مجلة العلوم الرياضية والمرتبطة

المجلد الرابع / العدد الخامس والثلاثون– ديسمبر- 2023 ISSN 2518-5470

" تنوع جين الأنجيوتنسين ACE I/D وعلاقته ببعض القياسات الإنثروبومترية والفسيولوجية لدى رياضي التحمل اللاهوائي كدالة للإنتقاء"

أ.د/ حسين أحمد حشمت أ.د/ عماد الدين شعبان علي د/ جلال عبد الله سعد العلوي

تاريخ الاستلام / 2023/9/10 تاريخ القبول 5/ 2023/11

ملخص البحث

التعرف على العلاقة بين تنوع جين الأنجيوتنسين ACE II/ID/DD وبعض القياسات الإنثروبومترية والفسيولوجية لدى رياضي التحمل اللاهوائي كدالة للإنتقاء.**عينة البحث:** تم إختيار العينة بالطريقة العمدية متمثلة بلاعبي التحمل اللاهوائي للمسافات القصيرة المتميزين في عنصر التحمل والتي بلغ عددها (9) لاعبين المسجلين بالأندية الرياضية التابعة للإتحاد المصري لألعاب القوى– فرع اسيوط.**الاستنتاجات:** أظهرت النتائج وجود ارتباطات قوية للجين ACE الأليل II بنسبة بلغت 0.44، كما ظهر الجين ACE الأليل ID بنسبة بلغت 0.56، ولم يظهر الجين ACE الأليل DD، بينما أظهرت النتائج وجود إرتباطات طردية قوية بين القياسات الإنثروبومترية وبعض القياسات الفسيولوجية ضغط الدم الإنقباضي، كما يوجود إرتباط عكسي بين نسبة الدهون ومؤشر كتلة الجسم مع جين ACE، بينما لا يوجد إرتباط بين باقي القياسات الأخرى قيد البحث مع جين ACE.

Key words – Angiotensin, anthropometry physiology measurement, anaerobic,

Research objective :-

To identify the relation between angiotensin enzymeACE11/1D/DD and to anthropometry physiology measurements for anaerobic athlete as selective function.

The research Approach:- the researcher adapted the descriptive survey approach suitable for this study. Purposive method is used in sampling represented by 9 registered at the Egyptian athletics federation anaerobic athletes for short distance requires standing the sprint stress.

Conclusions:

The results showed strong correlations for the gene allele II with a percentage of 0.44, the gene allele ID with a percentage of 0.56, and the gene for allele DD did not appear, while the results showed strong direct correlations between anthropometric measurements and some physiological measures of systolic blood pressure, and there was an inverse correlation between the percentage of fat And body mass index with the ACE gene, while there is no association between the rest of the other measurements in question with the ACE gene.

المقدمة:

علم الجينوم الرياضـــي هو النظام العلمي الذي يركز على تنظيم ووظيفة الجينوم لدى نخبة الرياضيين ويهدف إلى تطوير الأساليب الجزيئية لتحديد المواهب والتدريب الشخصي على التمارين، كما تلعب العوامل الوراثية والبيئية دورًا رئيسـيًا في الأداء الرياضـي والأنماط الظاهرية ذات الصـلة حيث تم تفسير 66٪ من التباين في حالة الرياضيين من خلال عوامل وراثية إضافة للنسبة المتبقية للعوامل البيئية. (Ahmetov et al., 2022)

يمتاز بعض الأفراد بموهبة طبيعية ويظهرون أداءً ممتازًا في رياضـات معينة حتى مع نفس الحالة التدريبية والبدنية للآخرين ومن المعروف على نطاق واسـع أن الموهبة الفطرية لكل رياضـي هي أحد الأسباب المساهمة للنجاح في الرياضة ويتم تحديد جزء كبير من موهبة الفرد أو سماته من خلال العوامل الوراثية "الجينوميات الرياضـية". (Semenova et al., 2019) (Youn et al., 2021)

أصبح التقييم الجيني جزءًا رئيسياً في تحديد المواهب الرياضية في المستقبل ويرجع ذلك إلى أن النجاح الرياضـي يعتمد على مجموعة من العوامل الوراثية والفسيولوجية والسلوكية والبيئية، يجب أخذ الملف الجيني في الاعتبار من خلال دمج البيانات الطبية والوراثية لتحديد الموقف المحدد للرياضـي للاستجابة للتدريب والنظام الغذائي والضـغط البدني. (La Montagna et al., 2020; Meckel et al., 2014)

يختلف البشـر في قدرتهم على تحقيق النجاح في الأداء الرياضـي ويعتمد هذا الإختلاف في الغالب على عوامل وراثية ففي السـنوات الماضـية تم العثور على ما لا يقل عن 155 علامة وراثية موجودة داخل جميع الكروموسومات وشريط DNA مرتبطة بوضـع رياضـي النخبة منها 93 علامة وراثية متعلقة بالتحمل و62 علامة جينية متعلقة بالسرعة، القوة). (Ahmetov et al., 2016)

تلعب الجينات دوراً هاماً في مجال التربية البدنية حيث تعتبر هي المسـئولة عن نصـف المتغيرات في الأداء البدني بين أفراد المجتمع وكذلك فهي مسـئولة عن نصـف المتغيرات في الإسـتجابة للتدريب البدني، والجينات قد تكون أهم من التدريب في تفسـير الفروق في الأداء بين اللاعبين وتعتبر عملية الإنتقاء والتعرف على المواهب من الأسـاسـيات لخلق الرياضـي المتميز. (حشمت و شلبي، 2003م)

جين الأنجيوتنسين المحول Angiotensin Converting Enzyme ACE

الأنجيوتنسين ACE إنزيم موجود في الخلايا الطلائية للشعيرات الدموية، يؤثر ACE كأحد مكونات نظام (RAS) Renin– Angiotensin System المتعلق بنظام الدورة الدموية على البناء الدوري من خلال قيامة بتحفيز إزالة حمضين أمينين (Ang/I) ليتحول إلى (Ang/II)، حيث أن نقص الصوديوم في الدم وكذلك نقص حجم الدم للكلية ينشط إفراز إنزيم الرنين في الكلية وعند إفراز إنزيم الرنين في الدم يحدث تحول (Ang/I) الى (Ang/II)، أن تباين كثافة ACE بين التنوع الجيني (II/ID/DD) قد يؤدي إلى تولد إنتاج متباين من Ang/II وبالتالي تباين في حجم البطين الأيسر. (حشمت و أحمد 2010م)

