كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
الجامعة المستنصرية

الدراسات العليا /الماجستير
2026/2025

فسيولوجيا الجينات

للرياضيين

دراسة الجينات نقلت علوم الرياضة من العشوائية إلى الدقة. نحن لا نستطيع تغيير جيناتنا التي ولدنا بها، لكننا نمتلك القدرة -من خلال التدريب المنظم- على التحكم في كيفية عمل هذه الجينات لصالحنا

تعريف الجينات(The Genes)

الجين هو الوحدة الأساسية للوراثة في الكائنات الحية، ويتكون من:

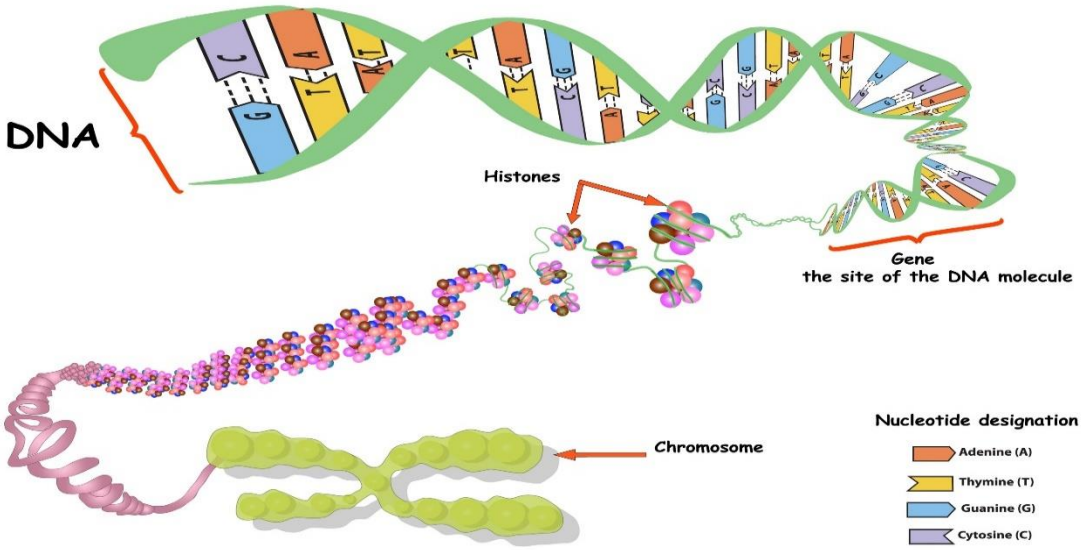
- تسلسل محدد من النيوكليوتيدات في الحمض النوويDNA
- يحمل المعلومات اللازمة لتصنيع البروتينات والجزيئات الوظيفية
- يشغل موقعاً محدداً على الكروموسوم

ويمكن تعريف الجين وظيفياً وكيميائياً:

- **التعريف الكيميائي** :هو تسلسل محدد من القواعد النيتروجينية (A, T, C, G) ضمن شريط الDNA ، يحمل شفرة بناء بروتين معين أو جزيء RNA وظيفي.
- **التعريف الوظيفي** :هو "المخطط الهندسي (Blueprint) "الذي يوجه الخلية لبناء البروتينات المسؤولة عن صفاتنا الظاهرية والفسيولوجية (مثل نوع الألياف العضلية، كفاءة الإنزيمات، وسعة الرئتين).

والجينات البشرية هي أجزاء من الحمض النووي (DNA) داخل كل خلية، تعمل كتعليمات تحدد الصفات الجسدية والبيولوجية مثل لون العينين والجنس، وتنتقل من الآباء إلى الأبناء. تُشفر الجينات البروتينات التي تُستخدم في بناء وإصلاح الجسم، ويحتوي كل شخص على ما يقرب من 20,000 جين في 23 زوجًا من الكروموسوما

THE GENE IS A UNIT OF HEREDITY



THE GENE IS A UNIT OF HEREDITY الجين هو وحدة الوراثة

DNA الحمض النووي(DNA) يشير إلى جزيء الحمض النووي المزدوج الحلزوني.

