Journal of Ilam University of Medical Sciences

P-ISSN: 1563-4728
E-ISSN: 2588-3135

Frequency and Association of SNP rs 8111989 in CKMM A/G Gene in Weightlifting Men with Non-Athlete Men

Fateme Hashemzade Ghodaneh[1], Mohammad Reza Batavani[2*], Mohsen Ghofrani[1]

[1] Dept of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Sistan and Baluchestan University, Zahedan, Iran
[2] Center of Physical Education, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

Article Info

Article type:
Research article

Article History:
Received: 03 January 2022
Revised: 03 May 2022
Accepted: 22 May 2022
Published Online: 31 July 2022

**** Correspondence to:***
Mohammad Reza Batavani
Center of Physical Education, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
Email:
batavani@iut.ac.ir

A B S T R A C T

Introduction: Genetic factors affect physical performance, exercise response, as well as elite athletic status; Therefore, the Aim Of The Present Study Was The Investigation Of The Frequency And Association Of SNP Rs 8111989 In CKMM A/G Gene In Weightlifting Men With Non-Athlete Men.

Material & Methods: In this descriptive study, the subjects were include of all (n=30) elite male weightlifters (league champions, members of national team, and the champions of Asian, world and Olympics) from Isfahan province, age: 21.77±7.11; Height: 179.87±6.98 and weight: 96.87±22.73 (mean±standard deviation) Which compared with 44 non-athletes with similar anthropometric (age, height and weight) characteristics. 4 cc saliva samples were collected from each subject and After DNA extraction, the allelic and genotypic prevalence of CKMM A/G gene was determined by PCR via RFLP and electrophoresis. Independent t-test, chi-square and logistic regression were used to analyze the data via the SPSS software version 20. Also the significance level was considered at P<0.05.
(Ethic code: 34524)

Findings: The results showed that the prevalence of AG genotype was significantly higher than AA and GG genotypes in weightlifting, non-athlete and total population groups (P<0.05). Also, there was no significant relationship between CKMM A/G genotype and weightlifting status and there was no significant difference between weightlifters and non-athletes (P>0.05).

Discussion & Conclusion: The results showed that the selected Iranian weightlifter, which belongs to the Caucasian race group, has potential genetics in endurance abilities as well as strength / power, likely.

Keywords: Single nucleotide polymorphism, Sport genomic, Elite male weightlifters, Non-athletes

➢ **How to cite this paper**

Hashemzade Ghodaneh F, Batavani MR, Ghofrani M. Frequency and Association of SNP rs 8111989 in CKMM A/G Gene in Weightlifting Men with Non-Athlete Men. Journal of Ilam University of Medical Sciences. 2022;30(3): 112-122.

© The Author(s)

Publisher: Ilam University of Medical Sciences

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15634728.1401.30.3.9.2]
[DOI: 10.52547/sjimu.30.3.112]

مجله دانشگاه علوم پزشکی ایلام
JIUMS
P-ISSN: ۱۵۶۳-۴۷۲۸
E-ISSN: ۲۵۸۸-۳۱۳۵

فراوانی و ارتباط SNP rs۸۱۱۱۹۸۹ در ژن CKMM A/G مردان وزنه‌بردار و مردان غیرورزشکار

فاطمه هاشم‌زاده گدنه[۱]، محمدرضا باتوانی[۲*]، محسن غفرانی[۱]

[۱] گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه سیستان بلوچستان، سیستان و بلوچستان، ایران
[۲] مرکز تربیت بدنی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۳
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۰۲/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۰۱
تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۵/۰۹

نویسنده مسئول:
محمد رضا باتوانی
مرکز تربیت بدنی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
Email: batavani@iut.ac.ir

چکیده

مقدمه: عوامل ژنتیکی بر عملکرد بدنی، پاسخ تمرین و همچنین وضعیت ورزشی نخبگان تأثیر می‌گذارند؛ بنابراین، تحقیق حاضر با هدف بررسی فراوانی و ارتباط SNP rs۸۱۱۱۹۸۹ در ژن CKMM A/G مردان وزنه‌بردار و مردان غیرورزشکار طراحی شد.

مواد و روش ها: در این مطالعهٔ تحلیلی_توصیفی، ۳۰ نفر از مردان بزرگ‌سال نخبهٔ وزنه‌بردار (شامل قهرمانان لیگ برتر، اردونشینان تیم ملی، قهرمانان آسیا، جهان و المپیک) استان اصفهان با میانگین سن ۷/۱۱±۲۱/۷۷، قد ۸۷/۹۸±۱۷۹/۶ و وزن ۲۲/۷۳±۹۶/۸۷ (انحراف استاندارد±میانگین) شرکت کردند که به‌صورت هدفمند، داوطلبانه و در دسترس انتخاب و با تعداد ۴۴ نفر از افراد غیرورزشکار با مشخصه‌های مشابه آنتروپومتریکی (سن، قد و وزن) مقایسه شدند. ۴ cc نمونهٔ بزاقی از همهٔ افراد شرکت‌کننده در این مطالعه جمع‌آوری گردید و پس از انجام مراحل استخراج DNA، با انجام PCR، شیوع آللی و ژنوتیپی ژن CKMM A/G از طریق روش RFLP و الکتروفورز تعیین شد. برای آزمون فرضیه‌های مربوطه از روش‌های تی مستقل، کای اسکوئر و همچنین رگرسیون لجستیک به کمک نرم‌افزار SPSS vol.20 استفاده گردید. سطح معنی‌داری نیز $P<0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که شیوع ژنوتیپ AG به‌طور معنی‌داری، بالاتر از ژنوتیپ‌های AA و GG در گروه‌های وزنه‌بردار، غیرورزشکار و مجموع جمعیت پژوهش بود ($P<0.05$)؛ همچنین چگونگی توزیع ژنوتیپ CKMM A/G با وضعیت وزنه‌برداری ارتباط معناداری نداشت و میان گروه‌های وزنه‌بردار و غیرورزشکاران نیز تفاوت معنی‌داری یافت نشد ($P>0.05$).

بحث و نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج مطالعه، جامعهٔ وزنه‌بردار ایرانی منتخب که در گروه نژاد قفقازی قرار می‌گیرند، احتمالاً ژنتیک بالقوه‌ای در اجرای قابلیت‌های استقامتی و نیز قدرتی/ توانی دارند.