إن تعدد الأشكال لجين ACE II/DD كان الأول في الإرتباط مع الأداء البشري، وجين ACE جزء من جين للأنجيوتنسين–1، وهو جزء من نظام رينين الأنجيوتنسين المسؤول عن السيطرة على ضغط الدم عن طريق تنظيم مستويات السوائل في الجسم، وجين ACE اليل (I) يمثل إدراج (287) ويترافق مع إنخفاض في نشاط الدم والأنسجة بينما ACE أليل (D) يرتبط مع ارتفاع في نشاط الدم والأنسجة، وجين ACE/II يرتبط باستمرار مع أداء التحمل وزيادة الكفاءة العملية في حين يرتبط النمط الجيني DD مع القوة السرعة. (Guth & Roth, 2013)

يرتبط جين ACE I/I مع عنصر التحمل فالتعبير الجيني المناسب عند اقترانه ببيئة التدريب الأمثل تكون ذات أهمية للأداء الرياضي، والاختبارات الجينية يمكن أن تكون مفيدة في حماية الرياضيين الشباب من التعرض للإصابات الخطيرة، والقليل من المعلومات المتاحة عن الإرتباط للتنوع الجيني للأداء الرياضي للرياضيين الشباب غير أن الإختبارات الجينية أصبحت أكثر شيوعاً كوسيلة لتحديد المواهب أكثر من طرق إختيار المواهب التقليدية للإنتقاء. (Guth & Roth, 2013)

مشكلة البحث:

لاحظ الباحثون تفوق بعض اللاعبين في مسابقات ألعاب القوى في القدرات اللاهوائية وتفوق البعض الأخر في القدرات الهوائية ويرجع الباحثون هذا الإختلاف بين اللاعبين وإستجاباتهم للتدريب إلى إختلاف بنائهم الجسمي والوظيفي نظراً لتنوع الجينات لديهم فقد أشارت نتائج بعض الدراسات العلمية كدراسة " ديونيسيو وآخرون (Dionísio et al., 2017)، أوريسياك وآخرون (Orysiak et al., 2018)، جرندا وآخرون (Grenda et al., 2014)، بريرا وآخرون"(Pereira et al., 2013)، على أهمية الجينات وخاصة جين ACE بنوعية I/D في الإرتقاء بمستوى الأداء ومن خلال ملاحظة الباحثون العلمية وجدو عدم قدرة لاعبي العاب القوى في كثير من السباقات الإحتفاظ بمستوى عال من التحمل خلال

السباقات وعدم إنهائها بمستوى عالي من الإنجاز، وسرعة ظهور التعب وإنخفاض المستوى الفني والرقمي لديهم، وتفيد الدراسات المسحية لقواعد البيانات المتعددة الورقية منها والإلكترونية والمتوفرة على شبكة الإنترنت التي تحاول دراسة التنوع الجيني لجين الأنجيوتنسين ACE وعلاقته ببعض القياسات الإنثروبومترية والفسيولوجية لدى رياضي التحمل اللاهوائي في المجتمع العربي بأنها محدودة مما أثار رغبة الباحثون لمحاولة التعرف على واقع هذه الظاهرة والحاجة الماسة إلى إجراء دراسات مكثفة التي تهدف إلى الإرتقاء بالمستوى الفني والرقمي للاعبي العاب القوى من خلال دراسة الجينات الوراثية المسئولة بين تطوير القدرات اللاهوائية كمطلب أساسي للوصول إلى مرتبة البطولة، بالإضافة إلى ندرة الدراسات في المجال الرياضي التي ربطت بين التدريب الرياضي والبيولوجيا الجزيئية متمثلة في دراسة التنوع الجيني ACE I/D وعلاقته بالمتغيرات الأنثروبومترية والفسيولوجية ومستوى الأداء لدى الرياضيين مما دفع الباحثون إلى إجراء دراسة علمية مستفيضة عن التنوع الجيني لجين الأنجيوتنسينACE I/D وعلاقته ببعض القياسات الإنثروبومترية والفسيولوجية لدى رياضي التحمل اللاهوائي كدالة للإنتقاء.

هدف البحث:

1- التعرف على العلاقة بين تنوع جين الأنجيوتنسين ACE II/ID/DD وبعض القياسات الإنثروبومترية والفسيولوجية لدى رياضي التحمل اللاهوائي كدالة للإنتقاء.

تساؤل البحث:

1- ما العلاقة بين تنوع جين الأنجيوتنسين ACE II/ID/DD وبعض القياسات الإنثروبومترية والفسيولوجية لدى رياضي التحمل اللاهوائي كدالة للإنتقاء؟

مصطلحات البحث:

جين الأنجيوتنسين المحول ACE (Angiotensin Converting Enzyme):

الأنجيوتنسين ACE إنزيم موجود في الخلايا الطلائية للشعيرات الدموية، يؤثر ACE كأحد مكونات نظام Renin Angiotensin System (RAS) المتعلق بنظام الدورة الدموية على البناء الدوري من خلال قيامه بتحفيز إزالة حمضين أمينين من أنجيوتنسين أحادي Angiotensin1 ليتحول إلى أنجيوتنسين ثنائي Angiotensin11، حيث أن نقص الصوديوم في الدم وكذلك نقص حجم الدم الوارد للكلية ينشط إفراز إنزيم الرنين في الكلية وعند إفراز إنزيم الرنين في الدم يتم تحويل Angiotensin1 الى Angiotensin11. (حشمت و أحمد 2010م)

خطة وإجراءات البحث

أولاً: منهج البحث:

أستخدم الباحثون المنهج الوصفي (للدراسات المسحية) وذلك لملائمته لطبيعة هذا البحث.

ثانياً: مجتمع البحث:

يمثل مجتمع البحث رياضي العاب القوى المستويات العليا المسجلين بالإتحاد المصري لألعاب القوى وعددهم (9) لاعبين.

ثالثاً: عينة البحث:

تم إختيار العينة بالطريقة العمدية متمثلة بلاعبي التحمل اللاهوائي للمسافات القصيرة المتميزين في عنصر التحمل والتي بلغ عددها (9) لاعبين المسجلين بالأندية الرياضية التابعة للإتحاد المصري لألعاب القوى– فرع اسيوط.

