

مقایسه نیمرخ چندشکلی تک‌نوکلئوتیدی rs4646994 ژن ACE کاراته‌کاران با وزنه‌برداران نخبه ایرانی

محمد رضا باتوانی^{۱*}، سمیرا عمادی^۲، سید رسول موسوی^۳، حسن آشنا^۴

۱. استادیار، مرکز تربیت بدنی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان ۸۳۱۱۱-۸۴۱۵۶، ایران

۲. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۳. کارشناس ارشد، فیزیولوژی ورزش، دانشگاه سیستان بلوچستان، زاهدان، ایران

۴. کارشناس ارشد، فیزیولوژی ورزش، دانشگاه آزاد واحد لامرد، فارس، ایران

یافته / دوره ۲۴ / شماره ۲ / تابستان ۱۴۰۱ / مسلسل ۹۲

چکیده

دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۱/۱۰ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۶/۱۰

مقدمه: در سال‌های اخیر جستجو برای شناخت اختلافات ژنتیکی موثر در عملکرد ورزشی به امر چالش برانگیزی تبدیل شده است. وزنه‌برداران و کاراته‌کاران ایرانی از طلایه‌داران المپیک می‌باشند، هدف از پژوهش حاضر مقایسه نیمرخ چندشکلی تک-نوکلئوتیدی rs4646994 ژن ACE کاراته‌کاران با وزنه‌برداران نخبه ایرانی بود.

مواد و روش‌ها: پژوهش مقطعی تحلیلی حاضر بر روی قهرمانان نخبه وزنه‌برداری (۳۰ نفر)، کاراته‌کا (۴۷ نفر) و غیرورزشکار (۴۳ نفر) انجام شد. با تکمیل فرم جمعیت‌شناختی و بررسی وضعیت سلامتی و امضاء رضایت‌نامه کتبی توسط شرکت‌کنندگان، ۵ میلی لیتر نمونه‌های بزاقی از شرکت‌کنندگان جمع‌آوری شد. ژنوتیپ‌های ACE با استفاده از تکنیک PCR و الکتروفورز بر روی ژل آگارز ادرصد تعیین شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با آزمون‌های آماری تحلیل واریانس یک طرفه و مجذور کای انجام شد. در کلیه مقایسات سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: نتایج مطالعه ما نشان داد که درصد شیوع آلل D در گروه‌های وزنه‌بردار، کاراته‌کار و غیرورزشکاران به ترتیب ۵۸/۳، ۷۳/۴ و ۶۵/۱ می‌باشد. همچنین مشخص شد که ژنوتیپ ID در گروه‌های وزنه‌بردار نخبه و غیرورزشکاران و ژنوتیپ DD در گروه کاراته‌کاری نخبه به طور معنی‌داری شایع تر بود ($P < 0/05$). در مقایسه بین گروه‌های کاراته‌کار و وزنه‌بردار نیز مشخص شد تفاوت معنی‌داری در توزیع ژنوتیپ‌ها وجود دارد ($\chi^2 = 7/471$ ، $P = 0/024$).

بحث و نتیجه‌گیری: در بررسی ژن ACE I/D، ژنوتیپ ID در گروه وزنه‌برداران و ژنوتیپ DD در گروه کاراته‌کاران شایع ترین بود که احتمالاً این نتیجه برای علاقمندان از منظر استعدادیابی ورزشی جهت انتخاب و شرکت در یکی از این دو رشته یاری‌دهنده است.

واژه‌های کلیدی: ژنومیک ورزشی، نخبه، چند شکلی تک نوکلئوتیدی ACE، وزنه بردار، کاراته کار.

*آدرس مکاتبه: اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، مرکز تربیت بدنی، کد پستی ۸۳۱۱۱-۸۴۱۵۶.

پست الکترونیک: batavani@iut.ac.ir

مقدمه

به نظر می‌رسد برخی افراد استعداد فوق‌العاده‌ای در ورزش دارند؛ به طوری که قبل از شرکت در برنامه‌های تمرینی عملکرد بالایی را نشان می‌دهند، نسبت به تمرین واکنش بهتری را داشته و در رقابت سطح بالایی از عملکرد را حفظ می‌کنند (۱). تخمین زده شده است که سهم عوامل ژنتیکی در تغییر برخی از ویژگی‌های عملکرد ورزشی تقریباً ۸۰-۲۰ درصد می‌باشد (۲). به عنوان نمونه نشان داده شده است که میزان وراثت‌پذیری قدرت عضله مانند قدرت دست، قدرت ایزومتریک زانو و خم شدن آرنج از ۳۰ تا ۸۰ درصد است (۳). اکنون بیش از ۲۰۰ ژن مرتبط با عملکرد ورزشی و آمادگی جسمانی شناسایی و بررسی شده‌اند (۳،۴). لذا درک معماری ژنتیکی عملکرد ورزشی یک گام مهم در توسعه روش‌های شناسایی افراد مستعد است (۱). چند شکلی‌های تک‌نوکلئوتیدی (Single nucleotide polymorphism)، از متداول‌ترین انواع تنوع ژنتیکی هستند که می‌توانند اختلافات بین فردی را در هر نوع فنوتیپی تحت تأثیر قرار دهند (۵). اولین عنصر ژنتیکی شناخته شده موثر بر عملکرد فیزیکی انسان، ژن تبدیل‌کننده آنژیوتانسین (Angiotensin-converting enzyme) است (۶). ACE یک متالوپپتیداز روی است که به طور گسترده در سطح سلول‌های اپیتلیال اندوتلیال توزیع شده است. ACE آنژیوتانسین I (ANGI) را به آنژیوتانسین II (ANGII) تبدیل می‌کند، که عامل فعال اولیه سیستم رنین - آنژیوتانسین (RAS) است و نقش مهمی در کنترل فشارخون سیستمیک دارد (۶). علاوه بر این، هیپرتروفی عضله اسکلتی ناشی از اضافه بار را افزایش می‌دهد (۷). چندشکلی ژن ACE با وجود (Insertion، آلل I) یا عدم وجود (Deletion، آلل D) از یک توالی تکراری ۲۸۷ جفت‌بازی در اینترون ۱۶ بر روی کروموزوم ۱۷ قابل رمزگذاری است (۸). آلل I با طول

بلندتر و فعالیت آنزیم کمتر و متعاقباً با افزایش عملکرد استقامتی همراه است که در ورزشکاران نخبه استقامتی - کار، بیشتر یافت شده است. آلل D با طول کوتاه‌تر و فعالیت آنزیم بیشتر همراه است و در نتیجه‌ی آن سطح آنژیوتانسین II افزایش می‌یابد. از این رو آلل D با عملکرد ورزشکاران نخبه سرعتی، حفظ قدرت عضله چهارسر همراه بوده است (۹). از جمله موفق‌ترین رشته‌های ایران در المپیک، وزنه برداری و کاراته هستند که با کسب مدال‌های طلای متعدد نشان از وجود استعداد نهفته ورزشکاران ایرانی در این دو رشته است. وزنه برداری یکی از سابقه‌ترین رشته‌های ورزشی در بازی‌های المپیک است که علاقمندی به آن نیز به طور فزاینده‌ای در سراسر جهان رو به افزایش است. وزنه بردار هنگام بلندکردن وزنه علاوه بر استفاده از مهارت‌های فنی و تاکتیکی، لازم است نیروی اوج ایزومتریک بالا (Isometric peak force) و برون‌ده توان بالا (Power output) نیز تولید کند. به طور معمول، وزنه برداران در مقایسه با سایر ورزشکاران قدرتی/توانی (به عنوان مثال، پرتابگران دو و میدانی) ۲۰-۱۵ درصد PF و ۱۶-۱۳ درصد نرخ توسعه نیرو بیشتری دارند (۱۰،۱۱). علاوه بر این، موفقیت در وزنه برداری با محتوای درصد تارهای نوع IIA ارتباط بالایی دارد (۱۲). رشته المپیکی کاراته نیز با مجموعه‌ای از نیازهای قلبی-عروقی مختلف همراه است. برخی از مهم‌ترین عوامل موثر بر عملکرد ورزشی آمادگی جسمانی کاراته‌کاران به ترتیب عبارتند از توان بی‌هوازی و سرعت؛ که رشته‌ای با پویایی بالا و ایستایی پایین است (۱۳). از این رو در این رشته سهم تارهای تند انقباض برای رسیدن به موفقیت دارای اهمیت است لذا در هر دو رشته قدرت، سرعت و توان عضلانی از شرایط موفقیت ورزشکاران می‌باشند؛ از این رو احتمالاً بررسی بالینی نیم‌رخ ژن‌های موثر در عملکرد ورزشی می‌تواند کمک شایانی به نونهالان و نوجوانان پیش از رسیدن به سن