Histones الهستونات تشير إلى البروتينات التي يلتف حولها الحمض النووي.

Gene الجين يشير إلى المنطقة المحددة من الحمض النووي.

the site of the DNA molecule موقع جزيء الحمض النووي تصف ماهية الجين.

Chromosome الكروموسوم يشير إلى الهيكل النهائي الملتف بشدة.

Nucleotide designation تسمية النيوكليوتيدات عنوان لمفتاح الألوان الموضح في الأسفل.

Adenine (A) الأدينين(A) إحدى قواعد الحمض النووي الأربعة.

Thymine (T) الثايمين(T) إحدى قواعد الحمض النووي الأربعة.

Guanine (G) الجوانين(G) إحدى قواعد الحمض النووي الأربعة.

Cytosine (C) السيتوزين ((C إحدى قواعد الحمض النووي الأربعة.

أهمية دراسة الجينات(The Importance)

لماذا ندرس الجينات في علوم الرياضة والفسيولوجيا؟

1. **فهم الفروق الفردية** :تفسير لماذا يستجيب رياضي لبرنامج تدريبي معين بزيادة عضلية ضخمة، بينما لا يستجيب رياضي آخر لنفس البرنامج.
2. **الانتقاء الرياضي :(Talent ID)** التنبؤ بالإمكانيات البيولوجية للطفل (هل هو ملائم للرياضات الانفجارية أم رياضات التحمل).
3. **الوقاية من الإصابات** :تحديد الاستعداد الوراثي لضعف الأوتار أو هشاشة العظام.
4. **الطب الشخصي :(Personalized Medicine)** تصميم برامج غذائية وتدريبية مفصلة بناءً على الخريطة الجينية للفرد.

المجالات التطبيقية لدراسة الجينات:

1- المجال الطبي:

- التشخيص المبكر للأمراض الوراثية
- العلاج الجيني للأمر المستعصية
- الطب الشخصي وفق التركيب الجيني

2- المجال الرياضي:

- تحديد الاستعدادات الرياضية
- تصميم برامج تدريبية مخصصة
- تحسين الأداء الرياضي والوقاية من الإصابات

3- المجال العلمي:

- فهم آليات التطور والتنوع البيولوجي
- تطوير التقنيات الحيوية والهندسة الوراثية

الفروق بين مفهوم الجين –الكرموسوم – الوراثة (Genes vs. Chromosomes vs. Heredity)

المصطلح	المفهوم	الوظيفية	التشبيه (للتبسيط)
الجين(Gene)	الوحدة الوظيفية مقطع من .(DNA) وحدة وراثية أساسية تحمل معلومات صفة محددة	ترميز البروتينات والتحكم في الصفات	"الجملة" المكتوبة داخل الكتاب.
الكروموسوم (Chromosome)	هيكل مكثف يحمل الـDNA والبروتينات (الهستونات). يوجد لدى البشر 23 زوجاً.	تنظيم وتغليف المادة الوراثية	"المجلد" الذي يحوي آلاف الجمل.
الوراثة(Heredity)	العملية البيولوجية لانتقال الصفات من الآباء للأبناء.	نقل المعلومات الجينية عبر الأجيال	عملية "نسخ وتوريث" الكتب للأجيال القادمة.

أنواع الجينات(Types of Genes)

لا تعمل جميع الجينات بنفس الطريقة، ويمكن تصنيفها وظيفياً إلى:

1. **الجينات البنائية :(Structural Genes)** تشفر لبناء بروتينات هيكلية (مثل "الأكتين" و"الميوسين" في العضلات، أو الكولاجين في الأوتار).
2. **الجينات التنظيمية :(Regulatory Genes)** تعمل كـ "مفاتيح تشغيل وإيقاف". هي التي تحدد متى و كم يتم إنتاج البروتين. (هذا النوع هو الأهم عند الحديث عن التكيف مع التدريب).
3. **جينات الميتوكوندريا :(Mitochondrial DNA)** تورث من الأم فقط، وهي مسؤولة عن كفاءة إنتاج الطاقة(ATP) ، ولها دور حاسم في رياضات التحمل.