إعتدالية بيانات أفراد عينة البحث في المتغيرات الاساسية:

قام الباحثون بإجراء إعتدالية بيانات أفراد العينة الأساسية قيد البحث بهدف إستخدام الأسلوب الإحصائي المناسب باستخدام إختبار **كولمجروف سميرونوف في متغيرات البحث التالية:**

جدول (1) المتوسط الحسابي والإنحراف المعياري واختبار كولمجروف سميرونوف في (العمر، الطول، الوزن، النبض، ضغط الدم) للعينة قيد البحث (ن=9)

م	المتغيرات		وحدة القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	إختبار كولمجروف سميرونوف		الدلالة
							مستوى الدلالة	
1	العمر	المتغيرات الوصفية	سنة	19.50	1.51	0.01		دال
2	الوزن		كجم	67.04	8.15	0.85		غير دال
3	الطول		سم	175.13	5.26	0.55		غير دال
4	طول الذراع	المتغيرات الأساسية	سم	78.69	1.92	0.15		غير دال
5	طول الرجل		سم	95.63	11.30	0.00		دال
6	طول القدم		سم	25.19	1.28	0.11		غير دال
7	المستوى الرقمي 200 متر		م/ث	27.07	1.72	0.01		دال
9	مؤشر كتلة الجسم BMI		كجم	21.72	1.73	0.48		غير دال
10	نسبة الدهون % FAT		منوية	11.22	2.39	0.21		غير دال
11	النبض		ن/ق	87	16	0.03		دال
12	ضغط الدم الإنبساطي		ملم زئبقي	124	16	0.42		غير دال
13	ضغط الدم الإنقباضي		ملم زئبقي	80	9	0.53		غير دال

يتضح من نتائج جدول (1) أن إختبار كولمجروف سميرونوف يشير إلى أن العينة تتبع التوزيع الطبيعي في بعض المتغيرات (العمر، طول الرجل، النبض) قيد البحث، حيث أن قيم إختبار كولمجروف سميرونوف تراوحت بمستويات دلالة ما بين (0.0 : 0.85)، والذي يشير إلى عدم إتباع باقي المتغيرات التوزيع الطبيعي.

مجالات البحث:

1- المجال البشري:

تم تطبيق البحث على رياضي العاب القوى المستويات العليا المسجلين بالإتحاد المصري لألعاب القوى والبالغ عددهم (9) لاعبين وتراوحت أعمارهم ما بين (18- 24) سنة.

2- المجال المكاني:

- تم عمل القياسات البيولوجية لجيني ACE في مركز البيولوجيا الجزيئية – جامعة أسيوط.
- تم إجراء القياسات الأنثروبومترية والفسيولوجية بمعمل الفسيولوجيا بكلية التربية الرياضية– جامعة أسيوط.
- تم إجراء قياس التحمل اللاهوائي وسحب الدم بالإستاد الرياضي – القرية الأولمبية –جامعة أسيوط.

3- المجال الزماني:

- تم سحب عينات الدم من تمام الساعة 8:00 صباحاً حتى الساعة 1:00 مساءاً من صباح يوم الأثنين الموافق 2016/11/28م حتى يوم الاثنين الموافق 2016/12/13م بالإستاد الرياضي – جامعة اسيوط، وإرسالها لمعمل البيولوجيا الجزيئية – بجامعة أسيوط ،لإجراء إختبار سلسلة تفاعل البلمرة (PCR) Polymerase Chain Reaction.

تم تطبيق قياسات البحث في الفترة من (2016/11/28م) إلى (4/11 / 2017م).

أدوات جمع البيانات:

1- القياسات الفسيولوجية:

- قياس معدل النبض القلبي (في وقت راحة، بعد الجهد البدني): وقد تم القياس بإستخدام جهاز ساعة بولار polar watch.
- قياس ضغط الدم الانقباضي والإنبساطي (في وقت راحة، بعد الجهد البدني): وقد تم القياس بواسطة طبيب متخصص بإستخدام جهاز السفيجمومانوميتر Sphygmomanometer .
- قياس الحد الاقصى لإستهلاك الاكسجين VO_{2max}: وذلك باستخدام إختبار كوبر (12 ق).

2- القياسات الإنثروبومترية:

- قياس نسبة الدهون FAT%، قياس مؤشر كتلة الجسم BMI: وتم بإستخدام جهاز التانيتا.
- أطوال بعض أجزاء الجسم (سم) منها (الطول الكلي للجسم – طول الذراع – طول الرجل – طول القدم). وتم بإستخدام شريط مدرج (50متر).

3- القياس الخاص بالتحمل اللاهوائي:

- قياس زمن جري 200 متر وتم بإستخدام ساعات ايقاف Stopwatch، مضمار العاب القوى (اللفة 400م قانوني).

م	اسم الجهاز	موديل	هدف الإستخدام
1-	جهاز تانيتا TANITA	Tanita TBF 300A	التكوين الجسماني
2-	جهاز الرستاميتر الإلكتروني Seca	Germany Seca gmbh ser	الطول والوزن
3-	ساعة بولار polar watch	FT4M:90036750	معدل ضربات القلب
4-	جهاز Sphygmomanometer	MD140280b04	ضغط الدم (الانقباضي، والإنبساطي)
5-	ساعات ايقاف Stopwatch	RS-013	200م، 5000م،12 ق
6-	كمبيوتر محمول ASUS	TP500L	كتابة البحث
7-	جهاز التدوير VORTEX GENIE	MD(G560)	خلط Mixing
8-	جهاز Veriti Thermal Cycler	MD: 9901	تحليل الحامض النووي DNA
9-	جهاز laminar flow cabinet	MADE Latvia 040104	استخلاصExtraction
10-	جهاز biometra thermocycler	050- TPersonal	تفاعل وإستنساخ PCR
11-	جهاز Gel documentation system	MD 6721	تصوير وتوثيق الجل
12-	جهاز Microwave	LG MC2886BRUM	تسخين المحلول
13-	جهاز Gel Electrophoresis	EDU 1704489	مرور التيار الكهربائي
14-	جهاز GeneQuant-Spectrophotometer	MD:111292	قياس نسبة تركيز الجين
15-	جهاز centrifuge Centurion Scientific	K241R	الطرد المركزي

جدول (2) الأجهزة المستخدمة في البحث:

جدول (3) الأدوات المستخدمة في البحث:

م	الاســـــم	وحدة القياس
1-	مضمار العاب القوى (اللفة 400م قانوني)	متر
2-	سرنجات بلاستيكية 5سم تستخدم لمرة واحده فقط	سم
3-	أنابيب اختبار زجاجية بها (Edita) مانعة للتجلط	سنتيمتر
4-	كولمن لحفظ الدم ونقلة (5 لتر)	لتر
5-	قوالب جل لحفظ العينة (16*9 سم)	سم
6-	شريط مدرج (200سم)	سم
7-	شريط مدرج (50م)	متر
8-	ماسحة كحولية (2*2 سم)	سم
9-	بلاستر طبي (5 سم)	سم
10-	لصقات طبية	سم
11-	أنابيب الاختبار(2 مل)	مل
12-	التايبت لسحب العينة (250مل)	مل

تطبيق البحث:

تم تطبيق البحث في الفترة من (2016/11/28م) وحتى (2017/3/14م) وكانت كالتالي:

أولاً: القياسات الفسيولوجية الخاصة بعينة البحث:

تم إجراء القياس لعدد (9) لاعبين

القياسات الفسيولوجية قبل الأداء (وقت الراحة):

- قياس معدل النبض بإستخدام جهاز ساعة بولار polar watch
- قياس ضغط الدم في الراحة (الإنقباضي والإنبساطي)، وتم القياس بواسطة طبيب متخصص بإستخدام جهاز السفيجمومانوميترSphygmomanometer.