واژه‌های کلیدی: چندشکلی تک‌نوکلئوتیدی، وزنه‌برداران نخبه، ژنومیک ورزشی، غیرورزشکاران

استناد: هاشم زاده گدنه، فاطمه؛ باتوانی، محمدرضا؛ غفرانی، محسن. فراوانی و ارتباط SNP rs۸۱۱۱۹۸۹ در ژن CKMM A/G مردان وزنه‌بردار و مردان غیرورزشکار. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی ایلام، شهریور ۱۴۰۱؛۳۰(۳): ۱۲۲-۱۱۲.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.15634728.1401.30.3.9.2]
[DOI: 10.52547/sjimu.30.3.112]

مجله دانشگاه علوم پزشکی ایلام / شهریور ۱۴۰۱، دوره ۳۰، شماره ۳، ۱۲۲-۱۱۲

مقدمه

مدیریت استعدادها در ورزش به افزایش احتمال موفقیت در ورزش قهرمانی منجر می‌شود و موقعیتی را فراهم می‌کند که افراد مستعد به بالاترین سطح عملکرد خود دست پیدا کنند (۱). به‌نظر می‌رسد برخی از ورزشکاران استعداد فوق‌العاده‌ای دارند و حتی پیش از شرکت در برنامه‌های تمرینی، سطوح عملکرد فوق‌العاده‌ای را نشان می‌دهند (۲). با وجود این، استعدادیابی یکی از چالش‌های اصلی ورزش است و شناسایی استعداد یک فرایند پیچیده و چندبعدی است. افرادی که متناسب با استعداد خود، وارد یک رشتهٔ ورزشی می‌شوند، به‌سرعت می‌توانند پله‌های ترقی را طی کنند. برای رسیدن به جایگاه نخبگان، یک ورزشکار بسته به خصیصه‌های ژنتیکی، باید ویژگی‌های خاصی نیز داشته باشد (۳).

افراد مستعد ژنتیکی ممکن است از کودکی تشخیص داده شوند و تمرینات دستگاه ریوی، قلبی- عروقی و عضلانی را در ابتدای یک سن حیاتی شروع کنند. چندشکلی‌های تک‌نوکلئوتیدی (SNP) روی DNA قرار دارند که می‌توانند میان افراد متفاوت باشند و گواه آن باشند که چرا برخی از افراد واکنش متفاوتی نسبت به محرک خاصی ازجمله تمرینات ورزشی دارند (۴). SNP به تغییری گفته می‌شود که در آن یک تک‌نوکلئوتید در توالی ژنوم میان اعضای یک گونهٔ بیولوژیکی یا میان جفت کروموزوم‌های یک موجود رخ می‌دهد. با توجه به دورشته‌ای بودن DNA و مکمل بودن دو رشته، هرگونه جابجایی در یک‌رشته، تغییری در رشتهٔ دیگر و بازهای مکمل ایجاد خواهد کرد (۵). منبع انرژی برای فعالیت عضلات یکی از عواملی است که عملکرد بدنی انسان را تعیین می‌کند؛ بنابراین، شناسایی نشانگرهای ژنتیکی تعیین‌کنندهٔ بهره‌وری از مسیر رزین سنتز ری‌فسفوریلاسیون آدنوزین‌تری‌فسفات در علم ژنتیک اولویت دارد. چندشکلی تک‌نوکلئوتیدی ژن CKMM, rs8111989A>G با میزان اثرگذاری نامشخص در سطح رشته‌های میوزین واقع‌شده است و با تنظیم مراحل تنش و ریلکسیشن، میزان انقباض عضلات را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ همچنین CKMM به همراه ایزوفرم کراتین فسفوکیناز میتوکندری در حمل‌ونقل انرژی به پروتئین‌های انقباض عضلات دخیل است (۶). آلل CKM/G با وضعیت ورزشکار قدرت مرتبط است، درحالی‌که آلل CKM/A به‌طور چشمگیری، بیش‌ازحد در ورزشکاران استقامتی نشان داده‌شده است (۷). در حین انجام تمرینات بدنی، آدنوزین دی فسفات (ADP) در عضلاتِ منقبض‌شده، باعث تحریک سازوکار کراتین کیناز از رزین و سنتز ATP بی‌هوازی می‌شود که سبب ایجاد بین کراتین فسفات و ADP خواهد شد. این واکنش توسط ایزوفرم عضلانی کراتین کیناز، یکی از آنزیم‌های اصلی تأمین انرژی برای عملکرد عضلات، کاتالیز می‌گردد (۳). نشان داده‌شده است، موش‌های با CKM ممتاز، عملکرد هوازی بالا و خستگی‌پذیری پایین‌تر پس از فعالیت بدنی طولانی‌مدت داشتند (۸). از سوی دیگر، تارهای نوع I عضلانی فعالیت CKMM کمتری نسبت به تارهای نوع II عضلانی دارند که می‌تواند مزیتی برای ورزش‌های استقامتی باشد. چندشکلی‌های تک‌نوکلئوتیدی ژن A/G CKM rs8111989 در ۳'- UTR نشان داد که با عملکرد ورزشی وابستگی دارد. در مطالعهٔ ۱۶۰ پدر و مادر قفقازی و ۸۰ زادوولد بالغ مطالعهٔ خانوادگی HERITAGE عملکرد هوازی با ژنوتیپ CKM مرتبط بود (۹). یک پاسخ vO2max معنی‌دار پایین‌تر در پاسخ به برنامهٔ تمرین استقامتی در پدر و مادر و فرزندان با ژنوتیپ CKM GG کشف گردید. مطالعهٔ ۱۰۲ مرد داوطلب از شمال چین، وابستگی معنی‌داری را میان چندریختی ژن A/G CKM و پاسخ دویدن اقتصادی به تمرین استقامتی نشان داد (۱۰). نتایج مطالعهٔ کنترل موردی ۳۸۴ ورزشکار روسی و ۱۱۱۶ غیر ورزشکار گروه کنترل نشان داد که حامل‌های ژنوتیپ AA و آلل CKM/A در ورزشکاران استقامتی، فراوان‌تر از گروه کنترل بود، درحالی‌که ژنوتیپ GG در وزنه‌برداران در مقایسه با آزمودنی‌های تحت کنترل

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15634728.1401.30.3.9.2]
[DOI: 10.52547/sjimu.30.3.112]

برتر بود. علاوه بر این، ژنوتیپ CKM/AA با میزان بالاتر vO2max در گروه پاروزنان ارتباط داشت (۱۱)؛ همچنین فدوتوفسکایا و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که فراوانی آلل CKM/G به‌طور معناداری در گروه ترکیب‌شدهٔ رزمی‌کاران لهستانی و روسی (با جزء توانی برجستهٔ عملکرد ورزشی)، در مقایسه با گروه کنترل بالاتر بود (۷).

