

The effect of acute caffeine supplementation on the performance of blind professional athletes

Received:

2025/04/28

Accepted:

2025/06/09

Online ISSN

3060-7078

Adel Najafi Babadi

Department of Biological sciences
in Sport, Faculty of Physical
Education and Sport Sciences,
Shahid Beheshti University,
Tehran, Iran, Iran.

Hamed Teimouri Korani

Department of Biological sciences
in Sport, Faculty of Physical
Education and Sport Sciences,
Shahid Beheshti University,
Tehran, Iran, Iran.

Mohammad Fashi

Department of Biological sciences
in Sport, Faculty of Physical
Education and Sport Sciences,
Shahid Beheshti University,
Tehran, Iran, Iran.

*Correspondence:

Mohammad Fashi

Email

m_fashi@sbu.ac.ir

[orcid/0000-0002-0995-4703](https://orcid.org/0000-0002-0995-4703)

ABSTRACT

Introduction:

Caffeine is recognized as an ergogenic supplement, but its effect on the performance of blind professional athletes have been less investigated. This study aimed to evaluate the effect of acute caffeine supplementation on throwing accuracy, reaction time, agility, and cardiovascular endurance in blind professional athletes.

Methods:

In this randomized, double-blind, cross-over and placebo-controlled study, 12 Blind male professional athlete (mean age 16.6 years) were randomly assigned to either caffeine (3 mg/kg body weight) or placebo groups. Performance tests were conducted 60 minutes after supplementation, and data analyzed using paired t-test.

Results:

Caffeine consumption showed no significant effect on throwing accuracy ($p=0.241$), but significantly improved reaction time ($p=0.02$), agility ($p=0.04$), and cardiovascular endurance ($p=0.018$). Additionally, maximal oxygen consumption increased while perceived exertion decreased.

Conclusion:

Although caffeine didn't affect throwing accuracy, it can be effectively used as a supplement to enhance reaction time, agility, and endurance in blind professional athletes.

Keywords:

caffeine, blind athletes, sports performance, throwing accuracy, cardiovascular endurance

Extended Abstract

Introduction: Caffeine has been extensively studied as an ergogenic aid across various sports disciplines, with well-documented effects on both physical and cognitive performance parameters. However, its impact on precision-based Paralympic sports, particularly goalball and football 5-a-side (Blind Football), remains significantly understudied. This investigation addresses this critical research gap by examining the acute effect of caffeine supplementation (3 mg/kg body weight) on multiple performance dimensions in blind professional athletes. The study specifically focuses on four key performance metrics: throwing accuracy (as the primary precision measure), reaction time (critical for defensive maneuvers), agility (essential for court coverage), and cardiovascular endurance (vital for sustained match performance). Previous research has established caffeine's ergogenic potential through adenosine receptor antagonism, leading to enhanced neural drive, delayed fatigue perception, and improved substrate utilization. However, its effects on sports requiring fine motor control and precision under auditory guidance remain controversial, with some studies suggesting potential negative impacts on tremor and movement accuracy. This study provides novel insights into caffeine's sport-specific effects in a visually impaired athletic population while contributing to the broader understanding of nutritional ergogenics in blind professional athletes.

Methodology: The study employed a randomized, double-blind, placebo-controlled crossover design with a washout period of 48 hours between trials. Twelve blind male professional athlete with mean and standard deviation of (age 16.6 ± 1.5 years, weight 73.9 ± 9.2 kg and height 179.5 ± 7.5 cm) participated after meeting strict inclusion criteria, including having more than 3 years of competitive experience and caffeine abstinence for 24 hours pre-testing. The experimental protocol involved two testing sessions: one with caffeine (3 mg/kg) and one with matched placebo (microcrystalline cellulose), administered in opaque capsules 60 minutes pre-testing following standardized breakfast. Performance assessments included: 1) Throwing accuracy evaluation using a validated goalball-specific protocol with nine throws from three positions scored on a 0-2 point scale; 2) Reaction time measurement via auditory stimulus response (1000Hz tone at 80dB) recorded with digital chronometry; 3) Modified T-test for agility assessment adapted for blind professional athletes needs; and 4) 20m shuttle run (beep test) with auditory guidance for cardiovascular endurance, including VO_2max estimation. Secondary measures included heart rate monitoring (Polar H10), rating of perceived exertion (RPE, Borg 6-20 scale), and recovery time. Statistical analysis utilized paired t-tests with Shapiro-Wilk normality confirmation, ICC for reliability, and Pearson correlations, with $\alpha=0.05$ significance threshold using SPSS v26.

Results: Throwing accuracy showed no significant improvement (placebo: 11.5 ± 2.59 vs caffeine: 10.93 ± 1.64 points, $p=0.241$, $d=0.25$), with notable inter-individual variability potentially linked to caffeine's tremorogenic effects at this dosage. However, reaction time demonstrated significant enhancement (15.6% faster, $0.45 \pm 0.12\text{s}$ to $0.38 \pm 0.09\text{s}$, $p=0.02$, $d=0.66$), particularly in athletes with higher training loads. Agility performance improved significantly (6.5% faster T-test completion, $12.3 \pm 0.8\text{s}$ to $11.5 \pm 0.7\text{s}$, $p=0.04$, $d=0.58$), likely reflecting caffeine's neuromuscular facilitation. Cardiovascular measures showed robust improvements: 12.9% more shuttle run stages completed (8.1 ± 1.2 to 9.3 ± 0.9 , $p=0.018$), 8.2% higher VO_2max (47.3 ± 3.8 to 51.2 ± 3.5 ml/kg/min, $p=0.025$), and 21.6% faster recovery (3.3 ± 0.9 to 2.5 ± 0.7 min, $p=0.012$). RPE decreased significantly (18 ± 1 to 16 ± 1 , $p=0.008$), suggesting central mechanisms of fatigue attenuation. Interestingly, caffeine also reduced performance variability across most measures, indicating more consistent execution under supplementation. Genetic polymorphisms in caffeine metabolism (particularly CYP1A2) and

individual caffeine habituation patterns appeared to modulate these effects, warranting further investigation.

Discussion: This study provides the first comprehensive evidence of caffeine's sport-specific effects in blind male professional athlete. While demonstrating no ergogenic benefit for throwing accuracy - the sport's precision skill - caffeine significantly enhanced fundamental physical capacities including reaction time (critical for auditory-triggered defensive moves), agility (essential for rapid court positioning), and cardiovascular endurance (vital for match-lasting performance). These findings have immediate practical applications: 1) Caffeine supplementation (3 mg/kg) can be strategically used before matches requiring extended defensive efforts or in tournament settings with multiple daily games; 2) Precision-dependent situations (e.g., penalty throws) may not benefit from caffeine preloading; 3) Individual response variability suggests the need for athlete-specific supplementation strategies. The results also highlight important theoretical considerations regarding caffeine's neuromodulatory effects in auditory-dependent sports and its differential impact on various performance components. Future research should investigate dose-response relationships (1.5-6 mg/kg), chronic adaptation effects, and genetic moderators (particularly CYP1A2 and ADORA2A polymorphisms) in Blind male professional athlete. This study establishes an evidence base for performance nutrition in blind professional athletes while advancing understanding of caffeine's ergogenic mechanisms in precision sports with unique sensory demands.