القياسات الفسيولوجية بعد المجهود البدني:

- قياس معدل النبض بعد المجهود البدني بإستخدام جهاز ساعة بولار polar watch،
- قياس ضغط الدم بعد المجهود البدني (الإنقباضي والإنبساطي)، تم القياس بواسطة طبيب متخصص بإستخدام جهاز السفيجمومانوميترSphygmomanometer.

ثانياً: القياسات الإنثروبومترية:

- قياس مؤشر كتلة الجسم BMI.
- قياس نسبة الدهون بالجسم FAT%.
- قياس (الوزن، الطول الكلي للجسم، طول الذراع، طول الرجل، طول القدم)، وتم بإستخدام جهاز الرستاميتر الإلكتروني Seca، وشريط مدرج (50 متر).

ثالثاً: إختبار التحمل اللاهوائي:

جري زمن 200 متر بإستخدام ساعات ايقاف Stopwatch، مضمار العاب القوى (اللفة 400م قانوني).

رابعاً: قياسات البيولوجيا الجزيئية الخاصة بالتنوع الجيني

- جين الأنجيوتنسين المحول ACE I/D.

إجراء التجهيزات التمهيدية

1- سحب عينة الدم:

- أجرى الباحثون عملية سحب عينات الدم من كل فرد من أفراد عينة البحث بمقدار (5 ملي دم) بواسطة طبيب متخصص بالإستاد الرياضي– القرية الأولمبية– بجامعة أسيوط.
- تم وضع الدم الخاص بعينة البحث في أنابيب تحتوي على مادة (EDTA) المانع للتجلط.
- تم وضع عينة الدم في كولمن به ثلج وتم نقله الى مركز البيولوجيا الجزيئية– جامعة أسيوط.

- تم تصـــميم البادئين (Primers) الخاص بجين الأنجيوتنســـين المحول ACE وذلك من خلال الكتب والأبحاث الدولية المنشورة وهو:

ACE - forward: 5,CTGGAGACCACTCCCATCCTTTCT3,

ACE -Reverse: 5,GATGTGGCCATCACTTCGTCAGAT3,

2-إجراءات إستخلاص الحمض النووي من الدم:Procedures for DNA Extraction of blood

- وضع (150 ميكرولتر) من الدم في أنبوبه تجميع (1,5 مل).
- إضافة (300 ميكرولتر) من محلول التحلل.
- عمل المزج بطريقة جهاز التدوير (Vortex) لمدة (15 ثانية).
- حضن العينات عند درجة حرارة الغرفة من (15– 25^{o}) لمدة 10 دقائق.
- إضـــافة 300 ميكرولتر من محلول البيندنج (Binding Buffer) ويتم مزجة بشـــكل خفيف بجهاز التدوير (Vortex).
- وضع الأسبين كولم (a Spin Column) في أنبوبة تجميع حجمها (2مل).
- نقل الجزء المتحلل من الدم على الأسـبين كولم (a Spin Column) وتدويرها على جهاز السـنترفيوج (Centrifuge) عند سرعة (13000/د) لمدة دقيقة.
- التخلص من المحلول الموجود في أنبوبة التجميع ثم نضـيف الأسـبين كولم (a Spin Column) في أنبوبة تجميع جديدة.
- إضـافة (500 ميكرولتر) من محلول غسـيل (A) للإسـبين كولم ثم يتم تدويرها على جهاز السـنترفيوج (Centrifuge) لمدة (1) دقيقة عند سرعة (13000/د).
- التخلص من المحلول الموجود في أنبوبة التجميع ثم نضـــع الأســـبين كولم (a Spin Column) في أنبوبة تجميع جديدة.
- إضـافة (500 ميكرولتر) من محلول الغسـيل (B) للأسـبين كولم(a Spin Column), ثم وضـعهم وتدويرهم على جهاز السنترفيوج (Centrifuge) لمدة (1) دقيقة عند سرعة (13000/د).
- التخلص من المحلول الموجود في أنبوبة التجميع ، ثم نضـع الأسـبين كولم (a Spin Column) في نفس أنبوبة التجميع الأولى مرة أخرى ، ثم تدويرها على جهاز الســـنترفيوج (Centrifuge) لمدة (1) دقيقة عند سرعة (13000/د).
- نقل الأسبين كولم (a Spin Column) إلى أنبوبة (1،5مل)، ثم نضيف (200 ميكرولتر) من محلول الأنيوشن (Elution Buffer) على الأسبين كولم (a Spin Column).
- حضـــن الأنبوبة عند درجة حرارة الغرفة لمدة (1) دقيقة، ثم تدويرها لمدة (1) دقيقة عند ســـرعة (13000/د).
- **جل الأجروز الكهربائي: agarose gel electrophoresis**

- وضع (1،5جرام) من الأجروز(agarose)، ثم نضيف عليها (50مل) من محلول (TBE)، يتم إدخاله في الميكروويف(Microwave) لمدة (2) دقائق.
- إضافة (1،5ميكرولتر) من بروميد الأثيديوم (ethidium bromide).
- تفريغ الأجروز (agarose) المذاب المحتوي عل (TBE) في قالب الجل حتى يتم غمرة بالناتج المتحوي على (TBE).
- حقن (العينات) لكل عينة (5ميكرولتر) من العينة نفسها.
- توصيل قالب الجل بقطبي الكهرباء عند جهد (100فولت) لمدة (1) ساعة واحدة.
- تصوير الجل تحت لمبة (UV).

الأساليب الاحصائية:

أستخدم الباحثون الأساليب الاحصائية التالية:

1- **المتوسط الحسابي:** بهدف قياس مدى قرب أو بعد البيانات عن تلك القيمة المركزية.

2- **الإنحراف المعياري:** بهدف التعرف على إنحرافات المشاهدات عن وسطها الحسابي.

3- **معامل إرتباط بيرسون:** بهدف تعيين العلاقة بين متغيرين أو عدمها.

4- **إختبار كولمجروف ســـــميرونوف:** بهدف التأكد من إعتدالية بيانات البحث ولتحديد إتجاه الإحصـــــاء (البارامتري والابارامتري)

5- **مان ويتني لإيجاد دلالة لفروق بين مجموعتين:** بهدف مقارنة بين عينتين مســـتقلتين عندما تكون البيانات العددية التي حولت إلى بيانات رتبيه، وهو يستخدم في الإحصاء الابارامتري عوضاً عن إختبار "ت" في الإحصاء البارامتري.

