

Tema 10

Nutrigenómica en el deporte

Instituto
NutriGenómica

Instituto
NutriGenómica

Instituto
NutriGenómica

Instituto
NutriGenómica

Instituto
NutriGenómica

Instituto
NutriGenómica

Instituto
NutriGenómica

Instituto
NutriGenómica

Instituto
NutriGenómica

Instituto
NutriGenómica

1. Biología vs. Ambiente en el deporte
2. Mecanismos moleculares del rendimiento deportivo
3. Tests nutrigenéticos aplicados al deporte

Genios son innatos

vs.

El talento se desarrolla



The Role of Deliberate Practice in the Acquisition of Expert Performance

K. Anders Ericsson, Ralf Th. Krampe, and Clemens Tesch-Romer

The theoretical framework presented in this article explains expert performance as the end result of individuals' prolonged efforts to improve performance while negotiating motivational and external constraints. In most domains of expertise, individuals begin in their childhood a regimen of effortful activities (deliberate practice) designed to optimize improvement. Individual differences, even among elite performers, are closely related to assessed amounts of deliberate practice. Many characteristics once believed to reflect innate talent are actually the result of intense practice extended for a minimum of 10 years. Analysis of expert performance provides unique evidence on the potential and limits of extreme environmental adaptation and learning.

La regla de los 10 años

“10 años de entrenamiento es el mínimo tiempo requerido para llegar a ser un experto tanto en el deporte como en otros campos”

La regla de las 10.000 horas ignora el hecho de que cada persona necesita un número diferente de horas de práctica para llegar a ser un experto. El número “10.000” es sólo su media.

La práctica es importante, pero el “número mágico” de horas necesarias para destacar depende de la información genética personal.

Biología vs Ambiente en el deporte

La regla de las 10.000 horas ignora el hecho de que cada persona necesita un número diferente de horas de práctica para llegar a ser un experto. El número “10.000” es sólo su media.
La práctica es importante, pero el “número mágico” de horas necesarias para destacar depende de la información genética personal.



Stefan Holm

Biología vs Ambiente en el deporte

La regla de las 10.000 horas ignora el hecho de que cada persona necesita un número diferente de horas de práctica para llegar a ser un experto. El número “10.000” es sólo su media.
La práctica es importante, pero el “número mágico” de horas necesarias para destacar depende de la información genética personal.