تأثیر مصرف حاد مکمل کافئین بر عملکرد ورزشکاران حرفه‌ای نابینا

چکیده	تاریخ ارسال: ۱۴۰۴/۰۲/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۱۹ شاپا الکترونیکی ۳۰۶۰-۷۰۷۸
مقدمه: کافئین به عنوان یک مکمل ارگوتنیک شناخته می‌شود، اما تأثیر آن بر عملکرد ورزشکاران نابینا، کمتر بررسی شده است. این مطالعه با هدف ارزیابی تأثیر مصرف حاد کافئین بر دقت پرتاب، سرعت عکس‌العمل، چابکی و استقامت قلبی-عروقی ورزشکاران حرفه‌ای نابینا انجام شد.	عادل نجفی بابادی گروه علوم زیستی در ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
روش تحقیق: در این مطالعه تصادفی سازی شده، دوسوکور، متقاطع و کنترل شده با دارونما، ۱۲ ورزشکار حرفه‌ای مرد نابینا (میانگین سنی ۱۶/۶ سال) به صورت متقاطع در دو جلسه مجزا مورد آزمون قرار گرفتند. در یک جلسه کافئین (۳ میلی گرم/کیلوگرم وزن بدن) و در جلسه دیگر دارونما دریافت کردند. آزمون‌های عملکردی ۶۰ دقیقه پس از مصرف انجام شد و داده‌ها با استفاده از آزمون t زوجی تحلیل شدند.	حامد تیموری کرانی گروه علوم زیستی در ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
یافته‌ها: مصرف کافئین تأثیر معناداری بر دقت پرتاب نداشت ($P=0/241$)، اما باعث بهبود سرعت عکس‌العمل ($P=0/02$)، چابکی ($P=0/04$) و استقامت قلبی-عروقی ($P=0/018$) شد. همچنین حداکثر اکسیژن مصرفی افزایش و درک فشار کاهش یافت.	محمد فشی گروه علوم زیستی در ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
نتیجه گیری: اگرچه کافئین بر دقت پرتاب تأثیر نداشت، ولی می‌تواند به عنوان یک مکمل مؤثر برای بهبود سرعت عکس‌العمل، چابکی و استقامت در ورزشکاران حرفه‌ای نابینا مورد استفاده قرار گیرد.	* نویسنده مسئول: محمد فشی ایمیل:
واژگان کلیدی: کافئین، ورزشکاران نابینا، عملکرد ورزشی، دقت پرتاب، استقامت قلبی-عروقی	m_fashi@sbu.ac.ir orcid/0000-0002-0995-4703

مقدمه:

ورزش‌های تویی نایبانیان به‌عنوان بخشی از ورزش‌های پارالمپیک^۱، بستر مناسبی برای ارتقاء سلامت جسمانی، روانی و اجتماعی افراد دارای آسیب بینایی فراهم کرده‌اند [۱]. این ورزش‌ها با استفاده از قوانین خاص و ابزارهای تعدیل شده، امکان رقابت منصفانه را برای ورزشکاران نابینا و کم‌بینا فراهم می‌کنند [۲]. علاوه بر این ورزشکاران نابینا توانایی بالایی در تشخیص موقعیت صدا دارند که به آن‌ها در ورزش‌هایی مانند گلبال^۲ و فوتبال نایبانیان کمک می‌کند [۳]. ورزشکاران حرفه‌ای در این رشته‌ها نیازمند ترکیبی از مهارت‌های شنوایی پیشرفته، هماهنگی حرکتی دقیق، قدرت بدنی و سرعت عکس‌العمل بالا هستند و با توجه به ویژگی‌های خاص ورزش‌های نایبانیان، حفظ تمرکز ذهنی، استقامت جسمانی و پاسخ‌های سریع حسی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۴].

مصرف کافئین به عنوان یک مکمل انرژی‌زا می‌تواند در بهبود عملکرد ورزشی موثر باشد [۵-۶]. استفاده گسترده از کافئین را میتوان به اثرات فیزیولوژیکی آن بر بدن مانند، افزایش ضربان قلب و افزایش تولید کاتکولامین^۳، لاکتات خون و اسید چرب آزاد نسبت داد [۷]. مکانیسم اصلی که کافئین از طریق آن اثرات خود را بر بدن اعمال می‌کند، مسدود کردن گیرنده‌های آدنوزین^۴ مرکزی و محیطی است که منجر به مهار اثرات آدنوزین بر انتقال عصبی، بهبود برانگیختگی و ارتقای عملکرد ورزشی می‌شود [۸].

مکانیسم اصلی عمل کافئین از طریق آنتاگونیسم رقابتی با گیرنده‌های آدنوزین، به ویژه نوع A1 و A2A است. این تعامل منجر به افزایش فعالیت دوپامینرژیک^۵ و نورآدرنرژیک^۶ در سیستم عصبی مرکزی می‌شود که نتیجه آن بهبود هوشیاری، کاهش درک خستگی و تسهیل عملکرد عصبی-عضلانی است [۹]. با این حال، همین اثرات تحریکی می‌تواند در برخی افراد باعث افزایش اضطراب و لرزش عضلانی شوند که این امر ممکن است بر مهارت‌های حرکتی ظریف تأثیر منفی بگذارد [۱۰-۱۱]. همچنین، مصرف کافئین می‌تواند با افزایش عصبی بودن و لرزش عضلانی، تأثیر منفی بر دقت داشته باشد [۱۲] که این موضوع می‌تواند به ویژه در ورزش‌هایی که نیاز به دقت بالایی دارند، عملکرد را مختل کند [۹]. این دوگانگی اثر، اهمیت بررسی دقیق تأثیر کافئین بر ورزشکاران نابینا را نشان می‌دهد.

به عنوان مثال دقت پرتاب توپ و شوت زنی هنگام حمله، یک مهارت حیاتی در گلبال و فوتبال ۵ نفره نایبانیان محسوب می‌شود و مداخلاتی که به بهبود دقت پرتاب کمک کنند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. با این وجود، تعداد مطالعاتی که تکنیک‌های پرتاب و عملکرد شوت‌زنی در این ورزشکاران را مورد بررسی قرار داده‌اند، بسیار محدود است [۱۳-۱۴]. مطالعاتی که به ارزیابی اثر کافئین بر دقت پرتاب در سایر ورزش‌ها پرداخته‌اند، نتایج متفاوتی را گزارش کرده‌اند. به عنوان مثال، در مطالعه‌ای که توسط پونت و همکاران انجام شد، مصرف ۳ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در بازیکنان بسکتبال، تأثیر معناداری بر بهبود دقت پرتاب آزاد نداشت [۱۵]. در مقابل، استوارت و همکاران بهبود ۱۰ درصدی در دقت پاس تحت فشار را در بازیکنان

¹ Paralympic² Goalball³ Catecholamine⁴ Adenosine⁵ Dopaminergic⁶ Noradrenergic

راگی گزارش کردند که نشان‌دهنده تأثیر مثبت دوز ۶ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن بر مهارت‌های حرکتی وابسته به دقت بود [۱۶].

علاوه بر این، اثرات کافئین بر بهبود عملکرد در ورزش‌های استقامتی مانند دوچرخه‌سواری و دویدن به خوبی مستند شده است [۶]، مطالعات اخیر نشان داده‌اند که حتی در تست‌های میدانی مانند شاتل ران ۲۰ متری، کافئین می‌تواند از طریق کاهش درک فشار و افزایش تحمل خستگی، عملکرد را بهبود بخشد [۱۷]. با این حال، تأثیر آن بر ورزش‌های مبتنی بر مهارت‌های حرکتی دقیق، به ویژه در جمعیت‌های خاص مانند ورزشکاران نابینا، کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. در مطالعه‌ای که توسط باتالر-سرورو و همکاران انجام شد، مشخص شد که پایداری مرکزی و تعادل می‌توانند به طور مستقیم بر دقت و سرعت پرتاب تأثیر بگذارند [۱۸]. با این حال، تاکنون هیچ مطالعه‌ای به طور خاص به بررسی تأثیر کافئین بر عملکرد ورزشکاران حرفه‌ای نابینا نپرداخته است. این در حالی است که بازیکنان این رشته به دلیل محدودیت‌های بینایی، بیشتر به پردازش شنیداری و حس عمقی متکی هستند و کافئین ممکن است از طریق تأثیر بر سیستم عصبی مرکزی، این توانایی‌ها را تحت تأثیر قرار دهد.