استعدادیابی ژنتیکی یکی از مسیرهای علمی برای رسیدن به این هدف بزرگ ورزش است (۱۲). با توجه به اینکه وزنه‌برداری از رشته‌های مهم کشور در رویداد المپیک است و با توجه به اینکه در داخل کشور هیچ مطالعه‌ای به بررسی ارتباط پلی‌مورفیسم ژن CKMM با شاخص‌های قدرت و توان در میان ورزشکاران وزنه‌برداران نخبه نپرداخته و استعدادیابی بر اساس ژنتیک امری منطقه‌ای است؛ بنابراین، این تحقیق با هدف بررسی فراوانی و ارتباط rs۸۱۱۱۹۸۹ SNP در ژن CKM مردان وزنه‌بردار با مردان غیرورزشکار شهر اصفهان انجام گردید.

مواد و روش ها

مطالعهٔ حاضر که از نوع تحلیلی_توصیفی و پس‌رویدادی است، برای مقایسهٔ فراوانی ژنوتیپ‌ها در گروه ورزشکاران نخبه با گروه کنترل (غیرورزشکاران) طراحی شد. این تحقیق با رعایت اصول و ضوابط اخلاق در پژوهش انجام گردید و از سوی شورای پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکدهٔ علوم تربیتی و روان‌شناسی و گروه علوم ورزشی دانشگاه سیستان و بلوچستان به‌عنوان پایان‌نامهٔ مقطع کارشناسی ارشد با شمارهٔ ۳۴۵۲۴، در سامانهٔ آموزشی- پژوهشی دانشگاه ثبت‌شده است. جامعهٔ آماری پژوهش حاضر شامل مردان وزنه‌بردار نخبه (شامل همهٔ قهرمانان لیگ برتر و همچنین اردونشینان تیم ملی، قهرمانان آسیا، جهان و المپیک) با دامنهٔ سنی ۱۶ سال به بالا در استان اصفهان در سال ۱۳۹۹ بودند که طی استعلام کتبی از ادارهٔ کل ورزش و جوانان استان اصفهان معرفی گردیدند و با توجه به محدودیت حجم جامعه، نمونه‌های آماری همهٔ حجم جامعه را شامل شدند. انتخاب محل جغرافیایی آزمودنی‌ها به این علت بود که برای حذف عامل اقلیم که در مباحث ژنتیکی می‌تواند مؤثر عمل کند، یک منطقه باید انتخاب می‌شد که با توجه به سهولت دسترسی، استان اصفهان انتخاب گردید؛ همچنین وجود رابطهٔ خانوادگی میان نفرات نیز بررسی شد و از میان دو نفری که نسبت خانوادگی داشتند، یک نفر (با اولویت کسب مدال بالاتر) در بررسی حفظ و فرد دیگر از بررسی خارج گردید. برای مقایسه، تعدادی از افراد سالم غیرورزشکار (۴۴ نفر) بدون شرکت منظم در فعالیت‌ها و تمرینات بدنی در زندگی خود (بر اساس پرسش‌نامهٔ سنجش میزان آمادگی برای فعالیت بدنی/ PAR-Q) که ویژگی‌های مشابه سن، قد، اقلیم و وزن مشابه داشتند، به‌عنوان گروه کنترل در نظر گرفته شدند. همهٔ نمونه‌ها به‌صورت هدفمند انتخاب گردیدند. ویژگی‌های آزمودنی‌ها در جدول شمارهٔ ۱ ارائه‌شده است.

علاوه بر جنسیت، نداشتن رابطهٔ خانوادگی یا ابتلا یا سابقهٔ بیماری خاص نمونه‌ها نیز ازجمله معیارهای ورود به این پژوهش بود. با پر کردن برگه‌های اطلاعات فردی، سوابق پزشکی، ورزشی و امضای رضایت‌نامه، از آزمودنی‌ها برای انجام نمونه‌گیری دعوت به‌عمل آمد.

محل تمرین قهرمانان وزنه‌برداری در سه شهر اصفهان، سده لنجان و نجف‌آباد حضور یافتند و با رعایت دستورالعمل‌های بهداشتی، نمونه‌های بزاقی از قهرمانان دریافت شد. نمونه‌های گروه کنترل نیز از میان همهٔ داوطلبان مرد مراجعه‌کننده به آزمایشگاه تشخیصی مهدیه (عج‌الله) استان اصفهان انتخاب گردیدند.

پیش از انجام نمونه‌گیری، از آزمودنی‌ها خواسته شد تا مسواک بزنند و به مدت یک ساعت از خوردن، آشامیدن، سیگار کشیدن و جویدن آدامس خودداری کنند؛ سپس از هر آزمودنی cc ۴ نمونه بزاق بدون کف در یک فالکون استریل ۱۵ میلی‌لیتری جمع‌آوری و در دمای ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد برای انجام مراحل بعدی نگهداری شد.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.15634728.1401.30.3.9.2]
[DOI: 10.52547/sjimu.30.3.112]

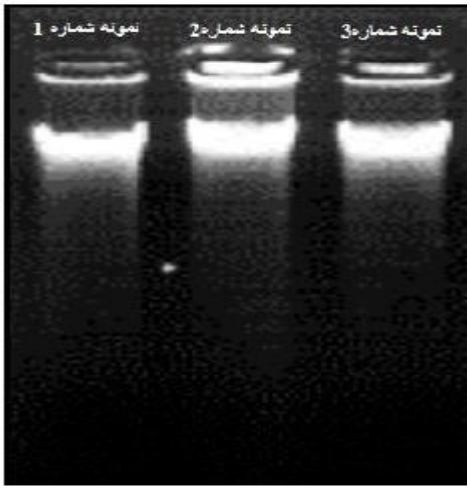
مجله دانشگاه علوم پزشکی ایلام / شهریور ۱۴۰۱، دوره ۳۰، شماره ۳، ۱۲۲-۱۱۲

جدول شمارهٔ ۱. مقایسهٔ پراکندگی سن، وزن و قد افراد بررسی‌شده در مطالعه

گروه	فراوانی	میانگین وزن (کیلوگرم)	میانگین قد (سانتی‌متر)	میانگین سن (سال)
وزنه‌بردار	۳۰	۹۶/۸۷±۲۲/۷۳	۱۷۹/۸۷±۶/۹۸	۲۱/۷۷ ±۷/۱۱
غیرورزشکاران	۴۴	۸۹/۹۳±۷/۲۵	۱۷۷/۵۹± ۶/۱۵	۲۲/۴۱±۲/۶۳
نتایج آزمون‌های مقایسه‌ای آماری برای مقادیر عددی سن، قد و وزن گروه‌های مختلف		t=1.892 P=0.063	t=1.479 P=0.144	t =0.548 P=0.585

استخراج DNA: برای استخراج DNA، پس از ذوب شدن نمونه بزاق، ۱/۵ میلی‌لیتر آن روی یخ قرار گرفت و به آن ۰/۵ میلی‌لیتر PBS سرد اضافه گردید تا خوب مخلوط شود. میکروتیوب حاوی نمونه در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد با دور ۸۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ گردید و محلول رویی دور ریخته و با پیپتاژ کاملاً مخلوط شد. به مخلوط حاصل ۵۰ میکرولیتر بافر اضافه گردید و به مدت ۳۰ ثانیه ورتکس شد. میزان ۵ میکرولیتر از آنزیم پروتئیناز K به هر میکروتیوب اضافه و کاملاً مخلوط گردید.