-**الجينات ذات الاختصاص الرياضي: مثال على ذلك**

- **جين :ACTN3 - Alpha-actinin-3** يؤثر على إنتاج بروتين الأكتينين في الألياف العضلية سريعة الانقباض

الوظيفة :يرمز هذا الجين لبروتين "ألفا-أكتينين-3"، والذي يتواجد بشكل أساسي في **ألياف العضلات سريعة الانقباض** .(Fast-twitch muscle fibers)هذه الألياف مسؤولة عن الانقباضات العضلية السريعة والقوية.

- **الارتباط بالأداء:**
  - **متغير :R** يرتبط وجود هذا المتغير النمط الجيني RR أوRX بقدرات رياضات **القوة والسرعة**، مثل رفع الأثقال، والركض السريع (العدو)، وكمال الأجسام. يمتلك معظم الرياضيين النخبة في هذه المجالات هذا المتغير.
  - **متغير :X** يرتبط هذا المتغير النمط الجينيXX بشكل أكبر بأداء جيد في رياضات **التحمل الهوائي**، حيث يشير إلى كفاءة أعلى في استخدام الأكسجين، ولكنه يقلل من القدرة على إنتاج القوة السريع

- **جين :ACE** يؤثر على كفاءة الدورة الدموية واستهلاك الأكسجين:

- الوظيفة :يشارك هذا الجين في تنظيم ضغط الدم وحجم السوائل في الجسم، ويلعب دوراً في كفاءة الدورة الدموية والأيض العضلي.
- الارتباط بالأداء:
  - متغير :(Deletion) **D** يرتبط بزيادة نشاط الإنزيم ويرتبط بصفات القوة والسرعة والأداء اللاهوائي.
  - متغير :(Insertion) **I** يرتبط بانخفاض نشاط الإنزيم ويرتبط بصفات التحمل الهوائي والقدرة على الأنشطة طويلة الأمد، مثل الجري لمسافات طويلة والسباح

- **جينPPAR** :يتحكم في تكوين الألياف العضلية واستقلاب الطاقة:

جين PPAR (Peroxisome proliferator-activated receptor) هو عائلة من الجينات التي تلعب أدوارًا حيوية في تنظيم مجموعة واسعة من العمليات البيولوجية، بما في ذلك:

استقلاب الطاقة (الأيض): تنظم مستقبلات PPARs عملية التمثيل الغذائي للكربوهيدرات والدهون، مما يؤثر على كيفية استخدام الجسم للطاقة وتخزينها.

تكوين الألياف العضلية: تشارك مستقبلاتPPARs ، وخاصة نوع(PPARδ) PPAR delta ، في تحديد نوع الألياف العضلية (سريعة أو بطيئة التقلص) وتعزيز الأداء العضلي والقدرة على التحمل.

باختصار، يمكن القول إن جينات PPAR هي بمثابة مفاتيح تحكم رئيسية في توازن الطاقة في الجسم وفي بنية ووظيفة العضلات.

- **جين الميوستاتين :(Myostatin gene)** الطفرات أو المتغيرات في هذا الجين يمكن أن تزيد بشكل كبير من كتلة العضلات وقوتها، نظراً لدوره في تثبيط نمو العضلات الطبيعي

أهمية الجينات للرياضيين(Genetics in Sports)

1- اكتشاف المواهب والتوجيه المبكر(Talent Identification)

- **تحديد الاستعداد الفطري :تحليل الجينات يساعد في تحديد الأطفال الذين يمتلكون ملفًا جينيًا يشير إلى إمكانات عالية في رياضات معينة (مثل القوة، التحمل، السرعة).**
- **توجيه المسار الرياضي :بدلاً من تجربة رياضات عشوائية، يمكن توجيه الرياضي الشاب نحو الرياضة التي تناسب تركيبه الجيني، مما يزيد من فرص نجاحه ويوفر الوقت والجهد.**

2- .التدريب الشخصي والدقيق(Personalized Training)