با توجه به شکاف‌های پژوهشی موجود، این مطالعه با هدف جامع‌تری نسبت به تحقیقات پیشین طراحی شده است. در حالی که بیشتر مطالعات قبلی بر یک جنبه از عملکرد تمرکز داشتند، پژوهش حاضر به طور همزمان چهار شاخص کلیدی عملکردی در ورزشکاران نابینا در رشته‌های توپی را مورد بررسی قرار می‌دهد: دقت پرتاب، سرعت عکس‌العمل، چابکی و استقامت قلبی-عروقی. این رویکرد جامع‌تر می‌تواند تصویر کامل‌تری از تأثیرات بالقوه کافئین بر عملکرد ورزشکاران نابینا ارائه دهد. اهمیت این مطالعه از چند جنبه قابل توجه است. اولاً، این تحقیق اولین مطالعه‌ای است که به بررسی تأثیر کافئین بر عملکرد ورزشکاران حرفه‌ای نابینا می‌پردازد. ثانیاً، با در نظر گرفتن چندین شاخص عملکردی، می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را برای مربیان و ورزشکاران در زمینه بهینه‌سازی مصرف مکمل‌ها ارائه دهد. ثالثاً، یافته‌های این مطالعه می‌تواند پایه‌ای برای تحقیقات آینده در زمینه فارماکوژنتیک^۱ و پاسخ‌های فردی به کافئین در جمعیت‌های خاص مانند ورزشکاران نابینا باشد.

روش تحقیق:

این پژوهش از نوع نیمه‌تجربی با طرح متقاطع^۲ است که به منظور بررسی اثر مصرف حاد کپسول کافئین بر عملکرد ورزشکاران حرفه‌ای نابینا انجام شد. پژوهش به صورت دوسوکور طراحی گردید، به گونه‌ای که ورزشکاران و پژوهشگران، از نوع مکمل مصرفی (کافئین یا دارونما) آگاه نبودند.

روش کار

جامعه آماری این پژوهش شامل ورزشکاران حرفه‌ای رشته‌های توپی گلبال و فوتبال پنج نفره نابینایان بود هر دو رشته از ورزش‌های توپی پرطرفدار در جامعه نابینایان هستند که نیازمند مهارت‌های مشابه‌ای شامل سرعت عکس‌العمل، استقامت قلبی-تنفسی، دقت پرتاب و چابکی می‌باشند. این شباهت‌های عملکردی، امکان تعمیم‌پذیری نتایج را افزایش می‌دهد. در این پژوهش، ۱۲ ورزشکار با میانگین سنی ۱۶/۶ سال، وزن ۷۳/۹ کیلوگرم و قد ۱/۷۹ متر و سابقه تمرینی حداقل سه سال به صورت هدفمند انتخاب شدند. معیارهای ورود به پژوهش شامل عضویت در تیم ملی جوانان گلبال و فوتبال پنج نفره نابینایان، سلامت جسمانی

^۱ Pharmacogenetics

^۲ Cross over

کامل و عدم مصرف مکمل‌ها در ۲۴ ساعت قبل از آزمون بود. همچنین، معیارهای خروج شامل مصرف هرگونه دارو یا مکمل که می‌توانست بر عملکرد ورزشی تأثیر بگذارد و بروز آسیب‌دیدگی یا بیماری حین مطالعه بود. پیش از شروع پژوهش، تمامی شرکت‌کنندگان فرم رضایت‌نامه آگاهانه را امضا کردند، این مطالعه با رعایت کامل اصول اخلاقی پژوهش‌های انسانی انجام شد و پس از بررسی و تأیید کمیته اخلاق در پژوهش‌های علوم رفتاری دانشگاه شهید بهشتی به شماره IR.SBU.REC.1403.073، اجرا گردید. حق انصراف در هر مرحله از پژوهش برای آزمودنی‌ها محفوظ بود [۱۷، ۱۹-۲۰].

برای مصرف کافئین از کپسول‌های حاوی ۳ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن استفاده شد. دوز کافئین استفاده شده در پژوهش حاضر، طبق مطالعه مروری نظام مند چیا و همکاران (۸) انتخاب شده است. در این مطالعه بیان شد که به نظر می‌رسد مصرف بین ۳ تا ۶ میلی گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، قبل از فعالیت ورزشی، یک ماده ارگوژنیک ایمن برای ورزشکاران در بازی‌های توپی باشد؛ همچنین برای گروه کنترل از دارونمایی با همان ظاهر و اندازه استفاده گردید که حاوی نشاسته بود. مصرف مکمل‌ها ۶۰ دقیقه پیش از انجام آزمون صورت گرفت. تمامی دستیاران پیش از آزمون‌ها، آموزش تخصصی دیده بودند تا از یکنواختی دستورات اطمینان حاصل شود. پیش از شروع آزمون‌های اصلی، یک جلسه توجیهی و تمرینی برای تمامی آزمودنی‌ها برگزار شد. در این جلسه که به مدت ۴۵ دقیقه به طول انجامید، توضیح کامل مراحل آزمون، اجرای آزمون‌ها و اصلاح خطاهای احتمالی در اجرای مهارت‌ها به شرکت‌کنندگان آموزش داده شد، آشنایی با شرایط محیطی و لمس و شناسایی نشانگرهای لمسی در محیط، پرسش و پاسخ و رفع ابهامات شرکت‌کنندگان درباره مراحل تحقیق انجام شد.

از آزمودنی‌ها خواسته شد که ۴۸ ساعت قبل از شروع آزمون، از فعالیت جسمانی شدید و همچنین ۲۴ ساعت قبل از شروع آزمون از مصرف هرگونه ماده حاوی کافئین، که در قالب فهرستی به آن‌ها ارائه شده بود، پرهیز کنند. آزمون‌ها در دو روز مجزا با فاصله زمانی ۴۸ ساعت انجام شدند. به منظور کاهش اثر یادگیری، ترتیب مصرف کافئین و دارونما بین روزها تغییر یافت. در روز اول، ۶ نفر از ورزشکاران کافئین و ۶ نفر دارونما مصرف کردند، در روز دوم، جای گروه‌ها تغییر یافت به گونه‌ای که کسانی که در روز اول کافئین مصرف کرده بودند، در روز دوم دارونما دریافت کردند و بالعکس. روز آزمایش، آزمودنی‌ها پس از مصرف صبحانه استاندارد و گذشت ۲ ساعت، کپسول‌های حاوی کافئین یا دارونما را دریافت کردند و به دنبال آن، به مدت ۶۰ دقیقه در حالت استراحت در محل آزمون باقی ماندند و پس از آن شروع به انجام حرکات گرم کردن نمودند. تمامی آزمون‌ها در شرایط استاندارد (دمای ۲۲-۲۴ درجه سانتیگراد، رطوبت ۶۰-۵۰ درصد) انجام شد [۲۰]. پس از انجام حرکات گرم کردن به مدت ۱۰ دقیقه، ارزیابی جامع عملکرد ورزشی در چهار بخش انجام شد:

آزمون دقت

آزمون دقت پرتاب توپ، با استفاده از یک پروتکل استاندارد گلبال انجام شد [۱۸]. در این آزمون، دروازه به ۹ منطقه تقسیم گردید که شامل مناطق A، B، C، D و E بود و مناطق هدف با نوارهای برجسته لمسی روی زمین و دروازه علامت‌گذاری شدند. امتیازدهی بر اساس محل برخورد توپ در دروازه به شرح زیر بود: ۲ امتیاز برای مناطق A، C و D، ۱ امتیاز برای مناطق B و E، ۰ امتیاز برای پرتاب‌های خارج از این مناطق می‌باشد. هر ورزشکار ۹ پرتاب انجام داد که شامل سه پرتاب از سه موقعیت مختلف (سمت راست، مرکز و چپ) بود، لبه‌های دروازه با نوارهای برجسته علامت‌گذاری شد تا ورزشکاران بتوانند با لمس، موقعیت خود را نسبت به دروازه تنظیم کنند. یک دستیار پژوهشی به صورت حضوری موقعیت مناطق هدف (A-E) را برای هر ورزشکار قبل

از آزمون توضیح داد و با راهنمایی کلامی دقیق به شناسایی فضایی کمک کرد. (شکل ۱) [۱۸]. امتیاز نهایی هر ورزشکار به صورت جمع امتیازات هر پرتاب محاسبه شد. ثبت داده‌ها توسط ناظر آزمون به صورت بلادرنگ انجام گردید.