مخلوط به‌دست‌آمده در بن‌ماری ۵۵ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت یک تا دو ساعت انکوبه شد و به مدت ۳۰ ثانیه ورتکس گردید تا مخلوط شیری‌رنگ به‌دست آمد. میکروتیوب در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه در دور ۱۰۰۰۰ سانتریفوژ گردید. محلول رویی به میکروتیوب ۲ میلی‌لیتری جدید منتقل و سپس روی یخ قرار داده شد. به هر میکروتیوب ۱ میلی‌لیتر ایزوپروپانول سرد اضافه گردید. هر میکروتیوب به‌آرامی ده مرتبه سروته شد تا کلاف رشته‌ای سفیدرنگ DNA مشاهده گردید. نمونه در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۱۰۰۰۰ سانتریفوژ شد و محلول رویی دور ریخته و رسوب DNA حاصل با ۵۰۰ میکرولیتر اتانول ۷۰ درصد شستشو داده شد؛ سپس اتانول ۷۰ درصد کامل خارج گردید و رسوب DNA به مدت ۵ الی ۱۰ دقیقه در دمای اتاق انکوبه شد تا خشک شود؛ سپس DNA در مقدار دلخواه از آب یا بافر TE حل گردید. غلظت DNA استخراج‌شده بین ng/µl ۴۴۰ تا ۱۳۰ و نسبت جذب ۲۶۰ نانومتر به ۲۸۰ نانومتر نمونه‌ها بین ۱/۸ تا ۱/۹۶ بود (شکل شمارهٔ ۱).



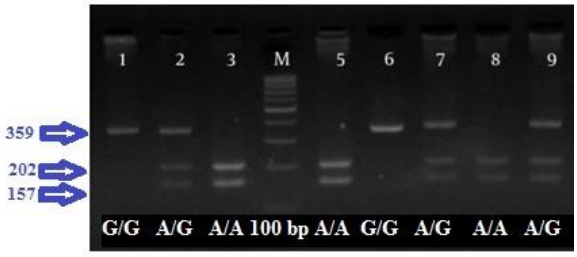
شکل شمارهٔ ۱. نتایج مربوط به استخراج DNA ژنومی از سلول‌های بزاقی انسانی روی ژل آگارز ۱ درصد، تعداد ۳ نمونه (تیپیک)

واکنش PCR در حجم ۱۰ محلول بافر PCR، شامل ۰/۲ میلی مولار Deoxynucleotide (dNTP) triphosphates، ۵ پیکومول از هریک از پرایمرهای 5´_GGGATGCTCAG ACTCACAGA_3 و Antisense با توالی 5´_AACTTGAATTT AGCCCAACG_3´، ۱/۵ میلی مولار ترکیب MgCl2، ۰/۵ واحد آنزیم پلیمراز Taq DNA و ۲/۵ میکرولیتر بافر X ۱۰ انجام شد. واکنشPCR با به‌کارگیری برنامهٔ چرخشی شامل دناتوراسیون اولیه در دمای ۹۴ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه که با ۳۵ چرخهٔ دناتوراسیون در دمای ۹۴ درجهٔ سانتی‌گراد برای ۳۰ ثانیه، جفت شدن در دمای ۵۶ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۴۵ ثانیه، پلیمرایزسیون در دمای ۷۲ درجهٔ سانتی‌گراد برای ۱ دقیقه و دمای استخراج نهایی در ۷۲ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۷ دقیقه صورت پذیرفت؛ سپس

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.15634728.1401.30.3.9.2]
[DOI: 10.52547/sjimu.30.3.112]

محصولات PCR روی ژل آگارز ۱/۵ درصد قرار گرفت و الکتروفورز گردید.

درصورتی‌که آلل نمونهٔ ما A باشد، محصول ۳۵۹ نوکلئوتیدی PCR را به دو قطعهٔ ۲۰۲ و ۱۵۷ نوکلئوتیدی برش می‌دهد؛ بنابراین، پس از تیمار محصول PCR با آنزیم، در صورت وجود ژنوتیپ G/G، تنها ۱ باند ۳۵۹ نوکلئوتیدی در ژل دیده می‌شود، در صورت وجود ژنوتیپ A/A، دو باند ۲۰۲ و ۱۵۷ نوکلئوتیدی مشاهده می‌گردد و در صورت وجود ژنوتیپ A/G، ۳ باند ۳۵۹، ۲۰۲ و ۱۵۷ نوکلئوتیدی دیده می‌شود. در شکل شمارهٔ ۲ هر سه ژنوتیپ در کنار هم روی ژل نمایش داده شده‌اند.



شکل شمارهٔ ۲. نمایندهٔ یک الکتروفورز ژل آگارز محصولات جزئی PCR از ژن CK-MM. چاهک‌های ۱ و ۶ نشان‌دهندهٔ ژنوتیپ GG، چاهک‌های ۳، ۵ و ۸ نشان‌دهندهٔ ژنوتیپ AA، چاهک‌های ۲، ۷ و ۹ نشان‌دهندهٔ ژنوتیپ AG و M لدر (100 bp) است.

برای آزمون فرضیه‌های مربوطه از روش‌های آزمون تی مستقل، کای اسکوئر و همچنین رگرسیون لجستیک به کمک نرم‌افزار SPSS vol.20 استفاده گردید و سطح معناداری نیز $P\leq0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته ها

نتایج شیوع آللیک و ارتباط وضعیت آللی با وضعیت وزنه‌برداری در جدول شمارهٔ ۲ نشان داده‌شده است.

نتایج نشان داد، شیوع آلل A هم در گروه وزنه‌بردار (۶۵ درصد) و هم در گروه غیرورزشکار (۶۴/۸ درصد) و نهایتاً در کل جمعیت پژوهش (۶۴/۹ درصد) بالاتر بود. نتایج آزمون رگرسیون لجستیک نشان داد که هیچ‌یک از آلل‌های چندشکلی Ins/Del ژن CKMM با استعداد در وزنه‌برداری، به لحاظ آماری ارتباط معناداری نداشت (OR=1.059 ؛P=0.183).