- **استجابة الجسم للتدريب :تختلف استجابة الأجسام للتمارين. بعض الجينات) مثل جين (ACTN3ترتبط بأداء القوة والانفجار العضلي، بينما أخرى) مثل جين (ACE ترتبط بقدرة التحمل. معرفة هذا يساعد في تصميم برامج تدريبية فردية.**
- **تجنب الإفراط في التدريب :بعض الجينات قد تجعل الرياضي أكثر عرضة للإرهاق أو الإصابة عند زيادة الحمل التدريبي. المعرفة الجينية تسمح بضبط شدة التدريب بشكل أمثل.**

3- الوقاية من الإصابات وإدارة الصحة:

- تحديد مخاطر الإصابة :هناك جينات مرتبطة بزيادة خطر تمزق الأربطة مثل جين (COL1A1 أو إصابات الوتر. معرفة هذه المخاطر تسمح ببرامج وقائية مكثفة (تمارين تقوية، إطالات محددة).
- سرعة التعافي :تتحكم الجينات في الاستجابة الالتهابية وسرعة إصلاح الأنسجة. فهم هذا يساعد في تخصيص برامج التعافي والتغذية بعد المجهود.

4- التغذية المخصصة(Personalized Nutrition)

- استقلاب العناصر الغذائية :تختلف قدرة الأجسام على امتصاص واستخدام الفيتامينات) مثل فيتامين (D والمعادن والكربوهيدرات والدهون بناءً على الجينات.
- الترطيب وتوازن الأملاح :بعض الجينات تؤثر على كيفية تعامل الجسم مع الصوديوم والبوتاسيوم، مما يساعد في وضع استراتيجيات ترطيب مثلى للرياضيين، خاصة في الرياضات طويلة المدة.

5- تحسين الأداء والمنافسة على أعلى المستويات:

- التفاصيل الدقيقة :في المستويات التنافسية العالية، حيث تكون الفروق بين الفائزين ضئيلة، يمكن أن يوفر التحليل الجيني تلك النسبة الإضافية من الأداء من خلال تحسين كل جانب من التدريب والتغذية والتعافي.
- التكيف مع المرتفعات :بعض الجينات مثلEPAS1 تجعل الرياضيين أكثر قدرة على التكيف مع التدريب في المرتفعات، وهو أمر حاسم في رياضات التحمل.

6- التنبؤ بالأمراض المرتبطة بالرياضة:

- صحة القلب :يمكن أن تكشف الجينات عن استعدادات لأمراض قد تتفاقم بالتدريب المكثف، مثل اعتلال عضلة القلب.

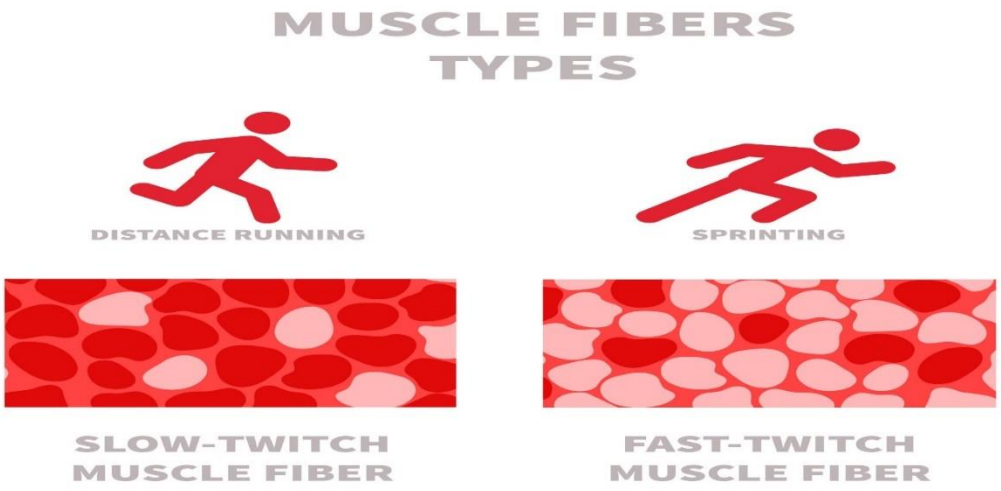
- **صحة العظام والمفاصل :معرفة الاستعداد لهشاشة العظام أو التهاب المفاصل يساعد في اتخاذ إجراءات وقائية طويلة المدى.**