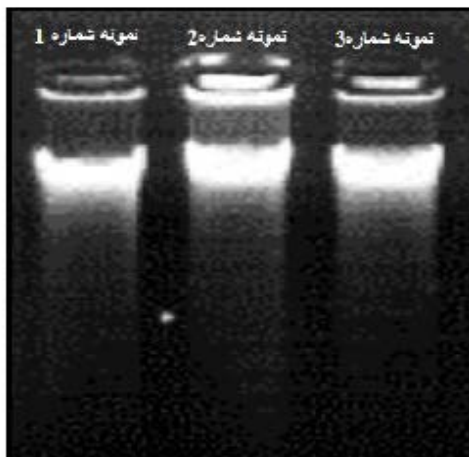
و جهانی شرط ورود به بررسی بود که با توجه به استعلام اسامی نفرات از هیات ورزشی مربوطه، کلیه نفرات جامعه، حجم نمونه بررسی را تشکیل دادند (تمام شماری). آزمودنی‌ها در سه گروه وزنه بردار، کاراته‌کا و غیروزشکار دسته بندی شدند. غیروزشکاران شامل مردان غیروزشکار داوطلب سالم (بدون زمینه بیماری های ژنتیکی و یا مزمن) ساکن استان اصفهان بودند که عدم فعالیت منظم ورزشی آن‌ها در طی سال‌های زندگی خود (بر اساس تکمیل پرسشنامه سنجش آمادگی فعالیت بدنی (Physical Activity Readiness Questionnaire) و قرارگیری در دامنه سنی ورزشکاران شرط ورود آن‌ها به عنوان گروه غیروزشکاران در نظر گرفته شده بود. در این زمینه برخی متغیرهای مخدوشگر وجود داشت که عدم امکان کنترل آن‌ها از جمله محدودیت‌های پژوهش حاضر است. با انتخاب گروه غیروزشکاران در بررسی حاضر، چگونگی تفاوت یا عدم تفاوت گروه نخبه با گروه غیروزشکاران مورد بررسی قرار گرفت. لازم به ذکر است تعداد ۵ نفر از نخبگان وزنه بردار و کاراته‌کا نیز به علت حضور در مسابقات در نمونه گیری حاضر نشدند و همچنین ۲ نفر نیز به دلیل رابطه خویشاوندی (با اولویت حفظ فرد دارای عنوان قهرمانی بالاتر) از بررسی کنار گذاشته شدند. پس از تبیین کلیه اهداف و روش‌ها و کسب رضایت نامه کتبی آگاهانه از کلیه آزمودنی‌ها جهت نمونه گیری بزاقی دعوت بعمل آمد. طبق دستورالعمل کیت استخراج DNA بزاق ویستا (GA-EX-01) از هر آزمودنی قبل از انجام نمونه گیری خواسته شد مسواک زده و حداقل به مدت یک ساعت از خوردن، آشامیدن، سیگار کشیدن و جویدن آدامس خوداری کرده باشد. نمونه گیری راس ساعت ۸ الی ۱۰ صبح در آزمایشگاه تشخیصی مهدیه (عج الله) اصفهان توسط کادر آزمایشگاه انجام و حداقل ۵ میلی لیتر نمونه بزاق بدون کف در فالکون استریل ۱۵ میلی لیتری جمع آوری شد و تا زمان

بیولوژیکی جهت انتخاب یکی از این دو رشته ورزشی نماید. در گذشته تحقیقاتی در بررسی ژن ACE در وزنه برداری انجام شده است. به عنوان نمونه Pimjan و همکاران (۲۰۱۸) در ۱۱۷ وزنه بردار نوجوان زن و مرد تایلندی شیوع بالاتر آلل D (۱۴)؛ Gineviciene و همکاران (۲۰۱۶) در ۸۶ وزنه بردار روسی و لیتوانیایی (۹) و Eider و همکاران (۲۰۱۳) در ۲۰ وزنه بردار لهستانی (۱۵) شیوع بیشتر غیر معنی دار ژنوتیپ I/D را گزارش نمودند. Habibullayevna و همکاران (۲۰۲۰) نیز تفاوت معنی داری در ژنوتیپ ACE را در ۲۵ وزنه بردار ازبکستانی نیافتند (۱۶). Hassan و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی اثر یک جلسه تمرین شدید در ۱۲ بازیکن زن تیم ملی مصر، افزایش در غلظت RNA را بیان و گزارش کردند که بازیکنان با غلظت بالای RNA مقادیر بالاتری از توان بی‌هوازی نسبت به بازیکنان با غلظت پایین RNA داشتند (۱۷). در بررسی روش‌های تعیین نشانگرهای ژنتیکی موفقیت در ورزش ادبیات پیشینه نشان می‌دهد تاکنون مطالعه‌ای که به مقایسه ژنوتیپ ACE I/D در رشته‌های وزنه برداری و کاراته پرداخته باشد وجود ندارد. در این تحقیق به دنبال پاسخ به این سوال بودیم که آیا موفقیت در رشته‌های وزنه برداری و کاراته اساس ژنتیکی هم می‌تواند داشته باشد و آیا چگونگی توزیع ژنوتیپی ژن ACE در ورزشکاران نخبه منتخب، متفاوت است؟ لذا هدف از مطالعه حاضر بررسی و مقایسه نیمرخ ژنتیکی چندشکلی تک‌نوکلئوتیدی rs4646994 ژن ACE در مردان نخبه وزنه بردار و کاراته‌کای منتخب ایرانی بود.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر، پژوهشی مقطعی تحلیلی بود که بر روی قهرمانان مرد دو رشته وزنه برداری و کاراته‌کای استان اصفهان انجام شد. شرکت در لیگ برتر و اردونشینی در تیم ملی، قهرمانی در سطوح کشوری، بین‌المللی، آسیائی

کامل خارج شد و رسوب DNA را 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 شد. غلظت DNA استخراج شده بین ۴۴۰ تا ۱۳۰ ng/μl بود. نسبت جذب ۲۶۰ به ۲۸۰ نانومتر نمونه‌ها بین ۱/۸ تا ۱/۹۶ بود.



شکل ۱. DNA استخراجی ژنومی سلول‌های بزاقی نمونه‌ها (تعداد= ۳)

واکنش PCR در حجم ۱۰ محلول بافر PCR شامل ۰/۲ میلی مولار Deoxy nucleotide (dNTP) triphosphates، ۵ پیکومول از هر یک از پرایمرهای 5'GCCCTGCAAGGTGTCTGCAGCATG و 3'T Antisense با توالی 5'GGATGGCTCTCCCCGCCTTGTCTC_3'، ۱/۵ میلی مولار ترکیب MgCl₂، ۰/۵ واحد آنزیم Taq DNA و ۲/۵ میکرولیتر بافر ۱۰ X انجام شد.