چگونگی توزیع ژنوتیپ AG ژن CKMM در گروه‌های وزنه‌بردار و غیرورزشکار و همچنین مقایسهٔ چگونگی این توزیع میان گروه‌ها در جدول شمارهٔ ۳ آورده شده است (جدول شمارهٔ ۳).

نتایج بررسی توزیع ژنوتیپینگ نشان می‌دهد، ژنوتیپ A/G در گروه وزنه‌برداران (۵۶/۷ درصد) شایع‌ترین بود و همچنین نتایج آزمون کای مربع نشان داد که اختلاف معنی‌داری در توزیع ژنوتیپینگ CKMM A/G در گروه وزنه‌برداران وجود داشت (P<0.05 ؛$\chi2$=11.40). نتایج بررسی توزیع ژنوتیپینگ نشان می‌دهد، ژنوتیپ A/G در گروه غیرورزشکاران (۵۲/۳ درصد) نیز شایع‌ترین بود و همچنین نتایج آزمون کای مربع نشان داد که اختلاف معناداری در توزیع ژنوتیپینگ CKMM A/G در گروه غیرورزشکاران وجود داشت (P<0.05 ؛$\chi2$=12.86).

جدول شماره ۲. فراوانی آللی چندشکلی A/G ژن CKMM در دو گروه غیرورزشکار و وزنه‌بردار و ارتباط آن با وضعیت وزنه‌برداری

گروه	آلل‌های A/G ژن CKMM تعداد (درصد)		
	G	A	مجموع
غیرورزشکار	۳۱ (۳۵/۲)	۵۷ (۶۴/۸)	۸۸ (۱۰۰)
وزنه‌بردار	۲۱ (۳۵)	۳۹ (۶۵)	۶۰ (۱۰۰/۰)
جمع	۵۲ (۳۵/۱)	۹۶ (۶۴/۹)	۱۴۸ (۱۰۰/۰)
سطح معناداری	نسبت شانس (OR) (گروه رفرنس غیرورزشکار است)		سطح معناداری ۹۵ درصد
۰/۱۸۳	۱/۰۵۹		بالا / پایین
			۲/۷۳۷ / ۰/۴۱۰

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.15634728.1401.30.3.9.2]
[DOI: 10.52547/sjimu.30.3.112]

مجله دانشگاه علوم پزشکی ایلام / شهریور ۱۴۰۱، دوره ۳۰، شماره ۳، ۱۲۲-۱۱۲

جدول شمارهٔ ۳. چگونگی توزیع چندشکلی A/G ژن CKMM در گروه‌های وزنه‌بردار و غیرورزشکار و مقایسهٔ چگونگی این توزیع میان گروه‌ها

گروه	ژنوتیپ	تعداد	درصد	تعداد مورد انتظار	تعداد باقی‌مانده	توزیع خی ۲	سطح معناداری	درجهٔ آزادی
وزنه‌بردار	AA	۱۱	۳۶/۷	۱۰	۱			
	AG	۱۷	۵۶/۷	۱۰	۷	۱۱/۴۰۰	۰/۰۰۳	۲
	GG	۲	۶/۷	۱۰	−۸			
غیرورزشکار	AA	۱۷	۳۸/۶	۱۴/۷	۲/۳			
	AG	۲۳	۵۲/۳	۱۴/۷	۸/۳	۱۲/۸۶۴	۰/۰۰۲	۲
	GG	۴	۹/۱	۱۴/۷	−۱۰/۷			
مقایسهٔ چگونگی توزیع ژنوتیپی گروه‌های وزنه‌بردار و غیرورزشکار						۹/۴۷	۰/۳۹	۲

جدول شمارهٔ ٤. ارتباط ژنوتیپی چندشکلی T/C ژن CKMM با استعداد در وزنه‌برداری

گروه*	ژنوتیپ	Sig	نسبت شانس (OR)	سطح معناداری ۹۵ درصد	
				بالا	پائین
وزنه‌برداران	GG	۰/۴۲۳	۰/۳۹۱	۸/۳۰۶	۰/۲۰۲
	AG	۰/۷۸۶	۰/۲۵۸	۹/۰۲۸	۰/۲۴۲
	AA	۰/۶۷۲	۰/۶۹۳	۰	۰

گروه رفرنس غیرورزشکار است.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها نشان داد که میان فراوانی ژنوتیپ‌های گوناگون ژن CKMM در گروه وزنه‌بردار با گروه غیرورزشکار تفاوت معناداری وجود نداشت ($P>0.05$ ،$\chi2=9.45$).

نتایج بررسی ارتباط چگونگی توزیع ژنوتیپ مختلف مارکر CKMM rs۸۱۱۱۹۸۹ با وضعیت نخبگی در وزنه‌برداری، در جدول شمارهٔ ۴ آمده است.

نتایج نشان داد، هیچ‌یک از ژنوتیپ‌های چندشکلی تک‌نوکلئوتیدی CKMM rs ۸۱۱۱۹۸۹ A/G با وضعیت نخبگی در وزنه‌برداران منتخب ارتباط معنی‌داری نداشت ($P>0.05$).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد، ژنوتیپ A/G در گروه وزنه‌برداران (۵۶/۷ درصد) به‌طور معنی‌داری شایع‌ترین بود. نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق همسو با نتایج خالدی و همکاران (۱۳۹۳)، باتوانی و همکاران (۲۰۱۷) و کوکی و همکاران (۲۰۱۸) است (۱۳، ۶، ۵). خالدی و همکاران (۱۳۹۴) در بررسی ۱۰۰ ورزشکار نخبهٔ ایرانی از رشته‌های ورزشی المپیکی و مسابقات جهانی، شیوع بالاتر ژنوتیپ AG (۵۷ درصد) را نسبت به ژنوتیپ‌های AA (۲۴ درصد) و GG (۲۰ درصد) گزارش کردند (۵). باتوانی و همکاران (۲۰۱۷) نیز در بررسی ۸۶ کاراته‌کای نخبهٔ ایرانی، شیوع بالاتر ژنوتیپ AG (۵۶/۹ درصد) را نسبت به ژنوتیپ‌های AA (۳۱/۳ درصد) و GG (۱۱/۶ درصد) اعلام نمودند؛ همچنین در بررسی آنان، شیوع بالاتر ژنوتیپ AG (۴۳ درصد) نسبت به ژنوتیپ‌های AA (۳۲/۵ درصد) و GG (۲۴/۴ درصد) در ۸۶ کاراته‌کای غیرحرفه‌ای نیز گزارش‌شده است (۶). کوکی و همکاران نیز در بررسی ۱۱۳ ورزشکار مرد نخبهٔ موتورسوار، رزمی‌کاران و فوتبالیست‌های ایتالیایی از نژاد قفقازی، شیوع ژنوتیپ AG (۶۶/۷ درصد)، GG (۱۹ درصد) و AA (۱۴/۳ درصد) را در موتورسواران، AG (۶۲/۲ درصد)، GG (۲۴/۳ درصد) و AA (۱۳/۵ درصد) را در رزمی‌کاران و AG (۴۰ درصد)، GG (۲۳/۶ درصد) و AA (۳۶/۴ درصد) را در فوتبالیست‌ها گزارش کردند (۱۳).

