

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

د/ جلال عبد الله سعد العلوي

أ.د/ عماد الدين شعبان علي

أ.د/ حسين أحمد حشمت

تاريخ القبول 5 / 2023/11

تاريخ الاستلام 10 / 2023/9

ملخص البحث

التعرف على العلاقة بين تنوع جين الأنجيوتنسين ACE II/ID/DD وبعض القياسات الأنثروبومترية 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 اسبوط. **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 الأنثروبومترية وبعض القياسات الفسيولوجية ضغط الدم الإنقباضي، كما يوجد 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 enzyme ACE II/ID/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 الرياضي 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 دوراً رئيسياً في الأداء الرياضي والأنماط الظاهرية ذات الصلة 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 ممتازاً في رياضات معينة حتى مع نفس الحالة التدريبية والبدنية للآخرين ومن المعروف على نطاق واسع أن الموهبة الفطرية لكل رياضي هي أحد الأسباب المساهمة للنجاح في الرياضة ويتم تحديد جزء كبير من موهبة الفرد أو سماته من خلال العوامل الوراثية "الجينومات الرياضية". (Semenova et al., 2019) (Youn et al., 2021)

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

يختلف البشر في قدرتهم على تحقيق النجاح في الأداء الرياضي ويعتمد هذا الاختلاف في الغالب على عوامل وراثية ففي السنوات الماضية تم العثور على ما لا يقل عن 155 علامة وراثية موجودة داخل جميع الكروموسومات وشريط DNA مرتبطة بوضع رياضي 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 المسؤولة عن نصف المتغيرات في الأداء البدني بين أفراد المجتمع وكذلك فهي مسؤولة عن نصف المتغيرات في الإستجابة للتدريب البدني، والجينات قد تكون أهم من التدريب في تفسير الفروق في الأداء بين اللاعبين وتعتبر عملية الإنتقاء والتعرف على المواهب من الأساسيات لخلق الرياضي المتميز. (حشمت و شلبي، 2003م)

جين الأنجيوتنسين المحول ACE Angiotensin Converting Enzyme

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 قيامه بتحفيز إزالة حمضين أمينيين (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) إلى (Ang/II)، أن تباين كثافة ACE بين التنوع الجيني (II/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 الارتباط مع الأداء البشري، وجين ACE جزء من جين للأنجيوتنسين-1، وهو 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 انخفاض 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 الارتباط للتنوع الجيني للأداء الرياضي للرياضيين الشباب غير أن الاختبارات الجينية أصبحت أكثر شيوعاً كوسيلة لتحديد المواهب أكثر من طرق اختيار المواهب التقليدية للإنتقاء. (Guth & Roth, 2013)

مشكلة البحث:

لاحظ الباحثون تفوق بعض اللاعبين في مسابقات ألعاب القوى في القدرات اللاهوائية وتفوق البعض الآخر في القدرات الهوائية ويرجع الباحثون هذا الاختلاف بين اللاعبين واستجاباتهم للتدريب إلى اختلاف بنائهم الجسمي والوظيفي نظراً لتنوع الجينات لديهم فقد أشارت نتائج بعض الدراسات العلمية كدراسة " ديونيسيوس 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 الارتقاء بمستوى الأداء ومن خلال ملاحظة الباحثون العلمية وجدو عدم قدرة لاعبي ألعاب القوى في كثير من السباقات الإحتفاظ بمستوى عال من التحمل خلال

السباقات وعدم إنهاؤها بمستوى عالي من الإنجاز، وسرعة ظهور التعب وإنخفاض المستوى الفني والرقمي لديهم، وتقيد الدراسات المسحية لقواعد البيانات المتعددة الورقية منها والإلكترونية والمتوفرة على شبكة الإنترنت التي تحاول دراسة التنوع الجيني لجين الأنجيوتنسين ACE وعلاقته ببعض القياسات الأنثروبومترية 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 للاعب القوي من خلال دراسة الجينات الوراثية المسؤولة 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 الأنجيوتنسين ACE I/D وعلاقته ببعض القياسات الأنثروبومترية والفسيولوجية لدى رياضي التحمل اللاهوائي كدالة للإنتقاء.