أمثلة على جينات ذات أهمية للرياضيين:

اسم الجين	الدور الرياضي المرتبط به
ACTN3	يُعرف بـ "جين السرعة"، يرتبط بقدرة العضلات على الانقباض السريع والقوة الانفجارية.
ACE	يؤثر على كفاءة نظام القلب والأوعية الدموية واستخدام الأكسجين (التحمل).
PPARA	يلعب دورًا في استقلاب الدهون وقدرة التحمل.
AMPD1	يؤثر على استجابة العضلات للإجهاد عالي الكثافة وتقليل التعب.
COL5A1	يرتبط بمرونة الأربطة وخطر الإصابة بتمزق الأربطة.

ملاحظة مهمة

1. **الجينات هي فقط جزء من المعادلة. النجاح الرياضي يعتمد أيضًا على العوامل البيئية مثل التدريب الجيد، التغذية، الدعم النفسي، والعزيمة.**
2. **التكلفة والإمكانية :لا يزال التحليل الجيني مكلفًا وغير متاح للجميع.**
3. **_الجينات تمثل "الإمكانية(Potential) " ، لكن البيئة والتدريب هما من يحققان هذه الإمكانية.**



تأثير التدريب الرياضي على الجينات(Epigenetics)

هل يغير التدريب جيناتنا؟

الإجابة: لا يغير التدريب تسلسل الDNA ، ولكنه يغير التعبير الجيني .(Gene Expression) وهذا ما يسمى بـ علم التخلق.(Epigenetics)

- كيف يحدث ذلك؟

عندما يمارس الرياضي تدريباً شاقاً، تفرز الخلية إشارات كيميائية تقوم بعملية (Methylation) أو تعديل للهستونات، مما يؤدي إلى "فتح" جينات كانت مغلقة (مثل جينات بناء ميتوكوندريا جديدة) أو "غلق" جينات أخرى. بمعني

1. **التدريب الرياضي هو "مفتاح تشغيل" للجينات الصحية** :لا يغير الجينات ، لكنه يوقظ الجينات المفيدة ويسكت الجينات الضارة.
2. **التأثير تراكمي وقابل للعكس** :تحتاج إلى الاستمرارية في التدريب للحفاظ على هذه التغيرات التخلقية الإيجابية. إذا توقفت، تعود أنماط التعبير الجيني إلى حالتها السابقة.

3. **تطبيقات مستقبلية** :فهم هذه الآليات يمكن أن يساعد في تطوير برامج تدريب شخصية بناءً على التركيب الجيني للفرد (الطب الدقيق)، وتحسين علاجات الأمراض المزمنة باستخدام الرياضة كدواء.

أي ان في كل مرة تمارس فيها الرياضة، أنت لا تقوي فقط عضلاتك وقلبك، بل تقوم **بإعادة برمجة حمضك النووي على المستوى الجزيئي** .

النشاط البدني، يمكن أن تغير طريقة **تعبير** هذه الجينات دون تغيير تسلسل الحمض النووي DNA نفسه. هذا المجال يسمى **علم التخلق** .**(Epigenetics)** التدريب الرياضي هو أحد أقوى المؤثرات التخلقية.

الآليات الأساسية: كيف يؤثر التدريب على الجينات؟

التأثيرات الفسيولوجية الملموسة على أجهزة الجسم

هذه التغيرات التخلقية تترجم إلى فوائد صحية واضحة:

1. **على العضلات الهيكلية:**

- **تفعيل جينات بناء العضلات** :مثل جينات **MYOD1**و **MYOG**، مما يحفز تكوين ألياف عضلية جديدة.
- **تحسين استقلاب الطاقة** :تفعيل جينات مسؤولة عن إنتاج الميتوكوندريا ("محطات الطاقة" في الخلية)، مثل .**PGC-1α**هذا يزيد من قدرة العضلات على استخدام الدهون والأكسجين لإنتاج الطاقة.
- **تحسين استجابة الأنسولين** :تقليل مثلية الجينات المسؤولة عن مستقبلات الأنسولين، مما يجعل العضلات تمتص الجلوكوز من الدم بكفاءة أعلى (الوقاية من السكري النوع الثاني).