آزمون سرعت عکس العمل

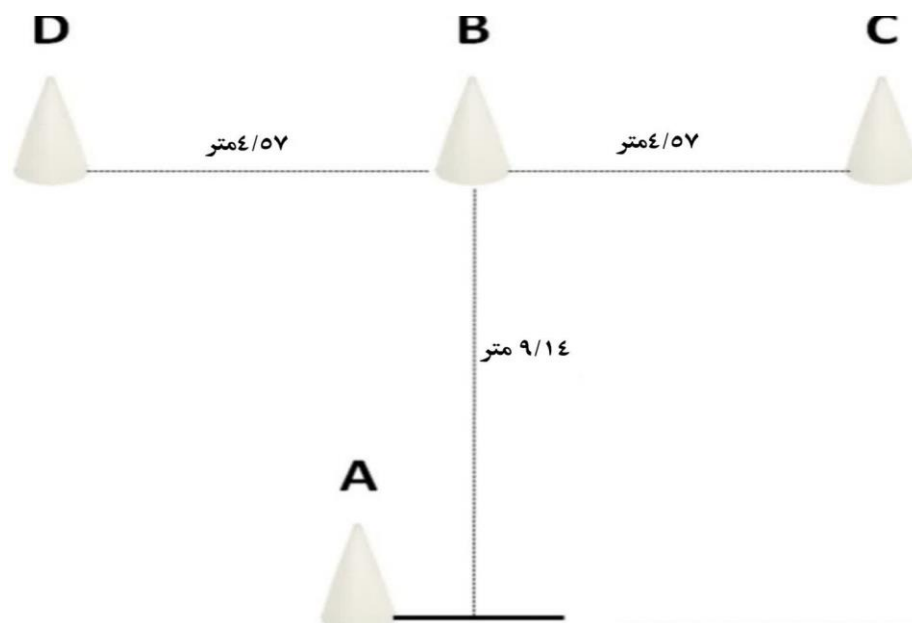
برای ارزیابی سرعت عکس‌العمل ورزشکاران، از پروتکل استاندارد مبتنی بر مطالعات پیشین در زمینه ورزش‌های وابسته به محرک‌های پویا (مانند گلبال و فوتبال ۵ نفره نابینایان) استفاده شد [۲۱]. دستگاه سنجش زمان واکنش دیجیتال در فاصله ۲ متری از آزمودنی نصب شد. صدای زنگ (با فرکانس ۱۰۰۰ هرتز و شدت ۸۰ دسی بل) به عنوان محرک شنیداری غیرقابل پیش‌بینی ارائه گردید. آزمودنی‌ها پس از شنیدن صدا باید در کوتاه‌ترین زمان ممکن دکمه واکنش را فشار می‌دادند. آزمون ۵ بار با فاصله استراحت ۳۰ ثانیه‌ای بین هر تکرار انجام شد. میانگین زمان‌های ثبت شده با دقت ۰/۰۱ ثانیه به عنوان نمره نهایی محاسبه گردید.



شکل ۱. محل پرتاب (چپ، مرکز، راست) و مناطق هدف (A, B, C, D, E) برای تست دقت.

آزمون چابکی (T-test)

برای ارزیابی چابکی ورزشکاران، از آزمون T-test اصلاح شده استفاده شد [۲۲]. چهار مخروط (A, B, C, D) در فواصل استاندارد A تا B ۹/۱۴ متر، فاصله B تا C ۴/۵۷ متر و فاصله C تا D ۹/۱۴ متر قرار داده شدند. ارتفاع مانع‌ها ۵۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. ورزشکار از نقطه شروع (۰/۵ متری مخروط A) حرکت خود را آغاز کرد. مسیر حرکت به ترتیب زیر بود: حرکت به سمت مخروط B و لمس آن با دست راست، حرکت جانبی به چپ به سمت مخروط C و لمس آن با دست چپ، حرکت جانبی به راست به سمت مخروط D و لمس آن، بازگشت به مخروط B، بازگشت به نقطه شروع (A) و زمان اجرا ثبت شد، کل مسافت طی شده ۳۶/۵۶ متر بود، یک دستیار پژوهشی در طول آزمون، مسیر حرکت را با دستورات کلامی واضح هدایت می‌کرد (شکل ۲) [۲۳]. مانع B برای سهولت حرکت ورزشکار پس از لمس برداشته می‌شد تا از خطر برخورد پیشگیری شود. هر ورزشکار ۲ بار آزمون را با فاصله استراحت ۳ دقیقه‌ای بین هر تکرار انجام داد.



شکل ۲. آزمون چابکی (T-test)

آزمون توان هوازی شاتل ران ۲۰ متری

برای ارزیابی استقامت قلبی-تنفسی، از تست شاتل ران ۲۰ متری اصلاح شده استفاده شد. پروتکل اجرا با توجه به نیازهای ویژه این جمعیت به این صورت زیر طراحی گردید که راهنمایی صوتی علاوه بر بوق استاندارد با استفاده از دستیار پژوهشی برای هدایت کلامی ("چپ"، "راست") در هر تغییر جهت، مسیر با نوارهای برجسته برای تشخیص لمسی علامت‌گذاری شد و هر ورزشکار با یک راهنمای ثابت هماهنگ گردید. معیارهای توقف شامل عدم توانایی در رسیدن به خط ۲۰ متری پیش از بوق در دو تلاش متوالی، درخواست خود آزمودنی برای توقف بود. متغیرهای اندازه‌گیری شده شامل مرحله نهایی تکمیل شده توسط ورزشکار (سرعت نهایی بر حسب کیلومتر بر ساعت)، برآورد VO_{2max} با استفاده از معادله لیگر (۱۹/۴۵۸-سرعت نهایی $\times$ ۵/۸۵۷)، ضربان قلب با مانیتور Polar H10 (ثبت هر ۵ ثانیه)، RPE با مقیاس بورگ اصلاح شده (۲۰-۶) و کیفیت اجرا با چک‌لیست حرکتی (نمره ۵-۱) بودند.

روش‌های آماری

داده‌های حاصل از این مطالعه با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۶ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. طبیعی بودن توزیع داده‌ها برای تمامی متغیرهای وابسته شامل دقت پرتاب، سرعت عکس‌العمل، چابکی و شاخص‌های استقامت قلبی-تنفسی با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک بررسی شد. پس از اطمینان از طبیعی بودن داده‌ها، برای مقایسه میانگین نتایج بین دو شرایط مصرف کافئین و دارونما از آزمون t زوجی استفاده گردید. داده‌های مربوط به RPE نیز با توجه به طبیعی بودن توزیع، با همان آزمون t زوجی تحلیل شدند. در تمامی تحلیل‌ها، سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ به عنوان معیار آماری در نظر گرفته شد. داده‌ها به صورت میانگین $\pm$ انحراف معیار گزارش شده‌اند.

یافته‌ها:

آمار توصیفی

ابتدا ویژگی‌های دموگرافیک و آماری آزمودنی‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نمونه آماری این پژوهش شامل ۱۲ ورزشکار حرفه‌ای نابینا بود. مشخصات آنتروپومتریک این ورزشکاران در جدول ۱ گزارش شده است.