هدف البحث:

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

تساؤل البحث:

1- ما العلاقة بين تنوع جين الأنجيوتنسين ACE II/ID/DD وبعض القياسات الأنثروبومترية 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 أميين من أنجيوتنسين أحادي Angiotensin I ليتحول إلى أنجيوتنسين ثنائي Angiotensin II، 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 Angiotensin I إلى Angiotensin II. (حشمت و أحمد 2010م)

خطة وإجراءات البحث

أولاً: منهج البحث:

أستخدم الباحثون المنهج الوصفي (للدراست 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 اسبوط.

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 والانحراف 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	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	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 الانبساطي	ملم زنبقي	124	16	0.42	غير دال
13	ضغط الدم الانقباضي	ملم زنبقي	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 وتراوح 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 الزمني:

- تم سحب عينات الدم من تمام الساعة 8:00 صباحاً حتى الساعة 1:00 مساءً من صباح يوم الاثنين الموافق 2016/11/28م حتى يوم الاثنين الموافق 2016/12/13م بالإستاد الرياضي - جامعة أسيوط، وإرسالها لمعمل البيولوجيا الجزيئية - بجامعة أسيوط، لإجراء اختبار 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 باستخدام جهاز ساعة بولار polar watch.
- قياس ضغط الدم الانقباضي والانقباضي (في وقت راحة، بعد الجهد البدني): وقد تم القياس بواسطة طبيب متخصص باستخدام جهاز السفيجمومانوميتر Sphygmomanometer.
- قياس الحد الأقصى لإستهلاك الأكسجين VO_{2max} : وذلك باستخدام اختبار كوبر (12 ق).

2- القياسات الأنثروبومترية:

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

3- القياس الخاص بالتحمل اللاهوائي:

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

م	اسم الجهاز	موديل	هدف الإستخدام
-1	جهاز تانيتا TANITA	Tanita TBF 300A	التكوين الجسماني
-2	جهاز الرستاميتز 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، والانبساطي)
-5	ساعات إيقاف Stopwatch	RS-013	200م، 5000م، 12ق
-6	كمبيوتر محمول ASUS	TP500L	كتابة البحث
-7	جهاز التتوير 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	استخلاص Extraction
-10	جهاز biometra thermocycler	050- TPersonal	تفاعل وإستتساخ 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	الاسم	وحدة القياس
-1	مضمار العاب القوى (اللفة 400م قانوني)	متر
-2	سرنجات بلاستيكية 5سم تستخدم لمرة واحدة فقط	سم
-3	أنابيب اختبار زجاجية بها (Edita) مانعة للتجلط	سنتيمتر
-4	كولمن لحفظ الدم ونقله (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 باستخدام جهاز ساعة بولار polar watch
- قياس ضغط الدم في الراحة (الإنقباضي والإنبساطي)، وتم القياس بواسطة طبيب متخصص باستخدام جهاز السفيجمومانوميتر Sphygmomanometer.

القياسات الفسيولوجية بعد المجهود البدني:

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

ثانياً: القياسات الأنثروبومترية:

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

ثالثاً: اختبار التحمل اللاهوائي:

جري زمن 200 متر باستخدام ساعات إيقاف Stopwatch، مضمار ألعاب 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 تصميم البادئين (Primers) الخاص بجين الأنجيوتنسين 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 ميكرو لتر) من الدم في أنبوبة تجميع (1,5 مل).
- إضافة (300 ميكرو لتر) من محلول التحلل.
- عمل المزج بطريقة جهاز التدوير (Vortex) لمدة (15 ثانية).
- حضن العينات عند درجة حرارة الغرفة من (15- 25°) لمدة 10 دقائق.
- إضافة 300 ميكرو لتر من محلول البيندينج (Binding Buffer) ويتم مزجة بشكل خفيف بجهاز التدوير (Vortex).
- وضع الأسبين كولم (a Spin Column) في أنبوبة تجميع حجمها (2مل).
- نقل الجزء المتحلل من الدم على الأسبين كولم (a Spin Column) وتدويرها على جهاز السنترفيوج (Centrifuge) عند سرعة (13000/د) لمدة دقيقة.
- التخلص من المحلول الموجود في أنبوبة التجميع ثم نضيف الأسبين كولم (a Spin Column) في أنبوبة تجميع جديدة.
- إضافة (500 ميكرو لتر) من محلول غسيل (A) للأسبين كولم ثم يتم تدويرها على جهاز السنترفيوج (Centrifuge) لمدة (1) دقيقة عند سرعة (13000/د).
- التخلص من المحلول الموجود في أنبوبة التجميع ثم نضع الأسبين كولم (a Spin Column) في أنبوبة تجميع جديدة.
- إضافة (500 ميكرو لتر) من محلول الغسيل (B) للأسبين كولم (a Spin Column)، ثم وضعهم وتدويرهم على جهاز السنترفيوج (Centrifuge) لمدة (1) دقيقة عند سرعة (13000/د).
- التخلص من المحلول الموجود في أنبوبة التجميع ، ثم نضع الأسبين كولم (a Spin Column) في نفس أنبوبة التجميع الأولى مرة أخرى ، ثم تدويرها على جهاز السنترفيوج (Centrifuge) لمدة (1) دقيقة عند سرعة (13000/د).
- نقل الأسبين كولم (a Spin Column) إلى أنبوبة (1,5مل)، ثم نضيف (200 ميكرو لتر) من محلول الأنيوشن (Elution Buffer) على الأسبين كولم (a Spin Column).
- حضن الأنبوبة عند درجة حرارة الغرفة لمدة (1) دقيقة، ثم تدويرها لمدة (1) دقيقة عند سرعة (13000/د).
- جل الأجرز الكهربائي: agarose gel electrophoresis