جدول ۱. برنامه تعیین شده جهت PCR ژن ACE			
شروع	۹۴ درجه سانتی‌گراد	۵ دقیقه	P ۱
واسرشت	۹۴ درجه سانتی‌گراد	۳۰ ثانیه	P ۲ چرخه ۳۵
اتصال	۵۶ درجه سانتی‌گراد	۴۵ ثانیه	
طویل شدن	۷۲ درجه سانتی‌گراد	۱ دقیقه	
طویل شدن نهایی	۷۲ درجه سانتی‌گراد	۷ دقیقه	P ۳

استخراج DNA در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد فریز شد.

استخراج DNA

برای استخراج DNA ابتدا ۱/۵ میلی لیتر نمونه بزاق ذوب شده را به همراه بافر نگهدارنده به میکروتیوب ۲ میلی لیتری انتقال دادیم سپس نمونه روی یخ ریخته و با ۰/۵ میلی لیتر PBS سرد مخلوط نمودیم. نمونه به مدت ۱۰ دقیقه و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد با دور ۸۰۰۰ سانتریفیوژ شد. سپس محلول رویی دور ریخته شد و با پیتاژ کاملاً مخلوط شد و به رسوب باقیمانده ۱ میلی لیتر PBS سرد اضافه شد و به مدت ۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد با دور ۸۰۰۰ سانتریفیوژ شد. محلول رویی را دور ریخته و به رسوب باقیمانده ۵۰۰ میکرولیتر از بافرلیز کننده را اضافه کرده و با پیتاژ کاملاً مخلوط شد و به رسوب حاصل ۵۰ میکرولیتر بافر لیز کننده (Lysis Buffer) اضافه شد و به مدت ۳۰ ثانیه ورتکس شد. میزان ۵ میکرولیتر از آنزیم پروتئیناز K به هر میکروتیوب اضافه شد و کاملاً مخلوط شد. مخلوط به دست آمده در بن ماری ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت یک تا دو ساعت انکوبه شد و سپس به میکروتیوب محتوی نمونه ۴۰۰ میکرولیتر بافر رسوب دهی اضافه شد و به مدت ۳۰ ثانیه ورتکس شد تا مخلوط شیری رنگ حاصل شود. میکروتیوب در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه در دور ۱۰۰۰۰ سانتریفیوژ شد. محلول رویی به میکروتیوب ۲ میلی لیتری جدید منتقل شد و بر روی یخ قرار گذاشته شد. سپس به هر میکروتیوب ۱ میلی لیتر ایزوپروپانول سرد که قبلاً در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد سرد شده بود اضافه شد. هر میکروتیوب به آرامی ده مرتبه سرو ته شد تا کلاف رشته‌ای سفید رنگ DNA مشاهده شود. مجدداً نمونه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۱۰۰۰۰ سانتریفیوژ شد. محلول رویی را دور ریخته و رسوب DNA حاصل را با ۵۰۰ میکرو لیتر اتانول ۷۰ درصد شستشو داده شد. اتانول ۷۰ درصد

مقایسه سه گروه از نظر میانگین سن، قد و وزن استفاده شد. در کلیه آزمون‌ها سطح معنی داری آماری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

آزمودنی‌ها در سه گروه وزنه برداران (۳۰ نفر با میانگین وزن: $۹۶/۸۷ \pm ۲۲/۷۳$ کیلوگرم، سن: $۲۱/۷۷ \pm ۷/۱۱$ سال، قد: $۱۷۹/۸۷ \pm ۶/۹۸$ سانتی‌متر)، کاراته‌کاران (۴۷ نفر با میانگین وزن: $۹۲/۲۰ \pm ۱۰/۵۲$ کیلوگرم، سن: $۲۶/۵۰ \pm ۴/۵۲$ سال، قد: $۱۷۴/۹۳ \pm ۴/۳۲$ سانتی‌متر) و غیرورزشکاران (۴۳ نفر با میانگین وزن: $۹۴/۱۵ \pm ۱۵/۸۳$ کیلوگرم، سن: $۲۳/۹۳ \pm ۵/۱۷$ سال، قد: $۱۷۸/۲۰ \pm ۱۰$ سانتی‌متر) [انحراف معیار \pm میانگین] دسته‌بندی شدند. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد بین میانگین سن گروه‌ها تفاوت آماری معنی داری وجود نداشت ($F = ۱۳/۸۴۶, P = ۰/۱۴۱$) اما بین میانگین وزن ($F = ۱۶/۵۷۰, P = ۰/۰۳۱$) و قد ($F = ۴/۷۹۸, P = ۰/۰۱۲$) گروه‌ها تفاوت آماری معنی داری وجود داشت.

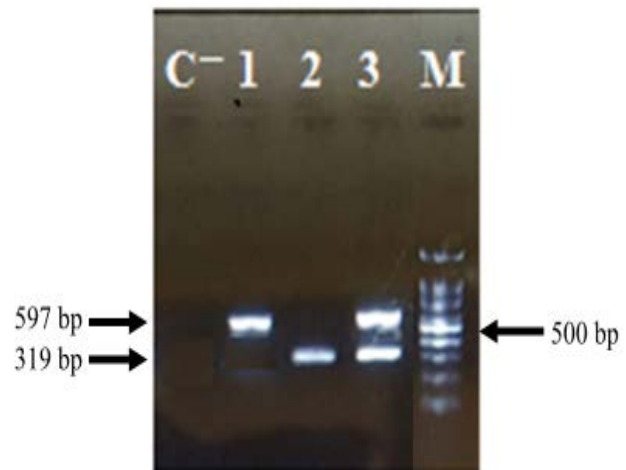
نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد شیوع آلل D در همه گروه‌های وزنه بردار (۵۸/۳٪)، کاراته‌کار (۷۳/۴٪) و غیرورزشکاران (۶۵/۱٪) نسبت به آلل I شایع‌تر بوده و آزمون مجذور کای نشان داد این درصدها بطور معنی داری بین گروه‌ها متفاوت بود ($\chi^2 = ۱۲/۷۳, P = ۰/۰۰۱$).

جدول ۲. نتایج آزمون مجذور کای جهت بررسی توزیع آللی چندشکلی Ins/Del ژن ACE در سه گروه وزنه برداران، کاراته‌کاران و

غیر ورزشکاران		
گروه	نوع آلل	تعداد (درصد)
وزنه بردار	I	۲۵ (۴۱/۷)
	D	۳۵ (۵۸/۳)
کاراته‌کار	I	۲۵ (۲۶/۶)
	D	۶۹ (۷۳/۴)
غیرورزشکاران	I	۳۰ (۳۴/۹)
	D	۵۶ (۶۵/۱)

جدول ۳ نشان می‌دهد ژنوتیپ ID در گروه‌های وزنه بردار (۵۶/۷ درصد) و غیر ورزشکاران (۴۶/۵

سپس، محصولات PCR بر روی ژل آگاروز ۱ درصد قرار گرفت و الکتروفورز انجام شد. بر مبنای طول محصولات PCR، ژنوتیپ هر نمونه مشخص شد. آلل D به طول ۳۱۹ bp، آلل I به طول ۵۹۷ bp و آلل ID به طول‌های ۳۱۹ bp و ۵۹۷ bp شناسایی شدند. تمامی آنالیزهای ژنوتیپی بدون آگاهی از هویت آزمودنی انجام گردید و برای تامین درستی ژنوتایپینگ، ۱۰ درصد از کل نمونه‌ها دوباره آنالیز شدند که صحت ژنوتیپ حاصل در آنالیز نخست ۱۰۰ درصد بود.