جدول ۱. شاخص‌های آنتروپومتریک آزمودنی‌ها

متغیر	انحراف معیار $\pm$ میانگین
سن (سال)	$16/6 \pm 1/5$
وزن (کیلوگرم)	$73/9 \pm 9/2$
قد (سانتی‌متر)	$179/5 \pm 5/7$
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	$22/9 \pm 2/4$
سابقه تمرینی (سال)	$4/2 \pm 1/2$

یافته‌های اصلی

جدول ۲ ویژگی‌های توصیفی نمونه پژوهش شامل میانگین و انحراف معیار متغیرهای کلیدی را ارائه می‌کند.

دقت پرتاب توپ

نتایج این پژوهش نشان داد که مصرف کافئین تأثیر معناداری بر دقت پرتاب توپ ورزشکاران حرفه‌ای نابینا نداشت. میانگین امتیازات دقت پرتاب در شرایط دارونما $2/59 \pm 11/5$ و در شرایط مصرف کافئین $10/93 \pm 1/64$ بود. اگرچه کاهش جزئی در دقت پرتاب پس از مصرف کافئین مشاهده شد ($-0/57$ امتیاز) اما این تغییر از نظر آماری معنادار نبود ($P=0/241$). همچنین، بررسی انحراف معیار نشان داد که عملکرد شرکت‌کنندگان در شرایط مصرف کافئین همگن‌تر بوده و تغییرات کمتری نسبت به دارونما داشته است. این یافته می‌تواند نشان‌دهنده تأثیر کافئین بر کاهش نوسانات عملکرد باشد، هرچند که این تأثیر بهبود دقت را تضمین نکرده است (جدول ۲).

سرعت عکس‌العمل

نتایج نشان داد مصرف کافئین تأثیر معناداری بر بهبود سرعت عکس‌العمل داشت. میانگین زمان واکنش در شرایط دارونما $0/45 \pm 0/12$ ثانیه و در شرایط کافئین $0/38 \pm 0/09$ ثانیه بود ($P=0/02$). این بهبود $15/5\%$ نشان‌دهنده تأثیر مثبت کافئین بر عملکرد سیستم عصبی مرکزی است. این یافته‌ها حاکی از ثبات بیشتر عملکرد تحت تأثیر کافئین بود و بیشترین بهبود در ورزشکارانی با سابقه تمرین بالاتر مشاهده شد (جدول ۲).

آزمون چابکی T-test

نتایج آزمون چابکی نشان داد مصرف کافئین تأثیر مثبت و معناداری بر عملکرد ورزشکاران داشته است بطوریکه میانگین زمان چابکی در شرایط دارونما $۱۲/۳ \pm ۰/۸$ ثانیه و در شرایط کافئین $۱۱/۵ \pm ۰/۷$ ثانیه بود ($P=۰/۰۴$) (جدول ۲).

آزمون توان هوازی VO_{2max}

نتایج آزمون شاتل ران ۲۰ متری نشان داد مصرف کافئین موجب بهبود معنادار عملکرد استقامتی ورزشکاران شد. میانگین مراحل تکمیل شده از $۸/۲ \pm ۱/۱$ در شرایط دارونما به $۹/۳ \pm ۰/۹$ در شرایط کافئین افزایش یافت ($P=۰/۰۱۸$). VO_{2max} برآورد شده نیز از $۴۷/۵ \pm ۳/۸$ به $۵۱/۲ \pm ۳/۵$ میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه رسید ($P=۰/۰۲۵$). زمان ریکاوری ۲۰ درصد کاهش یافت، از $۳/۲ \pm ۰/۹$ به $۲/۵ \pm ۰/۷$ دقیقه؛ ($P=۰/۰۱۲$) و RPE از ۱۸ ± ۱ به ۱۶ ± ۱ کاهش پیدا کرد ($P=۰/۰۰۸$) (جدول ۲). بهبود عملکرد در کنار کاهش معنادار RPE نشان می‌دهد کافئین از طریق مکانیسم‌های مرکزی و محیطی موجب کاهش درک فشار و افزایش تحمل ورزشی شده است. این یافته‌ها با مطالعات قبلی درباره تأثیر کافئین بر ورزشکاران حرفه‌ای همخوانی دارد.

جدول ۲. مقایسه شاخص‌های عملکردی در دو شرایط مصرف کافئین و دارونما

شاخص اندازه‌گیری	دارونما	کافئین	درصد تغییرات	مقدار P
دقت پرتاب (امتیاز)	$۱۱/۵ \pm ۲/۵۹$	$۱۰/۹۳ \pm ۱/۶۴$	-۴/۹٪	۰/۲۴۱
سرعت عکس‌العمل (ثانیه)	$۰/۴۵ \pm ۰/۱۲$	$۰/۳۸ \pm ۰/۰۹$	-۱۵/۶٪	۰/۰۲
زمان چابکی (ثانیه)	$۱۲/۳ \pm ۰/۸$	$۱۱/۵ \pm ۰/۷$	-۶/۵٪	۰/۰۴
مراحل تکمیل شده شاتل ران	$۸/۲ \pm ۱/۱$	$۹/۳ \pm ۰/۹$	+۱۲/۹٪	۰/۰۱۸
حداکثر اکسیژن بیشینه (میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه)	$۴۷/۵ \pm ۳/۸$	$۵۱/۲ \pm ۳/۵$	+۸/۸٪	۰/۰۲۵
زمان ریکاوری (دقیقه)	$۳/۲ \pm ۰/۹$	$۲/۵ \pm ۰/۷$	-۲۱/۶٪	۰/۰۱۲
RPE (مقیاس بورگ)	۱۸ ± ۱	۱۶ ± ۱	-۱۱/۱٪	۰/۰۰۸

بحث:

هدف از پژوهش حاضر، تعیین تأثیر مصرف حاد کپسول کافئین بر عملکرد ورزشکاران حرفه‌ای نابینا بود. یافته‌ها نشان داد که مصرف حاد ۳ میلی گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن، تأثیر معناداری بر دقت پرتاب توپ در ورزشکاران حرفه‌ای نابینا ندارد. ما پژوهشی مبنی بر اینکه تأثیر مصرف کافئین بر عملکرد ورزشکاران نابینا بخصوص فوتبالیست‌های نابینا را بررسی کرده باشد، نیافتیم و بنابراین به بحث در رابطه با نتایج این مطالعه با برخی مطالعات دیگر که بر روی ورزشکاران بینای دیگر رشته‌های ورزشی توپی، انجام شده است، می‌پردازیم. در یک پژوهش که توسط تان و همکاران^۱ انجام شد، یافته‌ها نشان دادند که مصرف ۶ میلی گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، عملکرد پرتاب آزاد بسکتبال را در یک پروتکل بسکتبال شبیه سازی شده با مسابقه، بهبود نمی‌بخشد [۹]. از طرفی، پونته و همکاران^۲ مصرف ۳ میلی گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، عملکرد

^۱ Tan. et al.

^۲ Puente. et al.

پرتاب آزاد را بهبود می‌بخشد و تعداد پرتاب‌های آزاد را در طول یک بازی شبیه سازی شده بسکتبال افزایش می‌دهد [۱۵]. با این حال، پس از تست ویژه بسکتبال، هیچ تاثیر مثبتی بر عملکرد پرتاب آزاد مشاهده نشد. به طور مشابه، ابیان و همکاران (۲۰۱۴)، هیچ اثر مفیدی بر عملکرد پرتاب آزاد با مصرف ۳ میلی گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن گزارش نکردند [۲۴]. از طرفی یافته‌های دو مطالعه در مورد تنیس متفاوت بود. در یکی از این مطالعات، هورنری و همکاران^۲ گزارش کردند که مصرف ۳ میلی گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، قبل از فعالیت ورزش هیچ تأثیری بر دقت ضربه ندارد [۲۵]. با این حال، زمانی که در یک مطالعه دیگر که توسط کلین و همکاران^۳ انجام و دوز بالاتر ۶ میلی گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن تجویز شد، دقت ضربه بهبود یافت [۹]. با این حال، با توجه به نتایج متناقض دو مطالعه‌ای که به آن‌ها اشاره شد و دوز ۶ میلی گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن را به ورزشکاران بسکتبال و تنیس دادند، نمی‌توان تعیین کرد که آیا افزایش دقت به دوز بالاتر کافئین نسبت داده می‌شود یا خیر.