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

الأساليب الإحصائية:

أستخدم الباحثون الأساليب الإحصائية التالية:

- 1- المتوسط الحسابي: بهدف قياس مدى قرب أو بعد البيانات عن تلك القيمة المركزية.
 - 2- الانحراف المعياري: بهدف التعرف على إنحرافات المشاهدات عن وسطها الحسابي.
 - 3- معامل ارتباط بيرسون: بهدف تعيين العلاقة بين متغيرين أو عدمها.
 - 4- اختبار كولمغروف-سميرنوف: بهدف التأكد من إعتدالية بيانات البحث ولتحديد اتجاه الإحصاء (البارامترى والابارامترى)
 - 5- مان ويتني لإيجاد دلالة لفروق بين مجموعتين: بهدف مقارنة بين عينتين مستقلتين عندما تكون البيانات العددية التي حولت إلى بيانات رتبية، وهو يستخدم في الإحصاء الابرامترى عوضاً عن اختبار "ت" في الإحصاء البارامترى.
- تم تمثيل البيانات باستخدام 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 نتائج العلاقة بين تنوع جين الأنجيوتنسين ACE I/D وبعض القياسات الإنشرومترية والفسيولوجية لدى رياضي التحمل اللاهوائي كدالة للإنتقاء.

ثانياً: مناقشة النتائج :

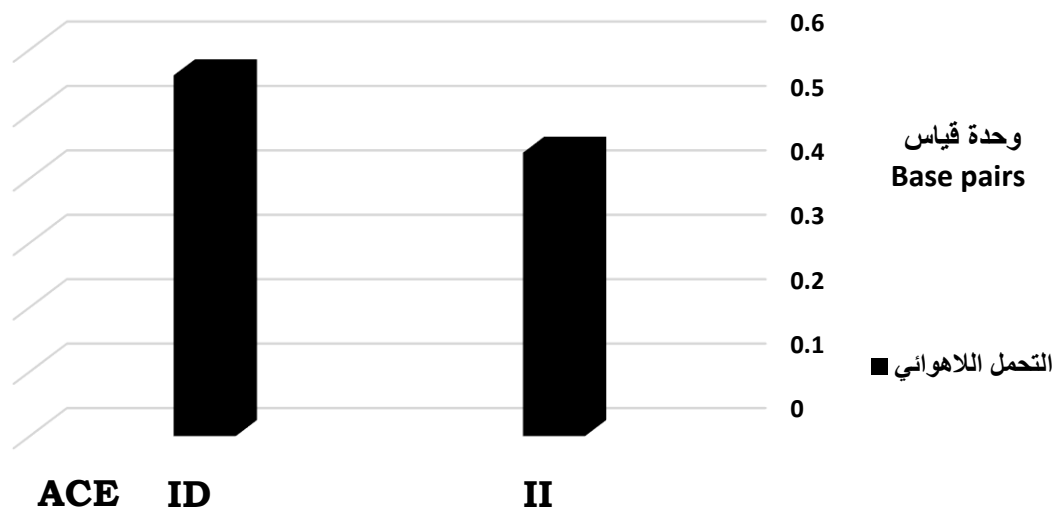
1- مناقشة نتائج التساؤل الذي ينص على: ما العلاقة بين تنوع جين الأنجيوتنسين ACE I/D وبعض القياسات الإنثروبومترية والفسيولوجية لدى رياضي التحمل اللاهوائي كدالة للإنتقاء؟
 أولاً: عرض نتائج العلاقة بين تنوع جين الأنجيوتنسين ACE I/D وبعض القياسات الإنثروبومترية والفسيولوجية لدى رياضي التحمل اللاهوائي كدالة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