شکل ۲. الکتروفورز محصولات PCR قطعه‌ای از ژن ACE. ستون ۱: ژنوتیپ II حاوی یک باند به اندازه ۵۹۷ bp. ستون ۲: ژنوتیپ DD به طول ۳۱۹ bp؛ ستون ۳: ژنوتیپ ID حاوی دو باند به اندازه‌های ۳۱۹ bp و ۵۹۷ bp و نمونه C- نمونه فاقد Template بوده و M، DNA نشان دهنده ۱۰۰ bp می‌باشد.

تجزیه و تحلیل آماری

تحلیل آماری داده‌ها با وسیله نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام گرفت. جهت بررسی و مقایسه توزیع ژنوتیپی و فراوانی آللی در وزنه برداران و کاراته‌کاران و گروه غیرورزشکاران از آزمون مجذور کای (χ^2) استفاده شد. آزمون مجذور کای تعادل هاردی-وینبرگ (Hardy-Weinberg) جهت بررسی توزیع متوازن و متعادل ژنوتیپ‌ها استفاده شد. آزمون تحلیل واریانس یک طرفه در زمینه

بحث و نتیجه گیری

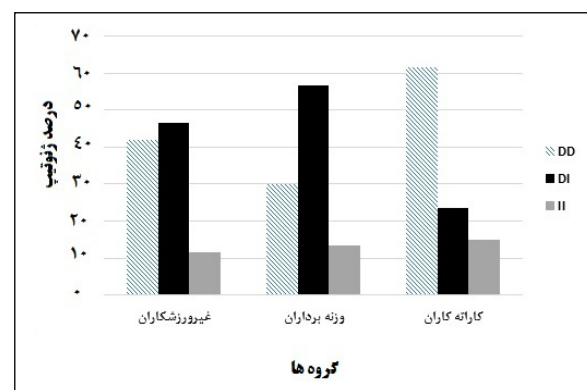
نتایج بررسی نشان داد شیوع آلل D در گروه های وزنه برداران (۵۸/۳٪)، کاراته کاران (۷۳/۴٪) و غیرورزشکاران (۶۵/۱٪) بطور معنی داری نسبت به شیوع آلل I بیشتر بود. این نتیجه همسو با نتایج تحقیقات Eider و همکاران (۲۰۱۳) در وزنه برداران لهستانی (تعداد = ۲۰) (۱۵)، Pimjan و همکاران (۲۰۱۸) در وزنه برداران نوجوان زن و مرد تایلندی (تعداد = ۱۱۷) (۱۴) و ورزشکاران قدرتی مانند شناگران انگلیسی و روسی (۱۹، ۱۸) است که شیوع بالاتر آلل D را گزارش کردند. اما با نتایج Gineviciene و همکاران (۲۰۱۶) در ۸۶ وزنه بردار روسی و لیتوانیایی (۹) ناهم‌سو بود. از سویی Carlson و همکاران (۲۰۰۹) و Woods و همکاران (۲۰۰۱) در جمعیت‌های قفقازی ارتباطی بین وجود آلل و عملکرد فیزیکی نخبه کشف نکردند (۲۰، ۱۸). بعلاوه مطالعات Sessa و همکاران (۲۰۱۱) و Scott و همکاران (۲۰۱۰) بر روی ورزشکاران توانی/دوی سرعت عدم وابستگی بین چند شکلی های تک نوکلئوتیدی ACE و I/D وضعیت ورزشکار توانی را گزارش کرد (۲۱، ۲۲). در برخی تحقیقات گذشته نیز فزونی در آلل I را در کوهنوردان نخبه (تعداد= ۲۵) (۲۳) و دوندگان مسافت بیش از ۵۰۰۰ متر انگلیسی (تعداد= ۳۴) (۲۴) نشان دادند. Shahmoradi و همکاران (۲۰۱۴) نیز شیوع آلل I ژن ACE در ورزشکاران را بطور معناداری بالاتر از کنترل گزارش کردند و شیوع آلل I در ورزشکاران با عملکرد ترکیبی (۵۳/۱۳٪) بالاتر از شیوع در ورزشکاران توانی (۵۰٪) بود (۲۵). در بیشتر مسابقاتی که کمتر از ۲ دقیقه به طول می انجامد، ممکن است به جای ویژگی های استقامت محض، قدرت نقشی اساسی داشته باشد (۱۹)، (۱۸). مزیت احتمالی بهره مندی بیشتر از آلل D در ورزش های قدرتی با شیوع بالاتر این نوع آلل در دونده های سرعتی و شیوع کمتر آن در دونده های استقامتی

درصد) و ژنوتیپ DD در گروه کاراته کای نخبه (۶۱/۷ درصد) شایع ترین بودند. نتایج آزمون مجذور کای نشان داد توزیع ژنوتیپی بین گروه ها به طور معنی داری متفاوت است ($\chi^2 = 15.743$, $P = 0.001$).

جدول ۳. نتایج آزمون مجذور کای (χ^2) جهت بررسی فراوانی ژنوتیپی چندشکلی Ins/Del ژن ACE در سه گروه وزنه بردار و کاراته کای نخبه و غیرورزشکار

گروه	ژنوتیپ ACE	تعداد (درصد)
وزنه بردار	I/I	۴ (۱۳/۳)
	D/I	۱۷ (۵۶/۷)
	D/D	۹ (۳۰/۰)
کاراته کار	I/I	۷ (۱۴/۹)
	D/I	۱۱ (۲۳/۴)
	D/D	۲۹ (۶۱/۷)
غیرورزشکاران	I/I	۵ (۱۱/۶)
	D/I	۲۰ (۴۶/۵)
	D/D	۱۸ (۴۱/۹)

در شکل ۳ چگونگی توزیع ژنوتیپ های مختلف بر حسب درصد در سه گروه مورد بررسی نمایش داده شده است. نتایج آزمون مجذور کای نشان داد درصد شیوع ژنوتیپ های مختلف بین گروه های کاراته کای و وزنه بردار تفاوت آماری معنی داری دارد ($\chi^2 = 4.471$, $P = 0.024$); ولی بین گروه های وزنه بردار با غیرورزشکار ($\chi^2 = 1.073$, $P = 0.585$) و کاراته کای با غیرورزشکار ($\chi^2 = 4.345$, $P = 0.114$) تفاوت از نظر آماری غیرمعنی دار بود.



شکل ۳. مقایسه درصد توزیع ژنوتیپ های I/D ژن ACE بین گروه های وزنه بردار، کاراته کار و غیرورزشکار

تند انقباض می باشد (۲۶، ۳۲). تارهای تند انقباض نقش مهمی در سرعت دارند. همچنین، آلل D نقش مهمی در رشد بطنی چپ و افزایش در قدرت عضله چهارسر در پاسخ به تمرینات بدنی دارد (۳۴، ۳۳). احتمالاً فزونی آلل D در ورزشکاران نخبه مورد بررسی دلیلی بر بهره مندی آنها از این مزیت‌های فیزیولوژیکی بوده است. بر اساس قوانین داوری فدراسیون جهانی کاراته پیرامون کاتا، عملکرد کاتاکا بر مبنایی از جمله قدرت و کیمه مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در کومیته نیز مواردی برای ورزشکار امتیاز آور می‌باشد که از جمله آن فرم صحیح و قدرت کافی در اجرای ضربه دست یا پا به حریف می‌باشد (۳۵) بطوری که وجود قدرت در هر دو گروه کاتا و کومیته کا لازم و ضروری بوده، نشان می‌دهد قدرت و سرعت در اجرای ضربات کاراته از شرایط لازم جهت کسب امتیاز کاراته کاران در اجرای تکنیک هاست. Nematpour (۱۳۷۷) نیز در بررسی و مقایسه قدرت پنجه، قدرت پرس خوابیده و نشسته در ورزشکاران طراز اول رشته های کاراته و کشتی آزاد کشور، بین میانگین نمرات آزمون پرس خوابیده و نشسته اختلاف غیر معناداری را گزارش نمود (۳۶). سرعت دویدن، توان عضلات پا، قدرت نسبی پنجه دست، تعادل ایستا، درازنشست، چابکی و قدرت مطلق پنجه دست از مهم‌ترین متغیرهای بیومکانیکی استعدادیابی کاراته کاران نخبه نوجوان عنوان شده است (۳۷) و احتمالاً یکی از عوامل برتری کاراته کاران نخبه در بهره مندی از ژنوتیپ D/D در تحقیق حاضر بهره مندی از گروه‌های عضلانی قویتر و تارهای عضلانی تند انقباض بیشتر بوده است.