2. **على الجهاز القلبي الوعائي:**

- **تكوين أوعية دموية جديدة** :**(Angiogenesis)** تفعيل جينات مثل **VEGF**، مما يحفز نمو أوعية دموية جديدة لتحسين تدفق الدم والأكسجين إلى الأنسجة وخاصة العضلات.

- **تحسين وظيفة البطانة الغشائية** :تحسين صحة الطبقة الداخلية للأوعية الدموية، مما يقلل من خطر تصلب الشرايين.

3. **على الجهاز العصبي:**

- **تعزيز صحة الدماغ** :يزيد التدريب من إنتاج **عامل التغذية العصبية المشتق من الدماغ (BDNF)** من خلال تغييرات تخلقية. هذا العامل يحفز نمو الخلايا العصبية ويقوي الروابط بينها، مما يحسن الذاكرة والوظائف الإدراكية ويقلل خطر الأمراض التنكسية مثل ألزهايمر.
- **تحسين المزاج** :التغيرات التخلقية في الجينات المرتبطة بهرمونات السعادة (مثل السيروتونين والدوبامين) تساعد في تقليل الاكتئاب والقلق.

4. **على الاستقلاب والمناعة:**

- **مكافحة الالتهاب** :يقلل التدريب المنتظم من التعبير عن الجينات المسؤولة عن البروتينات الالتهابية (مثل **TNF-α** و **IL-6**).
- **حرق الدهون** :إعادة برمجة الجينات المسؤولة عن تخزين واستخدام الدهون في الجسم.

الفروق بين أنواع التدريب (من حيث التأثير)

- **التدريب المتقطع عالي الكثافة (HIIT)** :يؤدي إلى تغييرات تخلقية سريعة وكبيرة، خاصة في الجينات المسؤولة عن إنتاج الطاقة في الميتوكوندريا.
- **التدريب الهوائي (كالجري والسباحة)** :يركز أكثر على تحسين جينات استقلاب الدهون وصحة القلب والأوعية الدموية.
- **تدريب المقاومة (رفع الأثقال)** :يؤثر بقوة على الجينات المسؤولة عن تضخم وبناء الألياف العضلية.

العلاقة بين الجينات الموروثة والاداء الرياضي:

تُعد العلاقة بين **الجينات الموروثة والأداء الرياضي** علاقة قوية ومعقدة، حيث تلعب الجينات دورًا محوريًا في تحديد الاستعداد الأولي والحد الأقصى للإمكانات الرياضية للفرد. ومع ذلك، فإن تحقيق مستويات عالية من الأداء يتطلب دائمًا تفاعلاً بين هذا **الاستعداد الوراثي والعوامل البيئية** مثل التدريب والتغذية ونمط الحياة.

دور الجينات في الأداء الرياضي:

أظهرت الدراسات الوراثية، خاصة دراسات التوائم، أن العوامل الجينية تساهم بنسبة تتراوح ما بين **40%إلى 70 %**من الاختلافات بين الأفراد في الخصائص المتعلقة بالأداء الرياضي، مثل:

- **نوع ألياف العضلات** :الجينات تحدد النسبة الغالبة من نوعي الألياف العضلية الهيكلية لديك:
  - **الألياف سريعة الانقباض (Fast-Twitch):** المسؤولة عن القوة والسرعة، وهي مثالية لرياضات **القوة والعدو السريع**)مثل رفع الأثقال وسباق 100 متر.(
  - **الألياف بطيئة الانقباض (Slow-Twitch):** المسؤولة عن التحمل والمقاومة للتعب، وهي ضرورية لرياضات **التحمل**)مثل الماراثون وركوب الدراجات لمسافات طويلة.(
- **الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (VO_2max):** وهو مقياس مهم للقدرة الهوائية، وتلعب الجينات دورًا كبيرًا في تحديد مدى كفاءة الجسم في استخدام الأوكسجين أثناء المجهود.
- **بنية الجسم (Somatotype):** مثل الطول، ونسبة الدهون إلى العضلات، وكثافة العظام، والتي تؤثر في مدى ملاءمة الفرد لرياضة معينة.
- **سرعة الاستجابة للتدريب** :بعض الأفراد يستجيبون للتدريب بشكل أسرع وأكبر من غيرهم، وتُعزى هذه الاختلافات جزئياً إلى الجينات.
- **التعافي ومقاومة الإصابات** :تؤثر الجينات أيضًا في مدى سرعة تعافي العضلات والأوتار والأربطة من الإجهاد ومقاومتها للإصابات.