همچنین باید توجه نمود که عدم تاثیر مثبت مصرف کافئین می‌تواند به دلایل مختلفی باشد. عملکرد پرتاب، مهارتی است که می‌تواند تحت تاثیر مهارت‌های فیزیکی مختلف مثل قدرت اندام فوقانی و تحتانی [۱۱، ۲۶] و ثبات و قدرت عضلات مرکزی قرار گیرد [۱۸]. علاوه بر این، عدم مشاهده بهبود در دقت، می‌تواند به روش کار پژوهش مرتبط باشد. در این حالت، انجام ضربات مکرر، واقع بینانه و نماینده یک شوت واقعی نیست که در موقعیت مسابقه انجام می‌گیرد. با توجه به شواهد محدود در مورد دقت شوت در بازی‌های توپی، نتیجه گیری در مورد اثربخشی کافئین دشوار است و نیاز به مطالعات بیشتر را ضروری می‌سازد. نتایج فردی برخی شرکت‌کنندگان نشان داد که تأثیر کافئین ممکن است بسته به ویژگی‌های فردی ورزشکاران متفاوت باشد. برخی از ورزشکاران پس از مصرف کافئین بهبود جزئی در دقت پرتاب داشتند، در حالی که برخی دیگر کاهش عملکرد را تجربه کردند. این مسئله می‌تواند به تفاوت‌های فردی در ژنتیک، عادت به مصرف کافئین و سطح استرس مرتبط باشد. تنوع ژنتیکی بر نحوه جذب، متابولیسم، استفاده و دفع مواد مغذی تأثیر می‌گذارند و فعل و انفعالات ژن-رژیم غذایی که بر مسیرهای متابولیک مرتبط با سلامت و عملکرد تأثیر می‌گذارند، اکنون به طور گسترده شناخته شده‌اند [۲۷]. به نظر می‌رسد این تفاوت‌های بین فردی تا حدودی به دلیل تنوع در ژن‌هایی مانند CYP1A2^۴ و احتمالاً ADORA2A^۵ است که با متابولیسم، حساسیت و پاسخ به کافئین مرتبط است [۲۸]. بیش از ۹۵ درصد کافئین توسط آنزیم CYP1A2 متابولیزه می‌شود که توسط ژن CYP1A2 کدگذاری می‌شود و در دمتیلاسیون^۶ کافئین به متابولیت‌های اولیه پارگزانتین^۷، تتوفیلین^۸ و تتوبرومین^۹ نقش دارد [۲۹].

علاوه بر این، مکانیسم احتمالی کافئین که ممکن است بر دقت پرتاب تاثیر بگذارد این است که کافئین به عنوان یک آنتاگونیست آدنوزین عمل می‌کند و عملکرد اصلی آدنوزین، که باعث تسهیل خواب می‌شود را، مهار می‌کند [۳۰]. این افزایش بیداری [۳۱] و افزایش سطح توجه، دستگاه عصبی مرکزی را تحریک می‌کند، خستگی را به تاخیر می‌اندازد و پتانسیل افزایش عملکرد را دارد.

¹ Abian-Vicen. et al.

² Hornery. et al.

³ Klien, et al

⁴ Cytochrome P450 1A2

⁵ Adenosine A2A Receptor

⁶ Demethylation

⁷ Paraxanthine

⁸ Theophylline

⁹ Theobromine

این می‌تواند منجر به بهبود مسافت دویدن، چابکی و پردازش شناختی شود، که برای اجرای مهارت‌های حرکتی مانند پاس دادن به توپ‌های راگبی، ضربه زدن به شاتل‌های بدمینتون یا دقت شوت در فوتبال مهم است [۱۲]. تنوع در ژن ADORA2A، به تفاوت‌های فردی در احساس اضطراب پس از مصرف کافئین کمک می‌کند [۳۲-۳۳]، به ویژه در کسانی که معمولاً مصرف کنندگان کم کافئین هستند [۳۴].

در ادامه بحث و با توجه به یافته‌های مطالعه حاضر که نشان داد کافئین اگرچه بر دقت پرتاب تأثیر معناداری نداشت، اما به طور قابل توجهی عملکرد ورزشکاران را در شاخص‌های سرعت عکس‌العمل، چابکی و استقامت قلبی-تنفسی بهبود بخشید، می‌توان به بررسی مکانیسم‌های احتمالی این تأثیرات متفاوت پرداخت. بهبود ۱۵/۶ درصدی در سرعت عکس‌العمل ($0/45 \pm 0/12$) ثانیه در گروه دارونما به $0/38 \pm 0/09$ ثانیه پس از مصرف کافئین) احتمالاً ناشی از تأثیر کافئین بر سیستم عصبی مرکزی است. در ورزشکاران نابینا، این اثر ممکن است تشدید شود چرا که مطالعات fMRI نشان داده‌اند این افراد دارای سازمان‌دهی مجدد قشر مغزی با گسترش مناطق پردازش شنیداری هستند [۳۵]. همچنین ناکازاوا^۱ (۲۰۲۲) پی‌برد که سازمان‌دهی مجدد قشر مغزی در نابینایان منجر به تقویت پردازش شنیداری و حس لامسه می‌شود [۳۶]. این ویژگی ممکن است توضیح‌دهنده بهبود بیشتر سرعت عکس‌العمل نسبت به مطالعات مشابه روی ورزشکاران بینا باشد. کافئین با مسدود کردن گیرنده‌های آدنوزین A1 در قشر مغز، سرعت پردازش محرک‌های حسی را افزایش می‌دهد [۳۷]. از طرفی قهرمان و همکاران (۲۰۲۲) نیز دریافتند وابستگی به محرک‌های غیربصری باعث می‌شود اثرات کافئین بر سیستم شنیداری (از طریق تحریک قشر تمپورال) نیز برجسته‌تر باشد [۳۸]. این مکانیسم به خوبی می‌تواند توضیح‌دهنده بهبود ۱۵/۶ درصدی سرعت عکس‌العمل در ورزشکاران شرکت کننده در پژوهش باشد، چرا که این ورزش به شدت وابسته به پردازش سریع محرک‌های شنیداری و پاسخ حرکتی به موقع است. در مورد تأثیر کافئین بر چابکی، به نظر می‌رسد کافئین از طریق افزایش تحریک پذیری نورون‌های حرکتی در نخاع و بهبود هماهنگی عصبی-عضلانی، باعث تسهیل اجرای حرکات سریع و تغییر جهت‌های مکرر می‌شود و همچنین کافئین با کاهش آستانه تحریک نورون‌های حرکتی آلفا، باعث تسهیل فراخوانی عضلات و بهبود هماهنگی عصبی-عضلانی می‌شود [۲۶، ۳۹]. این یافته با مطالعه ساسی و همکاران^۲ (۲۰۰۹) که نشان دادند کافئین می‌تواند زمان اجرای آزمون T-test را در ورزشکاران کاهش دهد، همخوانی دارد [۲۲]. بهبود عملکرد استقامتی نیز احتمالاً از طریق چندین مکانیسم رخ داده است. اولاً، کافئین با افزایش تجزیه چربی‌ها و حفظ ذخایر گلیکوژن عضلانی، خستگی را به تأخیر می‌اندازد [۸]. ثانیاً، با کاهش RPE از ۱۸ به ۱۶، ورزشکاران قادر به ادامه فعالیت با شدت بالاتر برای مدت طولانی‌تر بودند [۴۰]. یافته‌های مطالعه حاضر در مورد تأثیر کافئین بر توان هوازی با نتایج چندین پژوهش معتبر همسو است. مطالعه متاآنالیز هیگینز و همکاران^۳، نشان داد مصرف کافئین با دوز ۳-۶ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن می‌تواند عملکرد استقامتی را به‌طور میانگین ۱۱/۲ درصد و حداکثر اکسیژن مصرفی را ۷/۶ درصد بهبود بخشد. این بهبود عمدتاً از طریق مکانیسم‌های افزایش اکسیداسیون چربی‌ها، مهار گیرنده‌های آدنوزین A2A و کاهش درک فشارقابل توجه است [۴۱]. همچنین، مطالعه فیلیپ و همکاران^۴ (۲۰۲۳) مکانیسم‌های فیزیولوژیکی این تأثیرات را به تفصیل

¹ Nakazawa

² Sassi. et al.