چند شکلی تک نوکلئوتیدی I/D ژن ACE (محل: q23.31۷) یک اختلاف فردی فرعی در فعالیت RAS با آلل D بودن، وابسته به فعالیت ACE بالاتر را معنی می‌دهد. Williams و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند چرخه‌ی فعالیت ACE به طور معناداری همبسته با

مسافت‌های طولانی مدت نیز تأیید شده است (۲۴). ژنوتیپ DD همراه با افزایش توده بطن چپ قلبی و آلل D همراه با هیپرتروفی قلب در افراد غیرورزشکار و ورزشکاران و توده عضلانی بوده است (۲۳، ۲۶، ۲۷). همچنین نشان داده شده است که آلل D با افزایش بیشتر در قدرت عضلات اسکلتی در پاسخ به تمرین ایزومتریک عضلات چهارسر ران همراه است (۲۸). به‌طور کلی ورزشکاران رشته های سنگین همچون وزنه برداری نسبت به بقیه ورزشکاران به میزان خیلی بیشتری بر قدرت و توان متکی هستند. اگرچه مکانیسم آن به‌طور دقیق مشخص نیست، اما به نظر می‌رسد آلل D افزایش رشد انواع تارهای عضلانی را تسهیل می‌کند که ورزشکاران توانی به این تارها برای سرعت انفجاری متکی هستند (۲۹). Ulucan و همکاران (۲۰۱۴) نشان داده‌اند که آلل D برای رشته‌های قدرتی که سرعت انفجاری در آن‌ها اهمیت دارد مزیت محسوب می‌شود (۳۰). مطالعاتی نیز ارتباط مثبت بین آلل D و قدرت عضلانی را گزارش نموده‌اند (۳۱، ۲۸). این یافته نشان می‌دهد که آلل D ژن ACE برای رشته های ورزشی چون وزنه برداری که با تولید انرژی غالباً بی‌هوازی مشخص می‌شوند مفید است و به عملکرد قدرتی بیشتر مربوط می‌شود (۱۵). در مجموع نتایج نشان می‌دهد که ارتباط مثبتی بین ورزشکاران نخبه وزنه‌برداری با آلل ACE وجود دارد و آن را به عنوان یکی از عوامل ژنتیکی تعیین می‌کند که به توسعه فنوتیپ قدرتی/ توانی کمک می‌کند. ممکن است علت تفاوت نتایج تحقیق حاضر با تحقیق Gineviciene و همکاران (۲۰۱۶) ناشی از تفاوت در پیشینه قومیت و اندازه نمونه‌های مورد بررسی باشد. همسو با نتایج به دست آمده تحقیق حاضر در گروه کاراته کاران نیز مطالعات Charbonneau و همکاران (۲۰۰۸) و Zhao و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند آلل D وابسته به قدرت و حجم های بالاتر عضله و افزایش درصد تارهای عضلانی

قدرت ایزومتريک و ایزوکینتیک عضله ی چهارسر می‌باشد. این اثر ممکن است وابسته به فعالیت غیر مستقیم ACE عامل رشد آنژیوتانسین II و کاهش برادی کینین جلوگیری کننده از رشد باشد (۳۱). مطالعات Charbonneau و همکاران (۲۰۰۸) و Zhang و همکاران (۲۰۰۳) نیز نشان داده‌اند آلل D وابسته به قدرت و حجم‌های بالاتر عضله و افزایش درصد تارهای عضلانی تند انقباض می‌باشد (۲۶، ۳۸). احتمالاً علت ناهمسو بودن یافته‌ها با تحقیقاتی که شیوع بالاتر آلل I را گزارش نموده‌اند، در نوع سیستم تامین انرژی هوازی و استقامتی کار بودن آزمودنی‌های مورد بررسی باشد. شیوع بالاتر آلل I ژن ACE با برخی نموده‌های عملکرد استقامتی مربوط شده است که ممکن است مربوط به برتری بیشتر تار عضلانی نوع I (کند انقباض) در شرکت کنندگان دارای ACE باشد (۳۸).

نتایج نشان داد ژنوتیپ ID در گروه‌های وزنه بردار نخبه و غیرورزشکاران شایع‌ترین بود؛ اما ژنوتیپ DD در گروه‌های کاراته‌کای نخبه مورد مطالعه شایع‌ترین بود که این توزیع ژنوتیپی در هر گروه به طور معنی‌داری متفاوت بود. مقایسه نتایج گروه‌های کاراته‌کا و وزنه بردار نیز نشان داد تفاوت معنی‌داری در توزیع ژنوتیپ بین دو گروه وجود دارد. نتایج حاصل در خصوص گروه وزنه برداران با تحقیقات Eider و همکاران (۲۰۱۳) (۱۵) و Gineviciene و همکاران (۲۰۱۶) (۹) بر روی وزنه‌برداران لیتوانیایی همسو و با نتایج Pimjan و همکاران (۲۰۱۸) (۱۴) در ۱۱۷ وزنه‌بردار نوجوان زن و مرد تایلندی ناهمسو بود. Gineviciene و همکاران (۲۰۱۶) این فرضیه را که ژنوتیپ DD ژن ACE برای ورزش‌های قدرتی/ توانی عامل مطلوبی است، حمایت نمی‌کنند (۱۴). احتمالاً اختلاف نتایج با Pimjan و همکاران (۲۰۱۸) ممکن است ناشی از تفاوت در جنسیت آزمودنی‌ها، سن و پیشینه قومی آن‌ها باشد آزمودنی‌های

تحقیق پیمجان و همکاران در سنین خردسال و در دو جنسیت زن و مرد بودند درحالی‌که آزمودنی‌های بررسی حاضر مردان بزرگسال منتخب ایرانی بودند. ژنوتیپ ID در گروه وزنه برداران شایع‌ترین بود. به نظر می‌رسد علاوه بر این‌که قدرت بدنی در موفقیت وزنه‌برداران نقش مهمی خواهد داشت، موفقیت در وزنه‌برداری به توانایی‌های (عضلانی) پرتابی بدن (قدرت انفجاری) نیز در اجرای حرکات سریع نیز بستگی دارد (۱۹). به‌علاوه از سوئی نیز، Pescatello و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی ارتباطات بین چندشکلی ACE I/D و پاسخ به یک برنامه تمرینی مقاومتی گزارش کردند که بیشترین انقباض حداکثری (معیاری از قدرت هم طول) در گروه‌های تمرین دیده و تمرین ندیده پس از تمرین در افراد دارای آلل I ژن ACE وجود دارد (۳۹). وزنه‌برداران در تمرینات خود به صورت مکرر میزان وزنه‌های منتخب خود را جابه‌جا کرده‌اند که به نظر می‌رسد در وزنه‌برداری علاوه بر قدرت و توان عضلانی، استقامت عضلانی نیز مولفه‌ای شاخص می‌باشد (۲۹) که احتمالاً منجر به شیوع بالاتر ژنوتیپ ID در وزنه‌برداران منتخب شده است. اما فراوانی ژنوتیپ DD در گروه کاراته‌کاران نخبه به طور معنی‌داری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بیشتر بود. این نتایج با یافته‌های برخی محققان که شیوع بالاتر آلل D و یا ژنوتیپ DD در شناگران مسافت کوتاه‌تر از ۴۰۰ متر روسی (Nazarov و همکاران، ۲۰۰۱) (۱۹) و اروپایی (Woods و همکاران، ۲۰۰۱) (۱۸)، دوندگان سرعت یونانی (Papadimitriou و همکاران، ۲۰۰۹) (۴۰) و ورزشکاران قدرتی/ توانی اسپانیایی (Boraita و همکاران، ۲۰۱۰) را نشان دادند همخوانی داشت (۴۱). در بررسی Boraita و همکاران (۲۰۱۰) ژنوتیپ II نیز در هیچ یک از سیزده کاراته‌کای بررسی شده وجود نداشت و شایع‌ترین ژنوتیپ DI بود. احتمالاً دلیل ناهمخوانی نتایج ژنوتیپ تحقیق Boraita و همکاران (۲۰۱۰) پیرامون