التفاعل بين الوراثة والبيئة:

النجاح الرياضي على مستوى النخبة هو نتاج التفاعل بين الاستعداد الجيني المتميز والبيئة المثلى للتدريب:

الإمكانات الجينية هي الأساس: لا يمكن للتدريب أن "يخلق" القدرات من العدم. الجينات تحدد سقف الإمكانيات الممكنة. على سبيل المثال، وجود نسختين عاملتين من جين ACTN3 يمنح العدّاء ميزة فسيولوجية في سباقات السرعة.

التدريب يطلق الإمكانات: بدون التدريب الجاد والملائم، تظل الإمكانات الجينية كامنة. التدريب يحفز التعبير الجيني ويحسن التكيفات الفسيولوجية داخل هذا النطاق الوراثي.

الانتقاء الرياضي: يساعد فهم العلاقة بين الجينات والأداء في توجيه الرياضيين الشباب إلى النشاط الرياضي المناسب لاستعدادهم الجيني (مثل توجيه من لديهم تفوق في جينات التحمل إلى سباقات المسافات الطويلة).

علاقة العوامل الوراثية بالأداء الرياضي:

يمكن أن يكون للعوامل الوراثية تأثير كبير على الأداء الرياضي. على سبيل المثال، إذا كانت لديك جينات ضعيفة في كمال الأجسام، فقد يصعب عليك بناء كتلة عضلية مقارنةً بشخص موهوب وراثيًا في بناء العضلات. وبالمثل، إذا كانت لديك جينات ضعيفة في صدرك، فقد تواجه صعوبة في بناء عضلات صدرك حتى مع التدريب الموجه.

لكن الأمر لا يقتصر على نمو العضلات فحسب، بل يمكن للعوامل الوراثية أن تؤثر أيضًا على الاداء الرياضي بطرق أخرى، مثل:

- القدرة على التحمل: إذا كان لديك نسبة عالية من ألياف العضلات البطيئة الانقباض، فقد تكون أكثر ملاءمة لك لممارسة الرياضات التي تتطلب القدرة على التحمل مثل الجري لمسافات طويلة.
- القوة: إذا كان لديك نسبة عالية من ألياف العضلات سريعة الانقباض، فقد تكون أكثر ملاءمة للرياضات المتفجرة مثل رفع الأثقال والركض السريع.

- المرونة: إذا كانت لديك عضلات ومفاصل مشدودة بشكل طبيعي، فقد تواجه صعوبة في أداء أنواع معينة من الحركات التي تتطلب المرونة.
- خطر الإصابة: قد يكون بعض الأشخاص أكثر عرضة للإصابة بأنواع معينة من الإصابات بسبب جيناتهم.

قياس الجينات (الفحص الجيني) للرياضيين، وكيفية استخدام هذه المعلومات لتحسين الأداء الرياضي.

ما هو القياس الجيني للرياضيين؟

الفحص الجيني للرياضيين، أو "الطب الرياضي الدقيق"، هو تحليل الحمض النووي (DNA) للفرد للكشف عن) variations تغيرات) جينية محددة مرتبطة بالصفات الرياضية. لا يهدف هذا الفحص إلى العثور على "جين الرياضة" الواحد، بل إلى فهم مجموعة من الجينات التي تؤثر على استجابة الجسم للتدريب والتغذية والتعافي.

