://doi.org/10.1007/s00394-022-02943-7>
16. Campbell, M.S., N.A. Carlini, and B.S. Fleenor, Influence of curcumin on performance and post-exercise recovery. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2021. 61(7): p. 1152-1162. <https://doi.org/10.3390/nu16020243>
17. de Sousa Fernandes, M.S., et al., Does Quercetin Supplementation Promote Biological Changes and Performance in Athletes? A Systematic. *J. Biol. Regul. Homeost. Agents*, 2024. 38(7): p. 5371-5381. <https://doi.org/10.23812/j.biol.regul.homeost.agents.20243807.430>
18. Li, Y. and K. Li, Quercetin in Endurance Training: A Review of Its Antioxidant and Fatigue-Resisting Properties. *Natural Product Communications*, 2025. 20(11): p. 1934578X251400640. <https://doi.org/10.1177/1934578X251400640>
19. Sánchez-Cuesta, A., et al., High coenzyme Q10 plasma levels improve stress and damage markers in professional soccer players during competition. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 2020. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2022-0283>
20. Rahimi, M.R., et al., Short-term CoQ10 supplementation reduces markers of cardiac stress in soccer players following heavy exercise: A randomized double-blind placebo-controlled trial. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 2025. <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01456-0>
21. Morgans, R., et al., A comprehensive review of the effects of cherry juice and chocolate milk supplementation on football performance and recovery. 2024. <https://doi.org/10.7752/jpes.2024.05143>
22. Mardaniyan Ghahfarrokhi M, Habibi A, Rezaei Nasab H. Effect of acute aerobic activity after a period of taking vitamin C supplement on Iron status and hematological indices of professional football players. *RSMT* 2018; 16 (16) :29-38. <http://jsmt.khu.ac.ir/article-1-330-fa.html>
23. Kim, J., Effect of high-dose vitamin C and E supplementation on muscle recovery and training adaptation: A mini review. *Physical Activity and Nutrition*, 2023. 27(2): p. 8. <https://doi.org/10.20463/pan.2023.0012>
24. Zhao, W., The Image Analysis of the Visual Sensor and the Effect of Vitamin E Supplementation on Football Players' Free Radicals and Their Physical Strength Supplement. *Journal of Sensors*, 2021. 2021(1): p. 5428560. <https://doi.org/10.1155/2021/5428560>
25. Toro-Román, V., et al., Influence of long-term soccer training on the fatty acid profile of the platelet membrane and intra-platelet antioxidant vitamins. *Nutrients*, 2024. 16(15): p. 2391. <https://doi.org/10.3390/nu16152391>
26. Torre, M.F., et al., Supplementation with vitamins C and E and exercise-induced delayed-onset muscle soreness: A systematic review. *Antioxidants*, 2021. 10(2): p. 279. <https://doi.org/10.3390/antiox10020279>



27. López, A.M., et al., Efecto de los antioxidantes post-entrenamiento y post-partido sobre el estrés oxidativo y la inflamación en jugadores profesionales de fútbol. Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación, 2022(43): p. 996-1004. <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/index>
28. Abbott, W., et al., Curcumin attenuates delayed-onset muscle soreness and muscle function deficits following a soccer match in male professional soccer players. International Journal of Sports Physiology and Performance, 2023. 18(4): p. 347-353. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2022-0283>
29. Bell, P.G., et al., The effects of montmorency tart cherry concentrate supplementation on recovery following prolonged, intermittent exercise. Nutrients, 2016. 8(7): p. 441. <https://doi.org/10.1007/s11332-024-01205-9>
30. Pena, A., Tart cherry juice effects on exercise-induced cellular damage and performance in female college soccer players. 2015, Northern Arizona University.
31. Clayton, D.J., et al., Combined turmeric, vitamin C, and vitamin D ready-to-drink supplements reduce upper respiratory illness symptoms and gastrointestinal discomfort in elite male football players. Nutrients, 2024. 16(2): p. 243. <https://doi.org/10.3390/nu16020243>
32. Sedaghati, Shirvani, and K. Zadeh, The effect of two consecutive football matches with vitamin C supplementation during the recovery period on serum immunoglobulin and cortisol concentrations in male university football players. Quarterly Journal of Sports Sciences, 2016. 8(21): p. 93-113.
33. Alireza, R. and M.Kh. Elah, The effect of quercetin supplementation on time to exhaustion and oxidative stress in male football players. 2017.
34. Gouveia, M., et al., Metabolomic profiles and antioxidant intake in female soccer players: a cross-sectional study. European Journal of Applied Physiology, 2025: p. 1-13. <https://doi.org/10.1007/s00421-025-05808-z>