کاراته کاران با این تحقیق آنست که تحقیق مذکور در نمونه های بسیار کوچک انجام شده بود (۴۱). در مطالعه Boraita و همکاران (۲۰۱۰) که در ۳۲ رشته ورزشی انجام شده است هنگامی که ورزش های توانی و ورزش های استقامتی هوازی بصورت مجزا آنالیز شدند، شایع ترین ژنوتیپ: DD در ورزش های توانی (۴۸/۸٪) و DI در ورزش های استقامتی (۵۸٪) بود. مطالعات بسیاری وجود دارد که شواهدی پیرامون نقش مثبت آلل D در عملکردهای دوی سرعت و متمایل به توانی فراهم می نماید (۴۰). در یک مطالعه بوسیله Papadimitriou و همکاران، گزارش گردید که ژنوتیپ DD می تواند بر عملکرد دوی سرعت در ورزشکاران دو و میدانی نخبه یونانی اثر گذارد و نقش مثبتی پیرامون آلل D در عملکردهای سرعتی و متمایل به توانی فراهم نمودند (۴۰). در رشته ی کاراته نیز توان بی هوازی و درصد تارهای تند انقباض برای رسیدن به موفقیت حائز اهمیت است (۴۲). احتمالاً شدت بالاتر اجرای تکنیک ها در ورزشکاران حرفه ای با افزایش درجه حرارت بدن و تولید گرما همراه است. دفع بالاتر آب بدن از طریق تعریق و تعرق بالاتر بدن بعنوان یک اقدام جبرانی در جهت کاهش درجه حرارت بدن در ورزشکاران حرفه ای رخ داده که با کاهش آب و سدیم بدن همراه است. مکانیسم احتمالی جبرانی، آنزیم ACE در سیستم RAS بوده که اثر مستقیم بر تولید آنژیوتنسنین II گذاشته و با تحریک ترشح آلدسترون موجب بازجذب بیشتر آب و سدیم در کلیه ها می گردد. قابلیت تحمل درجه حرارت بالاتر بدن در اجرای تکنیک های شدیدتر در ورزشکاران حرفه ای احتمالاً به دلیل همین سطوح بالاتر ژنوتیپ DD بوده که نتایج تحقیق حاضر موید آن است. Boraita و همکاران (۲۰۱۰) گزارش نمودند فعالیت بدنی RAS را فعال می کند بطوری که آلل D با شدت بالاتر فعالیت مربوط است (۴۱). سطوح ACE در پلاسما و بافت در

افرادی با هموزیگوت حذف آلل (DD) حدود دو برابر افرادی با هموزیگوزیت درج آلل (II) افزایش داشته است (۴۳). احتمالاً نتایج ناهمسو ممکن است وابسته به این باشد که برخی از این مطالعه ها شامل بررسی نخبگان در ورزش هایی با نیازهای قلبی-عروقی متفاوت (استقامتی در مقابل توانی) بوده اند. ژنوتیپ DD در کاراته کاران و ژنوتیپ DI در وزنه برداران شایع ترین بودند. احتمالاً از دلایل شیوع بیشتر ژنوتیپ DD در گروه نخبه کاراته کا به این دلیل است که نیاز به سرعت در کاراته کاران حتی مهم تر از نیاز به قدرت عضلانی برای موفقیت در این رشته است. بر اساس قوانین جهانی کاراته، ورزشکاری که اولین ضربه را به طرز صحیح به حریف اصابت دهد، مستحق دریافت امتیاز بوده و پس از آن، ضربات حریف حتی در صورت اجرای صحیح و کامل، حائز امتیاز نخواهد بود؛ لذا تسلط یک مبارز بر اجرای سریع تر و موثرتر ضربات، گامی مهم در کسب موفقیت وی محسوب می گردد (۳۷)؛ لذا احتمالاً باعث شیوع بالای ژنوتیپ DD در کاراته کاران شده است و شیوع بیشتر این ژنوتیپ یکی از دلایل کسب موفقیت بیشتر ورزشکاران در رسیدن به نخبگی در کاراته بوده است. در حالی که وزنه برداری به عنوان یک رشته متکی بر قدرت و توان عضلانی، ساختار اصلی تمرینات آن با شدت بالا و مکرر حرکات استقامتی مشخص می شود که به نظر می رسد منجر به شیوع بالاتر ژنوتیپ DI در وزنه برداران منتخب شده است (۲۹). احتمالاً اینکه وزنه برداران نیازمند جابجایی حجم زیادی وزنه در تمرینات خود می باشند منجر به شیوع بالاتر ژنوتیپ ID (بهره مندی توامان آلل های استقامتی و توانی/ قدرتی) در آن ها شده است؛ در حالی که در رشته کاراته سرعت بسیار مهم است و تمرینات صرفاً با جابجایی وزن بدن انجام می شود که احتمالاً منجر به بهره مندی بیشتر آن ها از آلل های توانی/ قدرتی (DD) شده باشد.

بتوان ارتباطاتی بین نوع ژنوتیپ و وضعیت ورزشی نیز بدست آورد. از دیگر محدودیت‌های غیرقابل کنترل مطالعه حاضر مواردی همچون عدم بررسی وضعیت تغذیه، خواب، ساعات تمرینی، امکانات، آموزش و ... بودند که می‌توانند در رسیدن به موفقیت در ورزش موثر باشند.

از سویی احتمالاً با توجه به موفقیت‌های پی در پی و سالیان مدید تیم‌های ملی وزنه‌برداری ایران در رویدادهای بین‌المللی این فرض نیز وجود دارد که توزیع ژنوتیپ جمعیت ایرانی به‌طور ذاتی بر آلل مطلوب مورد نیاز در رشته‌های وزنه‌برداری و کاراته قرار گرفته که البته اثبات این احتمال، خود نیازمند بررسی مجزائی با گروه‌های غیرورزشکار از اقلیم‌های مختلف خواهد بود. در این پژوهش نتایج ارزشمندی حاصل گردید که از جمله آن توزیع ژنوتیپی متفاوت rs4646994 ژن آنزیم مبدل آنژیوتانسین ACE I/D در گروه‌های منتخب وزنه‌بردار و کاراته‌کار و همچنین بین این دو گروه شده است. لذا احتمالاً استعدادیابی بر مبنای ژن ACE می‌تواند علاوه بر سایر عوامل موثر در عملکرد به مربیان در جهت انتخاب و هدایت بازیکنان به سمت این دو رشته کمک دهنده باشد. از طرفی با توجه به اینکه ارتباطی بین چگونگی توزیع ژنوتیپ ACE با وضعیت نخبگی در این دو رشته یافت نشد، نشان دهنده آن است که برای رسیدن به عملکرد ورزشی بالا باید کلیه عوامل ژنتیکی و اپی ژنتیکی را در نظر داشت.