نتایج مطالعات کنترل موردی ۳۸۴ ورزشکار روسی،

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15634728.1401.30.3.9.2]
[DOI: 10.52547/sjimu.30.3.112]

وایورت و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی ۱۷۵ دنده استقامتی‌کار نخبهٔ ژاپنی، هی و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی ۳۵ ورزشکار استقامتی‌کار چینی، ایدر و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی ۲۲۰ پرتابگر استقامتی و سرعتی روسی و لهستانی و گریلی و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی ۱۹۶ ورزشکار استقامتی کار آمریکایی، شیوع ژنوتیپ AA را بیش از سایر ژنوتیپ‌ها گزارش نمودند که با نتایج این مطالعه مغایرت دارند (۱۷-۱۴، ۲)؛ همچنین فدوتوفسکایا و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که فراوانی آلل CKMM G به‌طور معناداری در گروه ترکیب‌شدهٔ رزمی‌کاران لهستانی و روسی (با جزء توانی برجستهٔ عملکرد ورزشی) بالاتر بود (۷). احتمالاً علت نتایج ناهمسوی تحقیقات وایورت و همکاران (۲۰۱۶)، هی و همکاران (۲۰۱۶)، ایدر و همکاران (۲۰۱۵) و گریلی و همکاران (۲۰۱۵) با نتایج مطالعهٔ حاضر آن است که نمونه‌های آنان را ورزشکاران استقامتی کار تشکیل داده‌اند، درحالی‌که آزمودنی‌های بررسی حاضر وزنه‌بردارانی با ویژگی‌های توانی/ قدرتی بودند. مطالعهٔ لهستانی نیز ورزشکارانی با ویژگی بالای توانی را بررسی کرده است. وزنه‌برداری رشته‌ای متکی بر قدرت و توان عضلانی است که ساختار اصلی تمرینات آن، اجرای مکرر حرکات استقامتی و با شدت بالا است و به‌طورکلی، ورزشکاران رشته‌های سنگین به نسبت سایر ورزشکاران، به میزان بسیار بیشتری بر قدرت و توان متکی هستند و ورزشکاران توانی به تارهای تند انقباض برای سرعت انفجاری اتکا دارند (۱۸). ایزوفرم عضلهٔ کراتین کیناز، آنزیم کلیدی برای تأمین انرژی عضله است. در عضلات انقباضی تشکیل ADP، سازوکار کراتین کیناز بازسازی ATP را به‌صورت بی‌هوازی تحریک می‌کند که ریفسفوریلاسیون میان کراتین فسفات و ADP را منجر می‌شود. CKMM به‌وسیلهٔ ژن CKMM کد می‌گردد و چندشکلی‌های تک‌نوکلئوتیدی ژن rs۸۱۱۱۹۸۹A/G CKMM در 3'- UTR نشان داد که با عملکرد ورزشی وابستگی دارد، به‌طوری‌که موش‌هایی با CKMM ممتاز، عملکرد هوازی بالا و خستگی‌پذیری پایین‌تر پس از فعالیت بدنی طولانی‌مدت داشته‌اند (۱۳). نتایج نشان داد که ارتباط مثبتی میان ورزشکاران نخبهٔ وزنه‌برداری ایرانی با ژنوتیپ CKMM AG وجود دارد و فراوانی بالاتر آن نسبت به ژنوتیپ‌های AA نشان‌دهندهٔ اهمیت توان بی‌هوازی در آنان نیز هست و احتمالاً به عملکردهای استقامتی و قدرتی/ توانی موردنیاز در این رشته مربوط می‌شود.

نتایج همچنین نشان داد، ژنوتیپ AG در گروه غیرورزشکاران (۵۲/۳ درصد) به‌طور معنی‌داری شایع‌ترین بود. نتایج به‌دست‌آمده همسو با نتایج خالدی و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی دانشجویان داوطلب دورهٔ کارشناسی (دامنهٔ سنی ۱۸ تا ۳۵ سال) دانشگاه خوارزمی، باتوانی و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی مردان و زنان سالم غیرورزشکار استان اصفهان و ایدر و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی ۱۱۷۰ نفر روس در گروه کنترل خود با شیوع ژنوتیپ AG (۴۴ درصد) بود (۱۶، ۶، ۵). ناهمسو با نتایج تحقیق حاضر، وایورت و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی ۶۴۹ نفر ژاپنی، هی و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی ۴۴۱ نفر چینی، ایدر و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی ۶۸۴ نفر لهستانی و گریلی و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی ۱۱۳ نفر آمریکایی، در گروه کنترل خود ژنوتیپ AA را بیش از سایر ژنوتیپ‌ها گزارش کردند (۱۷-۱۴). احتمالاً تفاوت در اقلیم‌ها و نژاد، جنسیت و سن آزمودنی‌ها در تحقیقات مختلف بررسی‌شده، ازجمله علل احتمالی تفاوت نتایج به‌دست‌آمده در تحقیقات بیان‌شده در بالا باشد.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها نشان داد که میان فراوانی ژنوتیپ‌های گوناگون ژن CKMM در گروه‌های وزنه‌بردار و غیرورزشکار تفاوت معناداری وجود نداشت؛ همچنین آزمون رگرسیون لجستیک نشان داد که هیچ‌یک از ژنوتیپ‌های چندشکلی A/G ژن CKMM با استعداد در وزنه‌برداری، به لحاظ آماری ارتباط معنی‌داری ندارد. نتایج به‌دست‌آمده همسو با نتایج خالدی و همکاران

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.15634728.1401.30.3.9.2]
[DOI: 10.52547/sjimu.30.3.112]