³ Higgins. et al.

⁴ Filip-Stachnik. et al.

بررسی کرده است [۴۲]. با این حال، برخی مطالعات نتایج متفاوتی گزارش کرده‌اند. به عنوان مثال، تحقیق بیومونت و همکاران^۱ نشان داد که تأثیر کافئین بر عملکرد استقامتی در شرایط عادی ممکن است کمتر از حد انتظار باشد و این ماده بیشتر در شرایط کم‌بودن ذخایر گلیکوژن مؤثر عمل می‌کند [۴۳]. همچنین، مطالعه ساوتوارد و همکاران^۲ اشاره می‌کند که بهبود عملکرد ناشی از کافئین در افراد کم‌مصرف این ماده بیشتر مشاهده می‌شود. یافته‌های منحصربه‌فرد مطالعه حاضر که بهبود همزمان چابکی (۶/۲ درصد) و سرعت عکس‌العمل (۱۵/۶ درصد) را همراه با افزایش استقامت نشان می‌دهد، احتمالاً ناشی از ویژگی‌های خاص رشته‌های ورزشی ورزشکاران شرکت کننده در مطالعه است که ترکیبی از فعالیت استقامتی و حرکات انفجاری می‌باشد. با توجه به تنوع پاسخ‌های مشاهده‌شده در مطالعه حاضر، به نظر می‌رسد عواملی مانند ژنتیک (به‌ویژه پلی‌مورفیسم‌های ژن CYP1A2)، عادت به مصرف کافئین و سطح هیدراتاسیون می‌توانند در نتایج تأثیرگذار باشند [۴۴]. همان‌گونه که تمپل و همکاران^۳ اشاره کرده‌اند، اندازه‌گیری سطح کافئین خون می‌تواند به درک بهتر این تنوع کمک کند [۴۵]. پژوهش گست و همکاران^۴ بر اهمیت شخصی‌سازی دوز مصرفی کافئین بر اساس ویژگی‌های فردی تأکید کرده است. این رویکرد می‌تواند به بهینه‌سازی استفاده از کافئین به عنوان یک مکمل ارگونومیک در ورزشکاران حرفه‌ای نابینا منجر شود [۴۶]. برای مطالعات آینده، پیشنهاد می‌شود تأثیر دوزهای مختلف کافئین (به عنوان مثال ۱/۵ و ۶ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) بر عملکرد ورزشکاران حرفه‌ای نابینا بررسی شود، چرا که ممکن است دوزهای پایین‌تر یا بالاتر اثرات متفاوتی داشته باشند. همچنین، ارزیابی پاسخ‌های فردی به کافئین بر اساس ژنوتیپ‌های مختلف می‌تواند به شخصی‌سازی توصیه‌های مکمل‌گیری کمک کند. در نهایت، انجام مطالعات در شرایط واقعی مسابقه می‌تواند اطلاعات ارزشمندتری در مورد تأثیر کافئین بر عملکرد ورزشکاران حرفه‌ای نابینا ارائه دهد.

نتیجه‌گیری:

مطالعه حاضر نشان داد مصرف ۳ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، اگرچه بر دقت پرتاب توپ بازیکنان حرفه‌ای گلبال و فوتبال پنج نفره نابینایان تأثیر نداشت ($P > 0.05$)، اما موجب بهبود معنادار سرعت عکس‌العمل، چابکی و استقامت شد. این یافته‌ها حاکی از تأثیر انتخابی کافئین بر شاخص‌های عصبی-عضلانی و متابولیک است. از دیدگاه عملی، کافئین می‌تواند برای بهبود عملکرد دفاعی و استقامتی در مسابقات مفید باشد، اما برای دقت پرتاب توصیه نمی‌شود. تنوع پاسخ‌ها بین ورزشکاران (به‌ویژه در سرعت عکس‌العمل) احتمالاً ناشی از تفاوت‌های ژنتیکی و عادت به مصرف کافئین است.

تضاد منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

¹ Beaumont. et al.

² Southward. et al.

³ Temple. et al.

⁴ Guest. et al.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از تمامی افرادی که در این پژوهش همکاری و مشارکت داشتند، به ویژه ورزشکاران نابینا که با صبر و همکاری در اجرای آزمایشات نقش بسزایی ایفا کردند، همچنین از مربیان و مسئولان ورزشی، به‌ویژه جناب آقای محمود یوسفیان صمیمانه قدردانی می‌شود.

حامی مالی

این مطالعه هیچگونه حامی مالی نداشته است.

مشارکت نویسندگان

نویسنده اول: گردآوری مطالب، تحلیل داده‌ها و نگارش پیش‌نویس مقاله.
نویسنده دوم: طراحی مطالعه، نظارت بر گردآوری داده‌ها و ویرایش مقاله.
نویسنده سوم: تحلیل آماری، تفسیر یافته‌ها و بازنگری نهایی مقاله.

منابع:

1. Tweedy SM, Vanlandewijck YC. International Paralympic Committee position stand-Background and scientific rationale for classification in Paralympic sport. British journal of sports medicine. 2009.
2. Mann DL, Ravensbergen H. International Paralympic Committee (IPC) and International Blind Sports Federation (IBSA) joint position stand on the sport-specific classification of athletes with vision impairment. Sports Medicine. 2018;48(9):2011-23.
3. Shiota K, Tokui A. Audiospatial cognitive ability of visually impaired athletes in static and dynamic spatial cognitive tasks. Journal of Physical Therapy Science. 2017;29(11):1981-6.
4. Goulart-Siqueira G, Benítez-Flores S, Ferreira AR, Zagatto AM, Foster C, Boullosa D. Relationships between different field test performance measures in elite goalball players. Sports. 2018;7(1):6.
5. Abian P, Del Coso J, Salinero JJ, Gallo-Salazar C, Areces F, Ruiz-Vicente D, et al. The ingestion of a caffeinated energy drink improves jump performance and activity patterns in elite badminton players. J Sports Sci. 2015;33(10):1042-50.
6. Ganio MS, Klau JF, Casa DJ, Armstrong LE, Maresh CM. Effect of caffeine on sport-specific endurance performance: a systematic review. J Strength Cond Res. 2009;23(1):315-24.
7. Pérez-López A, Salinero JJ, Abian-Vicen J, Valadés D, Lara B, Hernandez C, et al. Caffeinated energy drinks improve volleyball performance in elite female players. Med Sci Sports Exerc. 2015;47(4):850-6.
8. Spriet LL. Exercise and sport performance with low doses of caffeine. Sports Med. 2014;44 Suppl 2(Suppl 2):S175-84.
9. Tan ZS, Burns SF, Pan JW, Kong PW. Effect of caffeine ingestion on free-throw performance in college basketball players. J Exerc Sci Fit. 2020;18(2):62-7.