تم تمثيل البيانات بإستخدام الرسومات البيانية للمتوسط الحسابي لجميع متغيرات البحث.

عرض النتائج ومناقشتها

أولاً: عرض النتائج:

في ضوء هدف البحث وتحقيقاً لتساؤله يتناول الباحثون عرض النتائج التي توصل إليها ومناقشتها من خلال الأساليب الإحصائية للبيانات التي تم الحصول عليها وذلك على النحو التالي:

1- عرض نتـائج العلاقـة بين تنوع جين الأنجيوتنســـين ACE I/D وبعض القيـاســـــات الإنثروبومتريـة والفسيولوجية لدى رياضي التحمل اللاهوائي كدالة للإنتقاء.

ثانياً: مناقشة النتائج :

1- مناقشة نتائج التساؤل الذي ينص على: ما العلاقة بين تنوع جين الأنجيوتنسين ACE I/D وبعض القياسات الإنثروبومترية والفسيولوجية لدى رياضي التحمل اللاهوائي كدالة للإنتقاء؟

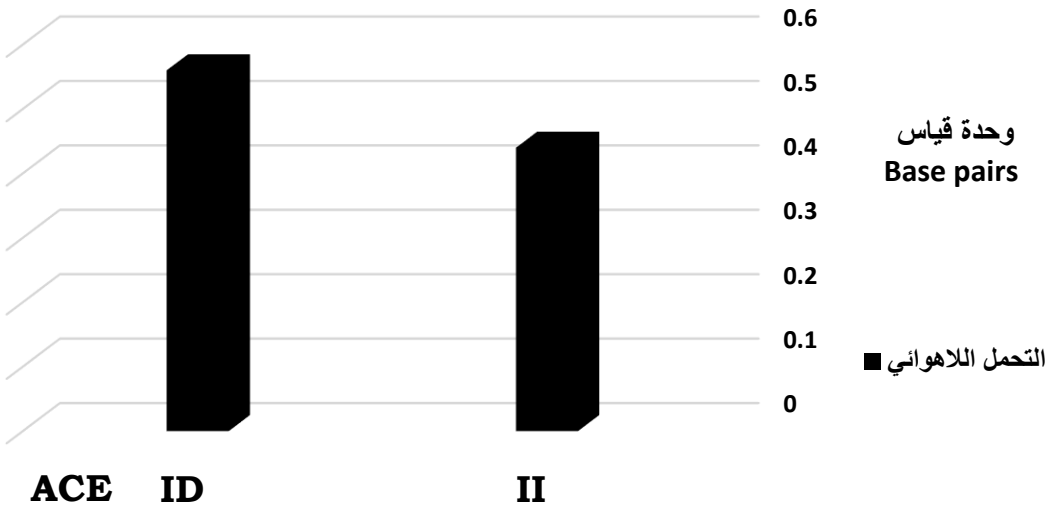
أولاً: عرض نتائج العلاقة بين تنوع جين الأنجيوتنسين ACE I/D وبعض القياسات الإنثروبومترية والفسيولوجية لدى رياضي التحمل اللاهوائي كدالة للإنتقاء.

جدول (4) التنوع الجيني (ACE) لمجموعة التحمل اللاهوائي (ن= 9)

المجموعة	تركيز جين ACE				
	II	ID	DD	I	D
التحمل اللاهوائي	4(0.44)	5(0.56)	0	0.67	0.33

يتضح من جدول (4) ما يلي:

أن نسبة ظهور الجين الفرعي (II) بنسبة بلغت (0.44)، كما ظهر الجين الفرعي (ID) بنسبة بلغت (0.56)، ولم يظهر الجين (DD) في مجموعة التحمل اللاهوائي.



شكل (1)

التنوع الجيني (ACE) لمجموعة التحمل اللاهوائي

جدول (5) معامل إرتباط بيرسون بين جين ACE والقياسات الإنثروبومترية والقياسات الفسيولوجية (ن= 9)

م	القياسات		وحدة القياس	تركيز جين ACE	مستوى الدلالة
1	المتغيرات الأنثروبومترية	الطول الكلي للجسم	سم	0.90	دال
		طول الذراع	سم	0.84	دال
		طول الرجل	سم	0.84	دال
		طول القدم	سم	0.84	دال
2	المتغيرات الأساسية	مؤشر كتلة الجسم BMI	كجم	0.52-	دال
		نسبة الدهون % FAT	مئوية	0.61-	غير دال
		معدل النبض	ن/ق	0.12	غير دال
		ضغط الدم الإنبساطي	ملم زئبقي	0.25	غير دال
		ضغط الدم الإنقباضي	ملم زئبقي	0.56	دال

قيمة "ر" الجدولية عند مستوى "0.05"= 0.46

يتضـــح من جدول (5) وجود إرتباط طردي قوي بين القياســـات الإنثروبومترية وبعض القياســـات الفسـيولوجية (ضـــغط الدم الإنقباضـــي) مع جين ACE حيث تراوحت قيمة "ر" المحسـوبة ما بين (0.56: 0.90)، كما يتضح من الجدول السابق وجود إرتباط عكسي بين نسبة الدهون ومؤشر كتلة الجسم مع جين ACE حيث بلغت قيمة "ر" المحسوبة (-0.61) (-0.52)، كما لا يوجد إرتباط بين باقي القياسات الأخرى قيد البحث مع جين ACE حيث تراوحت قيمة "ر" المحسوبة ما بين (0.12: 0.25)

ثانياً: مناقشة نتائج التساؤل الذي ينص على: ما العلاقة بين تنوع جين الأنجيوتنسين ACE I/D وبعض القياسات الإنثروبومترية والفسيولوجية لدى رياضي التحمل اللاهوائي كدالة للإنتقاء؟

يتضـــح من جدول (5) وجود إرتباط طردي قوي بين القياســـات الإنثروبومترية وبعض القياســـات الفسـيولوجية (ضـــغط الدم الإنقباضـــي) مع جين ACE حيث تراوحت قيمة "ر" المحسـوبة ما بين (0.56: 0.90)، كما يتضح من الجدول السابق وجود إرتباط عكسي بين نسبة الدهون ومؤشر كتلة الجسم مع جين ACE حيث بلغت قيمة "ر" المحسوبة (-0.61) (-0.52)، كما لا يوجد إرتباط بين باقي القياسات الأخرى قيد البحث مع جين ACE حيث تراوحت قيمة "ر" المحسوبة ما بين (0.12: 0.25).