تشکر و قدرانی

از دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشگاه اصفهان، دانشگاه سیستان و بلوچستان، اداره کل ورزش و جوانان استان اصفهان، مربیان و ورزشکاران وزنه‌بردار و کاراته‌کای استان اصفهان و همه شرکت‌کنندگان داوطلب سپاسگزاری به عمل می‌آید.

نتایج نشان دهنده آن بود که هیچ یک از ژنوتیپ‌های چندشکلی Ins/Del ژن ACE با وضعیت وزنه‌برداری یا کاراته‌کایی به لحاظ آماری ارتباط معنی‌داری نداشته است. با وجود نقش واضح ژنتیک در عملکرد فیزیکی انسان، شواهد صریح اندکی در حمایت از یک تنوع ژنتیکی خاص با یک اثر ژنی مهم بر یک فنوتیپ عملکردی مربوطه در گستره‌ی خصیصه‌های انسانی موجود است. مسئله ارتباط چندشکلی ACE I / D با توانایی ورزشی بسیار پیچیده است و چندین تحقیق نشان داد که هیچ ارتباطی از ژنوتیپ ACE (I / D) با قدرت هم‌طول و پویا وجود ندارد (۳۹). گزارش‌هایی وجود دارد که هیچ ارتباطی بین فرکانس آلل ACE و عملکرد ورزشی نخبه وجود ندارد (۴۴) و یا روند متفاوتی از شیوع آلل ACE را در بین گروه‌های ورزشکار قدرت و استقامتی‌کار نشان داده‌اند (۴۵). مطالعات نشان داده‌اند که ارتباط بین چندشکلی ژن‌های متعدد در ورزشکاران جامعه و احتمالاً نژادهای متفاوت دارای اختلاف‌هایی است، به‌عبارت‌دیگر در برخی نژادها و در ژنوتیپ برخی ژن‌ها تفاوت معنی‌داری بین گروه ورزشکار وجود دارد، درحالی‌که در کشورها و نژادهای دیگر و در مورد همان ژن‌ها، چنین تفاوتی یافت نشده است (۴۶). عوامل اپی ژنتیکی و محیطی و فعالیت‌های پیچیده ژنی عوامل تعیین‌کننده با اهمیتی هستند که باید در مطالعات ژنتیکی ورزشی مورد بررسی قرار بگیرند و مسئله مربوط به مناسب بودن طرح‌های تحقیق، اندازه نمونه، طبقه‌بندی جنسیتی و کیفیت سنجش ژنوتیپ‌ها نیز اهمیت زیادی دارند (۴۷). احتمالاً از دلایل عدم ارتباط، نمونه‌هایی بودند که در این پژوهش استفاده شدند که به‌اندازه کافی بزرگ نبودند، بطوری که از جمله محدودیت‌های این مطالعه، تنها بررسی ورزشکاران نخبه ساکن استان اصفهان و همچنین محدود کردن بررسی به آزمودنی‌های مرد بود. احتمالاً با افزایش قلمرو و یا جنسیت آزمودنی‌های مورد بررسی

References

1. Batavani MR, GHaedi K, S. E. Gene and sport performance. Isfahan Branch Jahad Daneshgahi Publication. 2020;1-193.(In Persian)
2. MacArthur DG, North KN. ACTN3: A genetic influence on muscle function and athletic performance. *Exercise and sport sciences reviews*. 2004;35(1):30-34
3. Hughes DC, Day SH, Ahmetov II, Williams AG. Genetics of muscle strength and power: polygenic profile similarity limits skeletal muscle performance. *Journal of sports sciences*. 2011;29(13):1425-34.
4. Wang G, Padmanabhan S, Wolfarth B, Fuku N, Lucia A, Ahmetov II, et al. Genomics of elite sporting performance: what little we know and necessary advances. *Advances in genetics*. 2013;84:123-49.
5. Ahmetov II, Fedotovskaya ON. Sports genomics: Current state of knowledge and future directions. *Cellular and molecular exercise physiology*. 2012;1(1): 1.
6. Brown NJ, Vaughan DE. Angiotensin-converting enzyme inhibitors. *Circulation*. 1998;97(14):1411-20.
7. Westerkamp CM, Gordon SE. Angiotensin-converting enzyme inhibition attenuates myonuclear addition in overloaded slow-twitch skeletal muscle. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2005;289(4): 1223-31.
8. Rigat B, Hubert C, Alhenc-Gelas F, Cambien F, Corvol P, Soubrier F. An insertion/deletion polymorphism in the angiotensin I-converting enzyme gene accounting for half the variance of serum enzyme levels. *The Journal of clinical investigation*. 1990;86(4):1343-6.
9. Gineviciene V, Jakaitiene A, Aksenov M, Aksenova A, Astratenkova ADI, Egorova E, et al. Association analysis of ACE, ACTN3 and PPARGC1A gene polymorphisms in two cohorts of European strength and power athletes. *Biology of sport*. 2016;33(3):199.
10. McGuigan MR, Winchester JB. The relationship between isometric and dynamic strength in college football players. *Journal of sports science & medicine*. 2008;7(1):101.
11. Stone MH, Sands WA, Pierce KC, Ramsey MW, Haff GG. Power and power potentiation among strength-power athletes: preliminary study. *International journal of sports physiology and performance*. 2008;3(1):55-67.
12. Fry AC, Schilling BK, Staron RS, Hagerman FC, Hikida RS, Thrush JT. Muscle fiber characteristics and performance correlates of male Olympic-style weightlifters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2003;17(4):74.54-6.
13. 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 Journal of Sports Medicine*. 2017;8.(2). (In Persian)

14. Pimjan L, Ongvarrasopone C, Chantratit A W, Polpramool C, Cherdungsl P, Bangrak P, et al. A study on ACE, ACTN3, and VDR genes polymorphism in Thai weightlifters. *Walailak Journal of Science and Technology (WJST)*. 2018;15(9):609-26.
15. Eider J, Cieszczyk P, Ficek K, Leonska-Duniec A, Sawczuk M, Maciejewska-Karłowska A, et al. The association between D allele of the ACE gene and power performance in Polish elite athletes. *Science & Sports*. 2013;28(6):325-30.
16. Habibullayevna BG, Sobitjanovna AS, Makhmusovna M, Yusubjanovna Z. Optimization Of Molecular-Genetic Methods For The Determination Of Resistance Markers Using Genotyping Of Actn3 And Ace Genes. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*. 2020;7(10):67-74.
17. Hassan EA, Ali BM, Ali MM. Relationship Between Maximum-Intensity Training with the Gene Expression of the Female Players of the Egypt National Karate Team. *Training*. 2011;1(13):13-7.
18. Woods D, Hickman M, Jamshidi Y, Brull D, Vassiliou V, Jones A, et al. Elite swimmers and the D allele of the ACE I/D polymorphism. *Human genetics*. 2001;108(3):230-2.
19. Nazarov IB, Woods DR, Montgomery HE, Shneider OV, Kazakov VI, Tomilin NV, et al. The angiotensin converting enzyme I/D polymorphism in Russian athletes. *European Journal of Human Genetics*. 2001;9(10):797-801.
20. Carlson KM, Andresen JM, Orr HT. Emerging pathogenic pathways in the spinocerebellar ataxias. *Current opinion in genetics & development*. 2009;19(3):247-53.
21. Sessa F, Chetta M, Petito A, Franzetti M, Bafunno V, Pisanelli D ,et al. Gene polymorphisms and sport attitude in Italian athletes. *Genetic testing and molecular biomarkers*. 2011;15(4):285-90.
22. Scott RA, Irving R, Irwin L, Morrison E, Charlton V, Austin K, et al. ACTN3 and ACE genotypes in elite Jamaican and US sprinters. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42(1):107-12.
23. Montgomery H, Marshall R, Hemingway H, Myerson S, Clarkson P, Dollery C, et al. Human gene for physical performance. *Nature*. 1998;393(6682):221-2.
24. Myerson S, Hemingway H, Budget R, Martin J, Humphries S, Montgomery H. Human angiotensin I-converting enzyme gene and endurance performance. *Journal of applied physiology*. 1999;87(4):1313-6.
25. Shahmoradi S, Ahmadelipour A, Salehi M. Evaluation of ACE gene I/D polymorphism in Iranian elite athletes. *Advanced Biomedical Research*. 2014;3.
26. Charbonneau DE, Hanson ED, Ludlow AT, Delmonico MJ, Hurley BF, Roth SM. ACE genotype and the muscle hypertrophic and strength responses to strength training. *Medicine and science in sports and exercise*. 2008;40(4):677.
27. Fatini C, Guazzelli R, Manetti P, Battaglini B, Gensini F, Vono R, et al. RAS genes influence exercise-induced left ventricular