مجله دانشگاه علوم پزشکی ایلام / شهریور ۱۴۰۱، دوره ۳۰، شماره ۳، ۱۲۲-۱۱۲

(۱۳۹۳) در بررسی ورزشکاران نخبهٔ ایرانی در رشته‌های ورزشی المپیکی و مسابقات جهانی، باتوانی و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی کاراته‌کاران نخبهٔ ایرانی و آزمودنی‌های سالم غیرورزشکار، وایورت و همکاران (۲۰۱۶)، هی و همکاران (۲۰۱۶)، ایدر و همکاران (۲۰۱۵) و گریلی و همکاران (۲۰۱۵) بود (۱۷-۱۴، ۶، ۵). ناهمسو با نتایج بررسی حاضر، یافته‌های مطالعهٔ کنترل موردی ۳۸۴ ورزشکار روسی و ۱۱۱۶ غیرورزشکار گروه کنترل نشان داد که حامل‌های ژنوتیپ AA و آلل A CKMM در ورزشکاران استقامتی‌کار فراوان‌تر از گروه کنترل بود؛ همچنین فدوتوفسکایا و همکاران (۲۰۱۳) نیز گزارش کردند که فراوانی آلل CKMM G به‌طور معناداری در گروه ترکیب‌شدهٔ رزمی‌کاران لهستانی و روسی (با جزء توانی برجستهٔ عملکرد ورزشی)، در مقایسه با گروه کنترل بالاتر بود (۷)؛ همچنین در مطالعه‌ای که ریورا و همکارانش در سال ۱۹۹۷ در جمعیتی با قومیت‌های مختلف آمریکایی، کانادایی، آلمانی، اروپای غربی و آفریقای جنوبی و در دو گروه زبدهٔ استقامتی با VO2maxبالا و گروه کنترل VO2max پایین انجام دادند، ارتباط میان وضعیت نخبگی ورزشکاران استقامتی و پلی‌مورفیسم ژن CKMM A/G مشاهده نشد (۹). از سویی، با توجه به نتایج بررسی ژنوتیپ CKMM A/G در گروه غیرورزشکاران به‌نظر می‌رسد که جمعیت منتخب ایرانی به‌طورکلی، ژنوتیپ مناسب رشتهٔ وزنه‌برداری در خصوص ژن CKMM دارد و همین عامل موجب نبودِ تفاوت معنادار در چگونگی توزیع ژنوتیپ ژن CKMM A/G در میان گروه‌های غیرورزشکار و وزنه‌بردار و احتمالاً ارتباط نداشتن ژنوتیپ CKMM A/G با استعداد در این رشته باشد. علت احتمالی دیگر ممکن است به این سبب باشد که مهارت در اجرای حرکات یک‌ضرب و دوضرب نیز می‌تواند از علل موفقیت وزنه‌برداران در رشتهٔ وزنه‌برداری باشد. مسئلهٔ ارتباط چندشکلی CKMM A/G با توانایی ورزشی بسیار پیچیده است. احتمالاً با توجه به نیازهای فنی و مهارتی، نخبه شدن در وزنه‌برداری به عوامل مختلف دیگری همچون آموزش فنی و عامل‌های فیزیولوژیکی مانند توان عضلانی و... نیز وابسته است؛ به‌عنوان‌مثال، علاوه بر اینکه قدرت بدنی در موفقیت وزنه‌برداران نقش مهمی خواهد داشت، موفقیت در وزنه‌برداری به توانایی‌های (عضلانی) پرتابی بدن (قدرت انفجاری) و به اجرای سریع حرکات نیز وابسته است (۱۹).

احتمالاً مهم‌ترین محدودیت مطالعات ژنتیک تعداد شرکت‌کنندگان است، به‌ویژه هنگامی‌که به ورزشکاران نخبه رجوع شود. پیشنهاد می‌گردد مطالعه‌ای با تعداد بالاتر آزمودنی و جنسیت و اقلیم‌های دیگر نیز صورت گیرد. هنوز حجم جالب و امیدوارکنندهٔ تحقیقات ژنتیک ورزشی نیز وجود دارد که چگونگی ارتباط ژن‌ها با ژن‌های دیگری را شامل می‌شود که تعدیل‌کنندهٔ پاسخ‌های ورزشی و یا تعدیل‌کنندهٔ فنوتیپی است که با عملکرد مرتبط است. ژن‌ها جدا از هم عمل نمی‌کنند، در عوض، مجموعه تعاملاتی که از طریق ژن‌های بسیار تعدیل‌کنندهٔ فنوتیپی وجود دارد، برخی از پلی‌مورفیسم‌ها ممکن است به‌تنهایی تأثیر مثبتی بر عملکرد ورزشی نداشته باشند، اما حضور پلی‌مورفیسم‌های دیگر از طریق تعاملات ژن به ژن ممکن است تأثیر آن بر فنوتیپ را افزایش دهند، به‌طوری‌که نه یک پلی‌مورفیسم واحد، بلکه ترکیبی از چند پلی‌مورفیسم خاص ممکن است به‌طور بالقوه برای بعضی از فنوتیپ‌های مرتبط با عملکرد مفید باشد. بررسی چندین پلی‌مورفیسم مرتبط تحت عنوان نمرهٔ ژنتیکی (TGS) دیگر پیشنهاد کاربردی تحقیقات آینده است.

بررسی وضعیت ژنتیکی نژادهای گوناگون در ژن‌های مرتبط با سلامتی و عملکرد جسمانی یکی از ابزارهای نوین مطالعهٔ جمعیت ها و تعیین استعدادهای بالقوهٔ جوامع مختلف است. نتایج پژوهش نشان داد که توزیع ژنوتیپ CKMM A/G در مردان وزنه بردار ارتباط معنی داری با استعداد آنان نداشت و به‌نظر می رسد، استعدادیابی بدون در نظر گرفتن توأمان ژنتیک و اپی ژنتیک نمی تواند انتخاب های دقیقی را به همراه داشته باشد و

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15634728.1401.30.3.9.2]

[DOI: 10.52547/sjimu.30.3.112]

به‌عبارت‌دیگر، برای درک تفاوت بشر در عملکرد لازم است که هردوی ژن و محیط و همچنین فعل و انفعالات ژن – محیط (جایی که اثر یک عامل به سطح عامل دیگر وابسته می شود) و همبستگی ژن - محیط مورد توجه قرار گیرد. با مطالعهٔ صورت‌گرفته تا حدودی نشان داده شد که جامعهٔ وزنه بردار منتخب بررسی‌شده که در گروه نژاد قفقازی قرار می گیرد، ژنتیک بالقوه ای در اجرای قابلیت های استقامتی و همچنین قدرتی/ توانی دارد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزش در دانشگاه سیستان و بلوچستان است. بدین‌وسیله از مسئولین دانشگاه صنعتی اصفهان و مرکز تربیت‌بدنی آن دانشگاه، ادارهٔ کل ورزش و جوانان استان اصفهان، مربیان و ورزشکاران وزنه‌برداری استان اصفهان، دکتر کامران قائدی و دکتر پریسا محمدی‌نژاد از اعضای محترم هیئت علمی و همهٔ شرکت‌کنندگانی که در انجام این پژوهش ما را یاری کردند، سپاس‌گزاری به‌عمل می‌آید.