تتفق النتائج التي تم التوصـــل إليها مع نتائج دراســـة كل من: دراســـة "بثيوشـــيري واخرون (Puthucheary et al., 2011)، بـابـاديـمـيـتـريـو وآخـرون (Papadimitriou et al., 2016; Papadimitriou et al., 2009)، طومســـون وآخرون (Thompson et al., 2006)، كـام وآخرون (Cam et al., 2005)، حيث أكدوا جميعاً أن هناك علاقة إرتباطية بين جين (ACE/II/ID) والتحمل اللاهوائي.

ويعزو الباحثون أن هناك تنوع جيني ACE II/ID حيث ساد ظهور النظير الجيني II يليه النظير الجيني ID وهذا يدل على إمتلاك الاعبين الألياف الحمراء الخاصـــة بالتحمل والتي تشـــتمل على محتوى

مرتفع من الميوجلوبين، وعدد أكبر من الميتوكوندريا والشعيرات الدموية، وتتميز بكفاءة أكبر في إنتاج ثلاثي فوسفات الأدينوسين ATP بطريقة هوائية ولا هوائية.

منذو خمسة عشر عاما، وتعدد الأشكال للعامل الوراثي ACE I/ D كان الأول في الارتباط مع الأداء البشري، وجين ACE جزء من جين للأنجيوتنسين-1، وهي جزء من نظام رنين الأنجيوتنسين المسؤول عن السيطرة على ضغط الدم عن طريق تنظيم مستويات السوائل في الجسم، وجين ACE اليل(I) يمثل إدراج 287 ويترافق مع إنخفاض في الدم والأنسجة النشاط ACE بينما أليل(D) يرتبط مع إرتفاع في الدم والنشاط ACE الأنسجة، وجين ACE/II الوراثي يرتبط باستمرار مع أداء التحمل وزيادة الكفاءة العملية في حين يرتبط النمط الجيني DD مع قوة وأداء الطاقة. (Guth & Roth, 2013)

أن متوسط أداء العدائين القوقازيين الذين يحملون النمط الجيني ACE/DD حققوا افضل سرعة في مسافة 400م وقت الجري من الذين يحملون النمط الجيني ACE/II. (Papadimitriou et al., 2016)

يتواجد نظام رنين الأنجيوتنسين The renin-angiotensin system (RAS) في عضلات العمود الفقري والذي يؤثر على الأداء الوظيفي، حيث أرتبط التنوع الجيني ACE/II بمقاومة الإرهاق في العضلة الفقرية وبأداء التحمل، حيث يزداد تكرار النظير الجيني II بين متسابقي المسافات الطويلة المتميزين ولاعبي التجديف وبين متسلقي الجبال. (حشمت وأحمد، 2010م)

أصبح تعدد الأشكال من جين الأنجيوتنسين الإنزيم المحول الأول ACE أول عنصر وراثي يظهر في التأثير بشكل كبير على الأداء البشري، ونظام RAS موجود ليس فقط كمنظم الغدد الصماء، ولكن أيضا في الأنسجة والخلايا المحلية، حيث أرتبط الأليل (I/D) مع تحسينات في الأداء ومدة التمرين في مجموعة متنوعة من السكان، وقد وجد أليل (I) دائما مرتبط مع الأحداث الموجهة للتحمل، وفي الوقت نفسه، ويرتبط أليل(D) مع السرعة والقوة، والتي عثر عليها في فائض كبير بين السباحين النخبة. (Puthucheary et al., 2011)

أن الأنماط الجينية ACE /DD تفيد الرياضيين في الأنشطة التي تتطلب القوة والسرعة، في حين أن النمط الجيني ACE II قد يفيد الرياضيين في أنشطة التحمل. (Dionísio et al., 2017)

توصلت دراسة " جرندا وآخرون (Grenda et al., 2014) بعنوان" الاختلافات الجينية بين تفاعل ACE I/D وACTN3 R557X في تنافسية السباحين البولنديين، فإن التحليل يشير إلى أن الأليلات ACE I وACTN3 X قد يكون مفيداً للسباحين الذين يتنافسون في سباقات المسافات الطويلة. (Grenda et al., 2014)

يتفق كل من "بثيوشيري واخرون" (Puthucheary et al., 2011) باباديميتريو وآخرون(Papadimitriou et al., 2009) أن القدرات الرياضية للرياضيين تنتج من تفاعل التباين الوراثي مع المثيرات البيئية، وتعدد الأنماط لجينACE/ID هو واحد من هذه العوامل الوراثية أليل D تميل إلى أن

تكون مرتبطة مع أداء ســـرعة العدو، وأليل I مع رياضـــات التحمل ولا تزال الآليات الكامنة وراء مثل هذه الملاحظات استكشاف غير كاف. (Papadimitriou et al., 2009; Puthucheary et al., 2011)

توضـــح دراســـة "طومســـون وآخرون (Thompson et al., 2006) أن جين ACE يؤثر على التدريبات الهوائية وتفوق التحمل للتدريبات الهوائية. (Thompson et al., 2006)

أن توزيع النظير الجيني ACE/DD يرتبط بصفة أساسية بالأداء البدني لمدة قصيرة بينما الأليل ACE II يرتبط بشكل أكبر بالمسافات الطويلة منها عنصر التحمل حيث أن النمط الجيني ACE/II يعمل على زيادة الألياف الحمراء وزيادة الشـــعيرات الدموية والذي يكون له دور كبير في المســـافات الطويلة بينما النمط الجيني ACE/ID للاعبي المسافات المتوسطة بينما النمط الجيني ACE/DD يؤثر على حجم الليفة العضلية بزيادة الألياف البيضاء. (Cam et al., 2005)

تتفق نتائج دراســة كل من " كاسـيكسـيوجلو (Kasikcioglu et al., 2004) ودراسـة تسـيانوس وآخرون (Tsianos et al., 2005) إلى وجود نوعين رئيســين من الألياف العضــلية النوع الأول تفضــل إســتخدام الأليل (I) وهي الألياف الحمراء والمســماة الألياف البطيئة والتي تتميز بوجود لون داكن أو أحمر عند صــبغتها بجانب عدد كبير من المايوجلوبين الميتوكوندريا وهذا النوع متوفر في التنوع الجيني ACE/II أما بالنسبة للألياف العضلية من النوع الثاني تفضل إستخدام الأليل (D) فهي الألياف السريعة البيضاء فأهم ما يميزها قلة الصبغة مما يجعلها بيضاء اللون وكبر حجمها بجانب قلة الأوعية الدموية الميتوكوندريا وكذلك المـايوجلوبين وتعتمـد على الجليكوجين وتكوين حمض اللاكتيـك في عمليـات الأيض اللاهوائي وهـذا النوع متوفر بوفرة في التنوع الجيني ACE/DD أي الجين القصير. (Kasikcioglu et al., 2004; Tsianos et al., 2005)