10. Baker LB, Nuccio RP, Jeukendrup AE. Acute effects of dietary constituents on motor skill and cognitive performance in athletes. *Nutr Rev.* 2014;72(12):790-802.
11. Nygaard H, Riksaasen S, Hjelmevoll LM, Wold E. Effect of caffeine ingestion on competitive rifle shooting performance. *PLoS One.* 2019;14(10):e0224596.
12. Chia JS, Barrett LA, Chow JY, Burns SF. Effects of Caffeine Supplementation on Performance in Ball Games. *Sports Med.* 2017;47(12):2453-71.
13. Makaracı Y, Nas K, Pamuk Ö, Aydemir M. Relationships among postural stability, physical fitness, and shooting accuracy in Olympic female goalball players. *J Exerc Rehabil.* 2022;18(5):308-17.
14. Gamonales Puerto JM, Munoz Jimenez J, Leon Guzman K, Ibanez Godoy SJ. Efficacy of shots on goal in football for the visually impaired. *International Journal of Performance Analysis in Sport.* 2018;18(3):393-409.
15. Puente C, Abián-Vicén J, Salinero JJ, Lara B, Areces F, Del Coso J. Caffeine Improves Basketball Performance in Experienced Basketball Players. *Nutrients.* 2017;9(9).
16. Foskett A, Ali A, Gant N. Caffeine enhances cognitive function and skill performance during simulated soccer activity. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2009;19(4):410-23.
17. Kasai D, Tsiros MD, Eston R, Parfitt G. Ratings of perceived exertion from a submaximal 20-m shuttle run test predict peak oxygen uptake in children and the test feels better. *Eur J Appl Physiol.* 2023;123(1):103-11.
18. Bataller-Cervero AV, Bascuas PJ, Rabal-Pelay J, Gutiérrez H, Piedrafita E, Berzosa C. Attack and Defense Performance in Goalball: A Proposal for Throwing, Balance and Acoustic Reaction Evaluation. *Biology (Basel).* 2022;11(8).
19. Léger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci.* 1988;6(2):93-101.
20. Menezes-Junior FJ, Jesus Í C, Mota J, Lopes MFA, Corazza PRP, Tadiotto MC, et al. Validation of equations to estimate the peak oxygen uptake in adolescents from 20 metres shuttle run test. *J Sports Sci.* 2020;38(22):2588-96.
21. Nuri L, Shadmehr A, Ghotbi N, Attarbashi Moghadam B. Reaction time and anticipatory skill of athletes in open and closed skill-dominated sport. *Eur J Sport Sci.* 2013;13(5):431-6.
22. Sassi RH, Dardouri W, Yahmed MH, Gmada N, Mahfoudhi ME, Gharbi Z. Relative and absolute reliability of a modified agility T-test and its relationship with vertical jump and straight sprint. *J Strength Cond Res.* 2009;23(6):1644-51.
23. Yanci J, Granados C, Otero M, Badiola A, Olasagasti J, Bidaurreazaga-Letona I, et al. Sprint, agility, strength and endurance capacity in wheelchair basketball players. *Biol Sport.* 2015;32(1):71-8.
24. Abian-Vicén J, Puente C, Salinero JJ, González-Millán C, Areces F, Muñoz G, et al. A caffeinated energy drink improves jump performance in adolescent basketball players. *Amino Acids.* 2014;46(5):1333-41.
25. Hornery DJ, Farrow D, Mujika I, Young WB. Caffeine, carbohydrate, and cooling use during prolonged simulated tennis. *Int J Sports Physiol Perform.* 2007;2(4):423-38.
26. Manchado C, García-Ruiz J, Cortell-Tormo JM, Tortosa-Martínez J. Effect of Core Training on Male Handball Players' Throwing Velocity. *J Hum Kinet.* 2017;56:177-85.
27. Nielsen DE, El-Sohemy A. Disclosure of genetic information and change in dietary intake: a randomized controlled trial. *PLoS One.* 2014;9(11):e112665.
28. Yang A, Palmer AA, de Wit H. Genetics of caffeine consumption and responses to caffeine. *Psychopharmacology (Berl).* 2010;211(3):245-57.

29. Begas E, Kouvaras E, Tsakalof A, Papakosta S, Asproдини EK. In vivo evaluation of CYP1A2, CYP2A6, NAT-2 and xanthine oxidase activities in a Greek population sample by the RP-HPLC monitoring of caffeine metabolic ratios. *Biomed Chromatogr.* 2007;21(2):190-200.
30. Goldstein ER, Ziegenfuss T, Kalman D, Kreider R, Campbell B, Wilborn C, et al. International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance. *J Int Soc Sports Nutr.* 2010;7(1):5.
31. Landolt HP, Rétey JV, Tönz K, Gottselig JM, Khatami R, Buckelmüller I, et al. Caffeine attenuates waking and sleep electroencephalographic markers of sleep homeostasis in humans. *Neuropsychopharmacology.* 2004;29(10):1933-9.
32. Childs E, Hohoff C, Deckert J, Xu K, Badner J, de Wit H. Association between ADORA2A and DRD2 polymorphisms and caffeine-induced anxiety. *Neuropsychopharmacology.* 2008;33(12):2791-800.
33. Alsene K, Deckert J, Sand P, de Wit H. Association between A2a receptor gene polymorphisms and caffeine-induced anxiety. *Neuropsychopharmacology.* 2003;28(9):1694-702.
34. Rogers PJ, Hohoff C, Heatherley SV, Mullings EL, Maxfield PJ, Evershed RP, et al. Association of the anxiogenic and alerting effects of caffeine with ADORA2A and ADORA1 polymorphisms and habitual level of caffeine consumption. *Neuropsychopharmacology.* 2010;35(9):1973-83.
35. Collignon O, Vandewalle G, Voss P, Albouy G, Charbonneau G, Lassonde M, et al. Functional specialization for auditory-spatial processing in the occipital cortex of congenitally blind humans. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2011;108(11):4435-40.
36. Nakazawa K. Brain Reorganization and Neural Plasticity in Elite Athletes With Physical Impairments. *Exerc Sport Sci Rev.* 2022;50(3):118-27.
37. Davis JK, Green JM. Caffeine and anaerobic performance: ergogenic value and mechanisms of action. *Sports Med.* 2009;39(10):813-32.
38. Ghahraman MA, Saeid F, and Tavanai E. A comprehensive review of the effects of caffeine on the auditory and vestibular systems. *Nutritional Neuroscience.* 2022;25(10):2181-94.
39. Kalmar JM, Cafarelli E. Effects of caffeine on neuromuscular function. *J Appl Physiol* (1985). 1999;87(2):801-8.
40. Doherty M, Smith PM. Effects of caffeine ingestion on rating of perceived exertion during and after exercise: a meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports.* 2005;15(2):69-78.
41. Higgins S, Straight CR, Lewis RD. The Effects of Preexercise Caffeinated Coffee Ingestion on Endurance Performance: An Evidence-Based Review. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2016;26(3):221-39.
42. Filip-Stachnik A, Krzysztofik M, Del Coso J, Pałka T, Sadowska-Krępa E. The Effect of Acute Caffeine Intake on Resistance Training Volume, Prooxidant-Antioxidant Balance and Muscle Damage Markers Following a Session of Full-Body Resistance Exercise in Resistance-Trained Men Habituated to Caffeine. *J Sports Sci Med.* 2023;22(3):436-46.
43. Beaumont RE, James LJ. Effect of a moderate caffeine dose on endurance cycle performance and thermoregulation during prolonged exercise in the heat. *J Sci Med Sport.* 2017;20(11):1024-8.
44. Southward K, Rutherford-Markwick KJ, Ali A. The Effect of Acute Caffeine Ingestion on Endurance Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2018;48(8):1913-28.
45. Temple JL, Bernard C, Lipshultz SE, Czachor JD, Westphal JA, Mestre MA. The Safety of Ingested Caffeine: A Comprehensive Review. *Front Psychiatry.* 2017;8:80.

46. Guest NS, VanDusseldorp TA, Nelson MT, Grgic J, Schoenfeld BJ, Jenkins NDM, et al. International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance. J Int Soc Sports Nutr. 2021;18(1):1.