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

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

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 ارتباط بيرسون بين جين ACE والقياسات الأنثروبومترية والقياسات الفسيولوجية (ن = 9)

م	القياسات	وحدة القياس	تركيز جين ACE	مستوى الدلالة
1	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	مؤشر كتلة الجسم BMI	كجم	-0.52	دال
	نسبة الدهون % FAT	منوية	-0.61	غير دال
	معدل النبض	ن/ق	0.12	غير دال
	ضغط الدم الإنقباضي	ملم زئبقي	0.25	غير دال
	ضغط الدم الإنقباضي	ملم زئبقي	0.56	دال

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

يتضح من جدول (5) وجود ارتباط طردي قوي بين القياسات الأنثروبومترية وبعض القياسات الفسيولوجية (ضغط الدم الإنقباضي) مع جين ACE حيث تراوحت قيمة "ر" المحسوبة ما بين (0.56: 0.90)، كما يتضح من الجدول السابق وجود ارتباط عكسي بين نسبة الدهون ومؤشر كتلة الجسم مع جين ACE حيث بلغت قيمة "ر" المحسوبة (-0.61) (-0.52)، كما لا يوجد ارتباط 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 الأنثروبومترية والفسيولوجية لدى رياضي التحمل اللاهوائي كدالة للإنتقاء؟

يتضح من جدول (5) وجود ارتباط طردي قوي بين القياسات الأنثروبومترية وبعض القياسات الفسيولوجية (ضغط الدم الإنقباضي) مع جين ACE حيث تراوحت قيمة "ر" المحسوبة ما بين (0.56: 0.90)، كما يتضح من الجدول السابق وجود ارتباط عكسي بين نسبة الدهون ومؤشر كتلة الجسم مع جين ACE حيث بلغت قيمة "ر" المحسوبة (-0.61) (-0.52)، كما لا يوجد ارتباط بين باقي القياسات الأخرى قيد البحث مع جين ACE حيث تراوحت قيمة "ر" المحسوبة ما بين (0.12: 0.25).

تتفق النتائج التي تم التوصل إليها مع نتائج دراسة كل من: دراسة "بثوشيري وآخرون (Puthuchery et al., 2011)، باباديميتريو وآخرون (Papadimitriou et al., 2016؛)، طومسون وآخرون (Thompson et al., 2006)، كام وآخرون (Cam et al., 2005)، حيث أكدوا جميعاً أن هناك علاقة ارتباطية بين جين (ACE/II/ID) والتحمل اللاهوائي.

ويعزو الباحثون أن هناك تنوع جيني ACE II/ID حيث ساد ظهور النمط الجيني II يليه النمط الجيني ID وهذا يدل على إمتلاك اللاعبين الألياف الحمراء الخاصة بالتحمل والتي تشتمل على محتوى

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

منذ خمسة عشر عاما، وتعد 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 و يترافق مع انخفاض 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 أفضل 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 الفخارية وبأداء التحمل، حيث يزداد تكرار النظرير الجيني II بين متسابقين المسافات الطويلة المتميزين ولاعبي التجديف وبين متسوقي 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. (Puthuchery 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 و ACTN3 R557X في تنافسية السباحين البولنديين، فإن التحليل يشير إلى أن الأليلات ACE I و ACTN3 X قد يكون مفيداً للسباحين الذين يتنافسون في سباقات المسافات الطويلة. (Grenda et al., 2014)

يتفق كل من "بثيوشيري وآخرون" (Puthuchery et al., 2011) باباديميتريو وآخرون (Papadimitriou et al., 2009) أن القدرات الرياضية للرياضيين تنتج من تفاعل التباين الوراثي مع المثبرات البيئية، وتعد الأنماط لجين ACE/ID هو واحد من هذه العوامل الوراثية أليل D تميل إلى أن