كما يرى كل من "جوث، روث" (Guth & Roth, 2013)هناك نوعين من الجينات ACE/ II ACTN3/RR المرتبطــة بــاســـتمرار مع الاداء البــدني، فجين ACE/II مرتبط مع عنصـــر التحمل،ACTN3/RR مرتبط بعنصـر القوة والسـرعة، فالصـورة الجينية المناسـبة عند اقترانها ببيئة التدريب الأمثل تكون ذات أهمية للأداء الرياضـــي، والاختبارات الجينية يمكن أن تكون مفيدة في حماية الرياضـــيين الشــباب من التعرض للإصــابات الخطيرة، والقليل من المعلومات المتاحة عن الإرتباط للتنوع الجيني للأداء الرياضـي للرياضـيين الشباب غير أن الاختبارات الجينية أصـبحت أكثر شـيوعاً كوسـيلة لتحديد المواهب أكثر من طرق إختيار المواهب التقليدية للإنتقاء. (Guth & Roth, 2013)

يذكر كل من" حســين أحمد حشــمت، نادر محمد شــلبي (2003م) نقلاً عن دراســة" نزاروف واخرون"(Nazarov et al., 2001) والتي قام فيها الباحثون بتحليل جيني لثلاث مجموعات من المتسـابقين (مسـافات قصـيرة – متوسـطة – وطويلة)، وربط الأداء بجين إنزيم انقلاب الأنجيوتنسـين (ACE/DD/II and ID) وتوصل الباحثون الى أن النمط الجيني ACE/DD يرتبط بحجم الليفة العضلية (مسافات قصيرة)

بزيادة الألياف البيضاء وزيادة الحجم العضلي، مرتبطاً بمستوى إنزيم الأنجيوتنسين2 (And II) في الدم، وساد النمط الجيني ACE–II في لاعبي المسافات الطويلة، والنمط الجيني ACE/ID في لاعبي المسافات المتوسطة. (حشمت و شلبي، 2003م)(Nazarov et al., 2001)

أن التنوع الجيني (ACE/II) يتواجد نظام (RAS) في عضلات العمود الفقري والذي يؤثر على الأداء الوظيفي، حيث ارتبط التنوع الجيني ACE/II بمقاومة الإرهاق في العضلة الفقرية وبأداء التحمل، حيث يزداد تكرار النظير الجيني(II) بين متسابقي المسافات الطويلة المتميزين ولاعبي التجديف وبين متسلقي الجبال، كما أن التنوع الجيني ACE/DD يرتبط بلاعبي القفز ومع تدريبات إكتساب القوة ومع زيادة سمك البطين الأيسر وبالتالي زيادة الدفع القلبي ويزداد تكرار النظير الجيني (DD) بين متسابقي المسافات القصيرة، ويرتبط بتضخم البطين الأيسر وذلك لتأثير (Ang II) أو إنخفاض عامل النمو المثبط للكينين ، ويزداد هذا التنوع بين لاعبي رياضات القوة ورياضيين المسافات القصيرة وحمل الأثقال والمسافات القصيرة في السباحة، وبالأداء البدني لمدة قصيرة. (حشمت و أحمد، 2010)

ومن خلال العرض السابق يستخلص الباحثون أن الجينات تحدد لنا مختلف الصفات والخصائص التي تفرق بين الأفراد وأن الاختلافات الجينية التي تميز فرداً عن آخر هي التي تؤثر فيما بعد على أدائه بوجه عام أون الجينات عامل هام وأساسي في ظهور المواهب الرياضية، ومن خلال التحليل الجيني لعينة البحث وجد التنوع الجيني ACE I/D حيث ساد النظير الجيني II يليه النظير الجينيID بينما لم يظهر النظير الجيني ACE DD.

الإستخلاصات والتوصيات

أولاً: الإستخلاصات:

إعتماداً على ما توصل إلية الباحثون من نتائج في حدود عينة البحث والمنهج المستخدم وفي نطاق أهداف البحث وفي ضوء المعالجات الإحصائية لهذه البيانات ومن خلال مناقشة النتائج وتفسيرها تمكن الباحثون من الإستخلاصات التالية:

1- أظهرت النتائج وجود ارتباطات قوية للجين ACE الأليل II بنسبة بلغت 0.44، كما ظهر الجين ACE الأليل ID بنسبة بلغت 0.56، ولم يظهر الجين ACE الأليل DD.

2- أظهرت النتائج وجود إرتباطات طردية قوية بين القياسات الإنثروبومترية وبعض القياسات الفسيولوجية ضغط الدم الإنقباضي، كما يوجود إرتباط عكسي بين نسبة

الـدهون ومؤشـر كتلـة الجسـم مـع جـين ACE، بينمـا لا يوجـد إرتبـاط بـين بـاقي القياسـات الأخرى قيد البحث مع جين ACE.

ثانياً: التوصيات:

في ضوء نتائج هذا البحث وفي حدود القياسات التي تم إجراؤها لعينة البحث وما أسفرت عنها من نتائج ووفقاً لما اتبعه الباحثون من إجراءات وفي ضوء عينة البحث يوصون بما يلي:

1- إنتقاء اللاعبين في الأنشـطة التي تتطلب التحمل اللاهوائي (المسـافات الطويلة والمتوسـطة) على أسـاس النمط الجيني ACE/ II/ID ، بينما يتم إنتقاء اللاعبين في الأنشـطة التي تتطلب التحمل اللاهوائي (المسافات القصيرة) على أساس النمط الجيني ACE/ DD.

2- إســتخدام تقنية البيولوجيا الجزيئية وذلك من خلال إجراء الإختبارات الخاصــة بتحليل الحامض النووي الديوكسي الريبوزي DNA لتحديد الأنماط الجينية للاعبين وإستخدامها في عملية الإنتقاء الرياضي الحديث.

المراجع العربية والأجنبية

أولاً: المراجع العربية:

1- **حسين أحمد حشمت، ونادر محمد شلبي"(2003)**: الوراثة في الرياضة، دار الكتاب للنشر، القاهرة.