- hypertrophy: an elite athletes study. *Medicine and science in sports and exercise*. 2000;32(11):1868-72.
28. Folland J, Leach B, Little T, Hawker K, Myerson S, Montgomery H, et al. Angiotensin-converting enzyme genotype affects the response of human skeletal muscle to functional overload. *Experimental Physiology*. 2000;85(5):575-9.
 29. Storey A, Smith HK. Unique aspects of competitive weightlifting. *Sports medicine*. 2012;42(9):769-90.
 30. Ulucan K, Göle S. ACE I/D polymorphism determination in Turkish elite wind-surfers. *Sport Science Review*. 2014;23(1-2):79.
 31. Williams AG, Rayson MP, Jubb M, World M, Woods D, Hayward M, et al. The ACE gene and muscle performance. *Nature*. 2000;403(6770):614.
 32. Zhao B, Moochhala SM, Tham S-y, Lu J, Chia M, Byrne C, et al. Relationship between angiotensin-converting enzyme ID polymorphism and VO₂max of Chinese males. *Life sciences*. 2003;73.30-2625:(20).
 33. Thomis MA, Huygens W, Heuninckx S, Chagnon M, Maes HH, Claessens AL, et al. Exploration of myostatin polymorphisms and the angiotensin-converting enzyme insertion/deletion genotype in responses of human muscle to strength training. *European journal of applied physiology*. 2004;92(3):267-74.
 34. Williams AG, Day SH, Folland JP, Gohlke P, Dhamrait S, Montgomery HE. Circulating angiotensin converting enzyme activity is correlated with muscle strength. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37(6):944-8.
 35. World karate federation kumite rules 2020.
 36. Nematpour gh. Study and comparison of claw strength, lying and sitting press strength, in first class athletes of karate and freestyle wrestling in the country 1377.
 37. World karate federation kumite rules 2020 [Available from: <http://www.wkf.net/html/karaterulesenglish-eng.Html>].
 38. Zhang B, Tanaka H, Shono N, Miura S, Kiyonaga A, Shindo M, et al. The I allele of the angiotensin-converting enzyme gene is associated with an increased percentage of slow-twitch type I fibers in human skeletal muscle. *Clinical genetics*. 2003;63(2):139-44.
 39. Pescatello LS, Kostek MA, Gordish-Dressman H, Thompson PD, Seip RL, Price TB, et al. ACE ID genotype and the muscle strength and size response to unilateral resistance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2006;38(6):1074-81.
 40. Papadimitriou ID, Papadopoulos C, Kouvatsi A, Triantaphyllidis C. The ACE I/D polymorphism in elite Greek track and field athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, The*. 2009;49(4):459
 41. Boraita A, de la Rosa A, Heras M, Ana I, Canda A, Rabadán M, et al. Cardiovascular Adaptation, Functional Capacity, and Angiotensin-Converting Enzyme I/D Polymorphism in Elite Athletes. *Revista Española de Cardiología (English Edition)* 2010;63(7):810-9.
 42. 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. *Journal of Isfahan Medical School*. 2017;34(406):1323-9. (In Persian)
43. Rigat B, Hubert C, Corvol P, Soubrier F. PCR detection of the insertion/deletion polymorphism of the human angiotensin converting enzyme gene (DCP1)(dipeptidyl carboxypeptidase 1). *Nucleic acids research*. 1992;20(6):1433.
44. Rankinen T, Wolfarth B, Simoneau J-A, Maier-Lenz D, Rauramaa R, Rivera MA, et al. No association between the angiotensin-converting enzyme ID polymorphism and elite endurance athlete status. *Journal of applied physiology*. 2000;88(5):1571-5.
45. Ginevičienė V, Pranculis A, Jakaitienė A, Milašius K, Kučinskas V. Genetic variation of the human ACE and ACTN3 genes and their association with functional muscle properties in Lithuanian elite athletes. *Medicina*. 2011;47.٤٠:(٥)
46. MacArthur DG, North KN. A gene for speed? The evolution and function of α -actinin-3. *Bioessays*. 2004;26(7):786-95.
47. Mirzaei Sh, Siahkoughian M, Afroundeh R, khazani A, Anoshirvani S. Association of ACTN3 Gene Polymorphism with Muscle Strength and Power Indices in Adolescent Weightlifters in Ardabil. *Applied Exercise Physiology*. 2020;16(32):103-14. (In Persian)

Comparison of ACE gene single nucleotide polymorphism (rs4646994) profile in Iranian elite karate-kas and weightlifters

Batavani MR^{1*}, Emadi S², Mousavi R³, Ashena H⁴

1. Assistant Professor, Center of Physical Education, Isfahan University of Technology, 84156-83111, Isfahan, Iran, batavani@iut.ac.ir

2. Ph. D Candidate of Exercise Physiology, Faculty of Literature and Humanities, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

3. Msc of Exercise physiology, Sistan and Baluchistan University, Sistan and Baluchistan, Iran

4. Msc of Exercise physiology, Islamic Azad University, Lamerd Branch, Fars, Iran

Received: 2022/04/09

Accepted: 2022/09/11

Abstract

Background: The search to identify genetic differences affecting athletic performance has become a challenge recently. Iranian weightlifters and karate-kas are the champions of Olympics. Therefore, the aim of study was the comparison of ACE gene single nucleotide polymorphism (rs4646994) profile in Iranian elite karate-kas and weightlifters.

Materials and Methods: The current analytical cross-sectional study was conducted on elite weightlifters (30 people), karateka (47 people) and non-athletes (43 people). After completing the demographic form and checking the health condition and signing the written consent form by the participants, 5 ml of saliva samples were collected from the participants. ACE genotypes were determined using PCR technique and electrophoresis on 1% agarose gel. The data analyses were done with statistical tests of one-way analysis of variance and Chi-square. In all comparisons, a significance level was considered less than 0.05.

Results: The results of our study showed that the percentage of prevalence of D allele in the groups of weightlifters, karate practitioners and non-athletes is 58.3, 73.4 and 65.1, respectively. It was also found that the ID genotype was significantly more common in the elite weightlifting and non-athlete groups and the DD genotype was significantly more common in the elite karate group ($P > 0.05$). In the comparison between karate and weightlifting groups, it was also found that there is a significant difference in the distribution of genotypes ($\chi^2 = 7.471$, $P = 0.024$).

Conclusion: In the study of ACE I / D gene, ID genotype was the most common in the weightlifting group and DD genotype was the most common in the karate group, which is probably a helpful result for those interested in sports talent to choose and participate in one of these two disciplines.

Keywords: Sport genomic, elite, ACE single nucleotide polymorphism, Weightlifter, Karate-ka.

***Citation:** Batavani MR, Emadi S, Mousavi R, Ashena H. Comparison of ACE gene single nucleotide polymorphism (rs4646994) profile in Iranian elite karate-kas and weightlifters. *Yafte*. 2022; 24(2):54-68.