تعارض منافع

این مقاله فاقد تعارض منافع می باشد.

کد اخلاق: این پژوهش با رعایت کلیه اصول و ضوابط اخلاق در پژوهش توسط شورای پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی و گروه علوم ورزشی دانشگاه سیستان و بلوچستان به عنوان پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد تائید و به شماره **۳۴۵۲۴** درسامانه آموزشی_ پژوهشی دانشگاه ثبت شده است.

References

1. Noroozi A, Dehghan Ghahfarokhi A, Alidoust Ghahfarokhi E. Designing an optimal model of talent management in table tennis. Contemporary Studies On Sport Management 2021 . doi: 10.22084/smms.2021.23000.2723-140.
2. Batavani MR, Marandi SM, Ghaedi K, Esfarjani F. Frequency Analysis of rs4646994 Polymorphism in Angiotensin Converting Enzyme (ACE) Gene in Professional Karateka Athletes Compared to the Amateur Athletes and Non-athlete Individuals. J Isfahan Med School 2016;34:1323-9.
3- Fedotovskaya ON. A/G SKMM and S/T AMPD1 gene polymorphisms in elite Russian athletes and response to endurance training. Eur J Hum Genet 2011; 19,327.
4. Batavani MR, Ghaedi K. Comparison of Total Genotype Score (TGS) of Power/Strength Responsible ACE, HIF1α and IGF1 Polymorphisms of Elite, Amateur Karate-kas vs. non-Athletes. Sport Physiol 2022;14:176-49. doi: 10.22089/SPJ.2020.8849.2026
5. Khaledi N, Milani R, Arjomand S. Frequency of gene polymorphisms related to physical function and athletic genetic predisposition in Iranian population and elite athletes. J Appl Exerc Physiol 2015; 11: 103-118. doi: 10.22080/jaep.2015.1111
6. Batavani MR, Marandi SM, Ghaedi K, Esfarjani F. Comparison of muscle-specific creatine kinase (CK-MM) gene polymorphism (rs8111989) among professional, amateur athletes and non-athlete karatekas. Asian J Sports Med 2017;8. doi: 10.5812/asjsm.43210
7. Olga1AB F, Jerzy2ABD E, Paweł23AC C, Ildus145C A, Agata23C LD, Agnieszka2AB MK, et al. Association of muscle-specific creatine kinase (CKM) gene polymorphism with combat athlete status in Polish and Russian cohorts. Arch Budo 2013; 3: 233-237
8. van Deursen J, Heerschap A, Oerlemans F, Ruitenbeek W, Jap P, ter Laak H, et al. Skeletal muscles of mice deficient in muscle creatine kinase lack burst activity. Cell 1993;74:621-31. doi: 10.1016/0092-8674(93)90510-w. PMID: 8358791.
9. Rivera MA, Dionne FT, Simoneau JA, Pérusse L, Chagnon M, Chagnon Y, et al. Muscle-specific creatine kinase gene polymorphism and VO2max in the HERITAGE Family Study. Med Sci Sports Exerc 1997;29:1311-7. doi: 10.1097/00005768-199710000-00006.
10. Zhou DQ, Hu Y, Liu G, Gong L, Xi Y, Wen L. Muscle-specific creatine kinase gene polymorphism and running economy responses to an 18-week 5000-m training programme. Br J Sports Med 2006;40:988-91. doi: 10.1136/bjsm.2006.029744.
11. Fedotovskaia ON, Popov DV, Vinogradova OL, Akhmetov II. Association of the muscle-specific creatine kinase (CKMM) gene polymorphism with physical performance of athletes. Fiziol Cheloveka 2012;38:105-9.
12. Mirzaei S, Siahkouhian M, Afroundeh R, khazani A, Anoshirvani S. Association of ACTN3 Gene Polymorphism with Muscle Strength and Power Indices in Adolescent Weightlifters in Ardabil. J Appl Exerc Physiol 2020; 16: 103-14. doi: 10.22080/jaep.2020.19348.1963
13. Cocci P, Pistolesi L, Guercioni M, Belli L, Carli

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.15634728.1401.30.3.9.2]
[DOI: 10.52547/sjimu.30.3.112]

D, Palermo FA. Genetic variants and mixed sport disciplines: a comparison among soccer, combat and motorcycle athletes. Ann Appl Sport Sci 2019;7:1-9 doi: 10.29252/aassjournal.7.1.1

14. Yvert T, Miyamoto-Mikami E, Murakami H, Miyachi M, Kawahara T, Fuku N. Lack of replication of associations between multiple genetic polymorphisms and endurance athlete status in Japanese population. Physiol Rep 2016;4:e13003. doi: 10.14814/phy2.13003.
15. He EP, Li YH, Qian JD, Yan HW. Association of CKMM gene A/G polymorphism and athletic performance of uyghurnationality. Zhongguo Ying Yong Sheng Li Xue Za Zhi 2016;32:82-6.
16. Eider J, Ahmetov II, Fedotovskaya ON, Moska W, Cieszczyk P, Zarebska A, et al. CKM gene polymorphism in Russian and Polish rowers. Genetika 2015;51:389-92. doi: 10.7868/s00 16675815030029.
17. Grealy R, Herruer J, Smith CL, Hiller D, Haseler LJ, Griffiths LR. Evaluation of a 7-Gene Genetic Profile for Athletic Endurance Phenotype in Ironman Championship Triathletes. PLoS One 2015;10:e0145171. doi: 10.1371/journal.pone. 0145171.
18. Storey A, Smith HK. Unique aspects of competitive weightlifting: performance, training and physiology. Sports Med 2012;42:769-90. doi: 10.1007/BF03262294.
19. Khaled E. Anthropometric measurements, somatotypes and physical abilities as a function to predict the selection of talents junior weightlifters. J Sci Move Health 2013;8:166-72,

مجله دانشگاه علوم پزشکی ایلام / شهریور ۱۴۰۱، دوره ۳۰، شماره ۳، ۱۲۲-۱۱۲

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15634728.1401.30.3.9.2]
[DOI: 10.52547/sjimu.30.3.112]