2- **حسـين أحمد حشـمت، عبدالكافي عبدالعزيز أحمد (2010م)**: مرجع التكنولوجيا الحيوية والمنشـطات الجينية في المجال الرياضي، دار الكتب الوطنية – بنغازي، ليبيا.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

3- Ahmetov, II, Egorova, E. S., Gabdrakhmanova, L. J., & Fedotovskaya, O. N. (2016). Genes and Athletic Performance: An Update. *Med Sport Sci*, *61*, 41-54. https://doi.org/10.1159/000445240

4- Ahmetov, II, Hall, E. C. R., Semenova, E. A., Pranckevičienė, E., & Ginevičienė, V. (2022). Advances in sports genomics. *Adv Clin Chem*, *107*, 215-263. https://doi.org/10.1016/bs.acc.2021.07.004

5- Cam, F. S., Colakoglu, M., Sekuri, C., Colakoglu, S., Sahan, C., & Berdeli, A. (2005). Association between the ACE I/D gene polymorphism and physical performance in a homogeneous non-elite cohort. *Can J Appl Physiol*, *30*(1), 74-86. https://doi.org/10.1139/h05-106

6- Dionísio, T. J., Thiengo, C. R., Brozoski, D. T., Dionísio, E. J., Talamoni, G. A., Silva, R. B., Garlet, G. P., Santos ,C. F., & Amaral, S. L. (2017). The influence of genetic polymorphisms on performance and cardiac and hemodynamic parameters among Brazilian soccer players. *Appl Physiol Nutr Metab*, *42*(6), 596-604. https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0608

7- Grenda, A., Leońska-Duniec, A., Kaczmarczyk, M., Ficek, K., Król, P., Cięszczyk, P., & Zmijewski, P. (2014). Interaction Between ACE I/D and ACTN3 R557X Polymorphisms in Polish Competitive Swimmers. *J Hum Kinet*, *42*, 127-136. https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0067

8- Guth, L .M., & Roth, S. M. (2013). Genetic influence on athletic performance. *Curr Opin Pediatr*, *25*(6), 653-658. https://doi.org/10.1097/MOP.0b013e3283659087

9- Kasikcioglu, E., Kayserilioglu, A., Ciloglu, F., Akhan, H., Oflaz, H., Yildiz, S., & Peker, I .(2004) . Angiotensin-converting enzyme gene polymorphism, left ventricular remodeling, and exercise capacity in strength-trained athletes. *Heart Vessels*, *19*(6), 287-293. https://doi.org/10.1007/s00380-004-0783-7

10- La Montagna, R., Canonico, R., Alfano, L., Bucci, E ,.Boffo, S., Staiano, L., Fulco, B., D'Andrea, E., De Nicola, A., Maiorano, P., D'Angelo, C., Chirico, A., De Nicola, A., & Giordano, A. (2020). Genomic analysis reveals association of specific SNPs with athletic performance and susceptibility to injuries in professional soccer players. *J Cell Physiol*, *235*(3), 2139-2148. https://doi.org/10.1002/jcp.29118

11- Meckel, Y., Ben-Zaken, S., Nemet, D., Dror, N., & Eliakim, A. (2014). Practical uses of genetic profile assessment in athletic training - an illustrative case study. *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis*, *20*, 25-39. https://doi.org/10.12697/akut.2014.20.03

12- Nazarov, I. B., Woods, D. R., Montgomery, H. E., Shneider, O. V., Kazakov, V. I., Tomilin, N. V., & Rogozkin, V. A. (2001). The angiotensin converting enzyme I/D polymorphism in Russian athletes. *Eur J Hum Genet*, *9*(10), 797-801. https://doi.org/10.1038/sj.ejhg.5200711

13- Orysiak, J., Mazur-Różycka, J., Busko, K., Gajewski, J., Szczepanska, B., & Malczewska-Lenczowska, J. (2018). Individual and Combined Influence of ACE and ACTN3 Genes on Muscle Phenotypes in Polish Athletes. *J Strength Cond Res*, *32*(10), 2776-2782. https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001839

14- Papadimitriou, I. D., Lucia, A., Pitsiladis, Y. P., Pushkarev, V. P., Dyatlov, D. A., Orekhov, E. F., Artioli, G. G., Guilherme, J. P., Lancha, A. H., Jr., Ginevičienė, V., Cieszczyk, P., Maciejewska-Karlowska, A., Sawczuk, M., Muniesa, C. A., Kouvatsi, A., Massidda, M., Calò, C. M., Garton, F., Houweling, P. J., . . . Eynon, N. (2016). ACTN 3R577X and ACE I/D gene variants influence performance in elite sprinters: a multi-cohort study. *BMC Genomics*, *17*, 285. https://doi.org/10.1186/s12864-016-2462-3

15- Papadimitriou, I. D., Papadopoulos, C., Kouvatsi, A., & Triantaphyllidis, C. (2009). The ACE I/D polymorphism in elite Greek track and field athletes. *J Sports Med Phys Fitness*, *49*(4), 459-463 .

16- Pereira, A., Costa, A. M., Izquierdo, M., Silva, A. J., Bastos, E., & Marques, M. C. (2013). ACE I/D and ACTN3 R/X polymorphisms as potential factors in modulating exercise-related phenotypes in older women in response to a muscle power training stimuli. *Age (Dordr)*, *35*(5), 1949-1959. https://doi.org/10.1007/s11357-012-9461-3

17- Puthucheary, Z., Skipworth, J. R., Rawal, J., Loosemore, M., Van Someren, K & ,.Montgomery, H. E. (2011). The ACE gene and human performance: 12 years on. *Sports Med*, *41*(6), 433-448. https://doi.org/10.2165/11588720-000000000-00000

18- Semenova, E. A., Fuku, N., & Ahmetov, I. I. (2019). Chapter Four - Genetic profile of elite endurance athletes. In D. Barh & I. I. Ahmetov (Eds.), *Sports, Exercise, and Nutritional Genomics* (pp. 73-104). Academic Press. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816193-7.00004-X

19- Thompson, P. D., Tsongalis, G. J., Ordovas, J. M., Seip, R. L., Bilbie, C., Miles, M., Zoeller, R., Visich, P., Gordon, P., Angelopoulos, T. J., Pescatello, L., & Moyna, N. (2006). Angiotensin-converting enzyme genotype and adherence to aerobic exercise training. *Prev Cardiol*, *9*(1), 21-24. https://doi.org/10.1111/j.1520037-x.2006.04367.x

20- Tsianos, G., Eleftheriou, K. I., Hawe, E., Woolrich, L., Watt, M., Watt, I., Peacock, A., Montgomery, H., & Grant, S. (2005). Performance at altitude and angiotensin I-converting enzyme genotype. *Eur J Appl Physiol*, *93*(5-6), 630-633. https://doi.org/10.1007/s00421-004-1284-1

21- Youn, B. Y., Ko, S. G., & Kim, J. Y. (2021). Genetic basis of elite combat sports athletes: a systematic review. *Biol Sport*, *38*(4), 667-675. https://doi.org/10.5114/biolsport.2022.102864