الطريقة العلمية للقياس الجيني :

تتم العملية عبر عدة خطوات:

1- جمع العينة:

- **الطريقة :تُجمع عينة من اللعاب (الطريقة الشائعة والأسهل) أو عينة دم في بعض الحالات.**
- **الأداة :يتم استخدام مسحة خاصة من داخل الخد لجمع خلايا تحتوي على الحمض النووي.**

2- التحليل في المختبر:

- **يتم إرسال العينة إلى مختبر متخصص في التحليلات الجينية.**
- **في المختبر، يتم عزل الحمض النووي وتحليله باستخدام تقنيات متطورة مثل المصفوفات الدقيقة (DNA Microarrays)أو التسلسل.(Sequencing)**
- **يبحث العلماء عن تغيرات صغيرة في الجينات تسمى تعدد أشكال النوكليوتيدات المفردة .(SNPs) هذه التغيرات هي التي تحدد الاختلافات بين الأفراد.**

3- تفسير النتائج:

- هذه هي أهم خطوة. يتم مقارنة النتائج الجينية للرياضي بقواعد بيانات علمية ضخمة تربط بين هذه التغيرات الجينية والصفات الرياضية.
- لا يكون التقرير مجرد قائمة بالجينات، بل هو تحليل لمجموعات الجينات وشرح لتأثيرها على أداء الرياضي.

الجينات التي يتم قياسها؟ (المرتبطة بالأداء الرياضي)

تركز الاختبارات على عدة مجالات رئيسية:

1- استجابة الجسم للتدريب:(Training Response)

- جين(ACTN3) جين السرعة :(يُعرف بـ "جين العدّاءين". هناك نوعان منه R :للسرعة والقوة و Xللتحمل . وجود نسخة R يرتبط بأداء أفضل في الرياضات التي تتطلب قوة انفجارية.
- جين ACE إنزيم تحويل الأنجيوتنسين :(يؤثر على كفاءة الدورة الدموية. هناك نوعان) I :مرتبط بتحسن كفاءة استهلاك الأوكسجين VO2 Max والتحمل (و) D مرتبط بالقوة العضلية.

2- .قابلية الإصابة بالالتهابات والإصابات:(Injury & Inflammation Risk)

- جينات مثل :IL6, TNFa تحدد استجابة الجسم للالتهاب والتعافي بعد التمرين الشديد.
- جين :COL5A1 يرتبط بمرونة الأوتار والأربطة. بعض أشكاله تزيد من خطر الإصابة بتمزق الأربطة.

2- التمثيل الغذائي والتغذية:(Metabolism & Nutrition)

- جينات تتحكم في استقلاب الكافيين :تحدد إذا كان الكافيين يعزز الأداء أم يسبب آثارًا جانبية.
- جينات استقلاب الفيتامينات :مثل فيتامين D وB12 ، لتحديد الاحتياجات الغذائية الدقيقة.
- جينات حساسية الكربوهيدرات والدهون :لتحديد النسبة المثلى من المغذيات الكبرى في النظام الغذائي للرياضي.

4- التعافي والنوم:

- **جين :ADORA2A يؤثر على حساسية الجسم للكافيين وجودة النوم.**
- **جينات تنظيم الساعة البيولوجية.**

<u>اهمية القياس الجيني :</u>

1. **تخصيص برنامج التدريب:**

- رياضي لديه جينات التحمل) مثل (ACE II يمكنه الاستفادة أكثر من تدريبات التحمل الطويلة.
- رياضي لديه جينات القوة) مثل (ACTN3 RR يمكنه التركيز على التدريبات الانفجارية ورفع الأثقال.

2. **منع الإصابات:**

- إذا أظهر التحليل قابلية عالية لإصابات الأوتار، يمكن تصميم برنامج تقوية وقائي يركز على تلك المناطق.

3. **تحسين النظام الغذائي:**

- بناءً على جينات التمثيل الغذائي، يمكن وضع خطة غذائية تناسب جسم الرياضي تحديدًا، مما يحسن الأداء والتعافي.

4. **تحسين التعافي:**

- تحديد فترات الراحة المثلى ونوعية الأنشطة المساعدة على التعافي (مثل التدليك، السباحة) بناءً على الاستجابة الجينية للالتهاب.