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

توضح دراسة "طومسون وآخرون" (Thompson et al., 2006) أن جين ACE يؤثر على التدريبات الهوائية وتفق 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 الشعيرات الدموية والذي يكون له دور كبير في المسافات الطويلة بينما النمط الجيني ACE/ID للاعبين المسافات المتوسطة بينما النمط الجيني ACE/DD يؤثر على حجم الليفة العضلية بزيادة الألياف البيضاء. (Cam et al., 2005)

تتفق نتائج دراسة كل من "كاسيكسيوجلو" (Kasikcioglu et al., 2004) ودراسة تسيانوس وآخرون (Tsianos et al., 2005) إلى وجود نوعين رئيسيين من الألياف العضلية النوع الأول تفضل استخدام الأليل (I) وهي الألياف الحمراء والمسماة الألياف البطيئة والتي تتميز بوجود لون داكن أو أحمر عند صبغتها بجانب عدد كبير من المايوجلوبيين الميتوكوندريا وهذا النوع متوفر في التنوع الجيني ACE/II أما بالنسبة للألياف العضلية من النوع الثاني تفضل استخدام الأليل (D) فهي الألياف السريعة البيضاء فأهم ما يميزها قلة الصبغة مما يجعلها بيضاء اللون وكبر حجمها بجانب قلة الأوعية الدموية الميتوكوندريا وكذلك المايوجلوبيين وتعتمد على الجليكوجين وتكوين حمض اللاكتيك في عمليات الأيض اللاهوائي وهذا 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 المرتبطة باستمرار مع الاداء البدني، فجين ACE/II مرتبط مع عنصر التحمل، ACTN3/RR مرتبط بعنصر القوة والسرعة، فالصورة الجينية المناسبة عند اقترانها 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 الارتباط للتنوع الجيني للأداء الرياضي للرياضيين الشباب غير أن الاختبارات الجينية أصبحت أكثر شيوعاً كوسيلة لتحديد المواهب أكثر من طرق اختيار المواهب التقليدية للإنتقاء. (Guth & Roth, 2013)

يذكر كل من "حسين أحمد حشمت، نادر محمد شلبي" (2003م) نقلاً عن دراسة "نزاروف وآخرون" (Nazarov et al., 2001) والتي قام فيها الباحثون بتحليل جيني لثلاث مجموعات من المتسابقين (مسافات قصيرة - متوسطة - وطويلة)، وربط الأداء بجين إنزيم انقلاب الأنجيوتنسين (ACE/DD/II and ID) وتوصل الباحثون إلى أن النمط الجيني ACE/DD يرتبط بحجم الليفة العضلية (مسافات قصيرة)

بزيادة الألياف البيضاء وزيادة الحجم العضلي، مرتبطاً بمستوى إنزيم الأنجيوتنسين 2 (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 الفخية وبأداء التحمل، حيث يزداد تكرار النظر الجيني (II) بين متسابقى المسافات الطويلة المتميزين ولاعبي التجديف وبين متساقى 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 النظر الجيني (DD) بين متسابقى 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 وأن الجينات عامل هام وأساسي في ظهور المواهب الرياضية، ومن خلال التحليل الجيني لعينة البحث وجد التنوع الجيني ACE I/D حيث ساد النظر الجيني II يليه النظر الجيني ID بينما لم يظهر النظر الجيني ACE DD.

الاستخلاصات والتوصيات

أولاً: الاستخلاصات:

إعتماداً على ما توصل إليه 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 الاستخلاصات 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 ارتباطات طردية قوية بين القياسات الإنثروبومترية وبعض القياسات الفسيولوجية ضغط الدم الإنقباضي، كما يوجد ارتباط عكسي بين نسبة

الدهون ومؤشر كتلة الجسم مع جين ACE، بينما لا يوجد ارتباط بين باقي القياسات 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 الأنشطة التي تتطلب التحمل اللاهوائي (المسافات الطويلة والمتوسطة) على أساس النمط الجيني ACE/ II/ID ، بينما يتم إنتقاء اللاعبين في الأنشطة التي تتطلب التحمل اللاهوائي (المسافات القصيرة) على أساس النمط الجيني ACE/ DD.
- 2- إستخدام تقنية البيولوجيا الجزيئية وذلك من خلال إجراء الإختبارات الخاصة 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- حسين أحمد حشمت، عبدالكافي عبدالعزيز أحمد (2010م): مرجع التكنولوجيا الحيوية والمنشطات 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., Brozowski, 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- Puthucherry, 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>