Stefan Holm



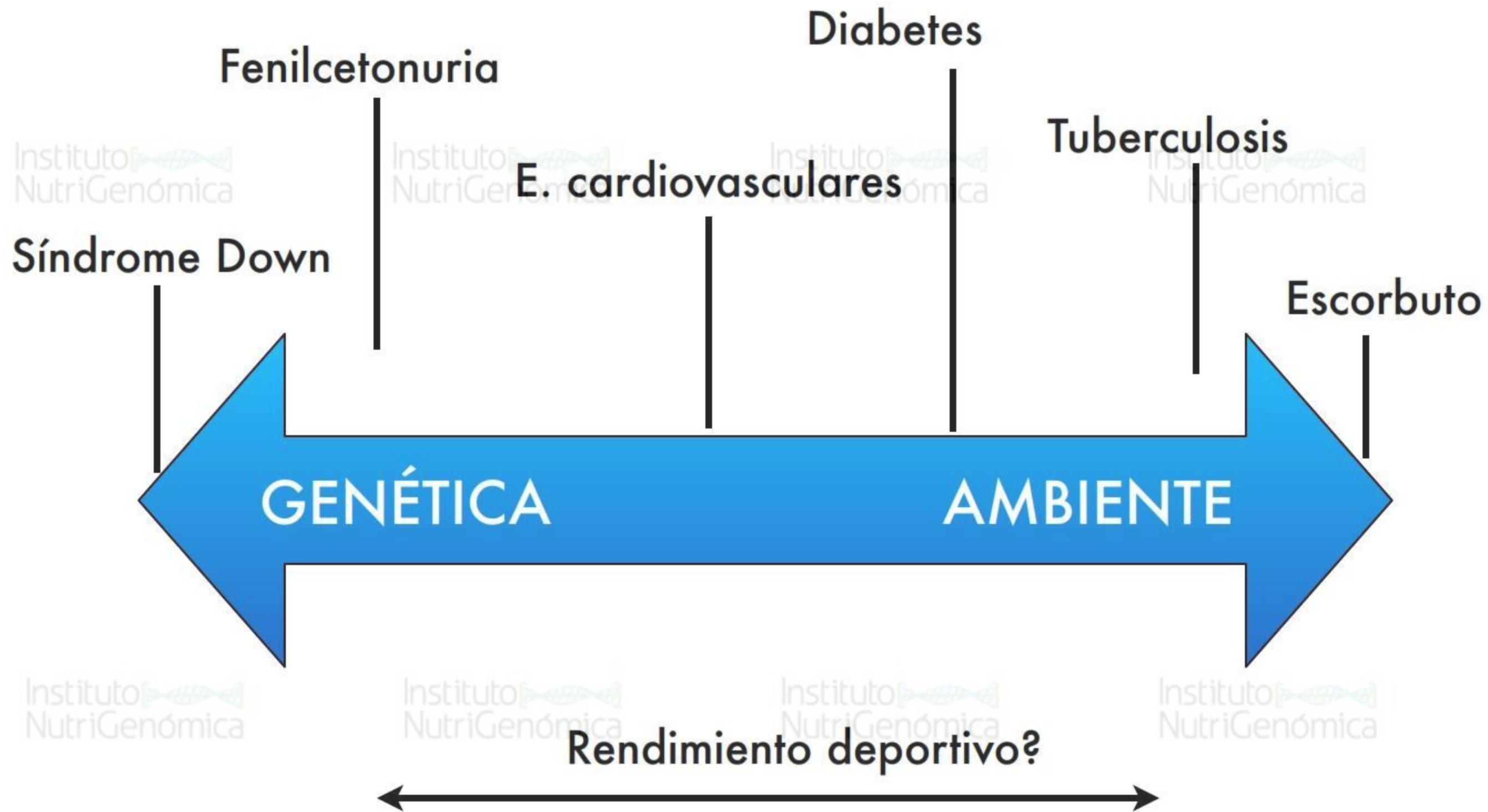
Donald Thomas

vs.

<https://www.youtube.com/watch?v=SNFwJdk9dKU>

<https://www.youtube.com/watch?v=0BmuHGu-SB0>

Biología vs Ambiente en el deporte



The Heritability of Aptitude and Exceptional Talent Across Different Domains in Adolescents and Young Adults

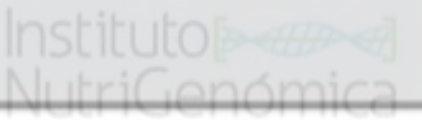
Anna A. E. Vinkhuyzen Æ Sophie van der Sluis Æ Danielle Posthuma Æ Dorret I. Boomsma (2009)

Table 8 Proportions of variance (95% confidence intervals) of the best fitting models and full models for talent across 8 domains of intellectual, creative and sports abilities

Variable	a^2	d^2	c^2	e^2
Music	.92 (.74–.98)		–	.08 (.02–.26)
<i>Full model</i>	.86 (.22–.98)		.06 (.00–.62)	.08 (.02–.27)
Arts	.56 (.22–.80)	–	–	.44 (.20–.78)
<i>Full model</i>	.00 (.00–.78)	.60 (.00–.83)		.40 (.17–.74)
Writing	.83 (.33–.98)	–	–	.17 (.02–.67)
<i>Full model</i>	.88 (.00–.95)	.00 (.00–.95)		.12 (.05–.26)
Language	.50 (.25–.75)	–	.23 (.01–.43)	.27 (.20–.36)
Mathematics	.87 (.72–.95)	–	–	.13 (.05–.28)
<i>Full model</i>	.00 (.00–.93)	.88 (.00–.96)		.12 (.04–.26)
Sports	.85 (.74–.92)	–	–	.15 (.08–.26)
<i>Full model</i>	.74 (.07–.92)	.10 (.00–.80)		.15 (.08–.26)
Memory	.56 (.26–.79)	–	–	.44 (.21–.75)
<i>Full model</i>	.35 (.00–.79)	.25 (.00–.82)		.41 (.18–.74)
Knowledge	.62 (.44–.76)	–	–	.38 (.24–.56)
<i>Full model</i>	.14 (.00–.74)	.51 (.00–.79)		.35 (.21–.53)

a^2 , additive genetic effects; d^2 , dominance genetic effects; c^2 , common environmental effects; e^2 , unique environmental effects
Full model is presented in italic

Heritabilities of muscular strength and power

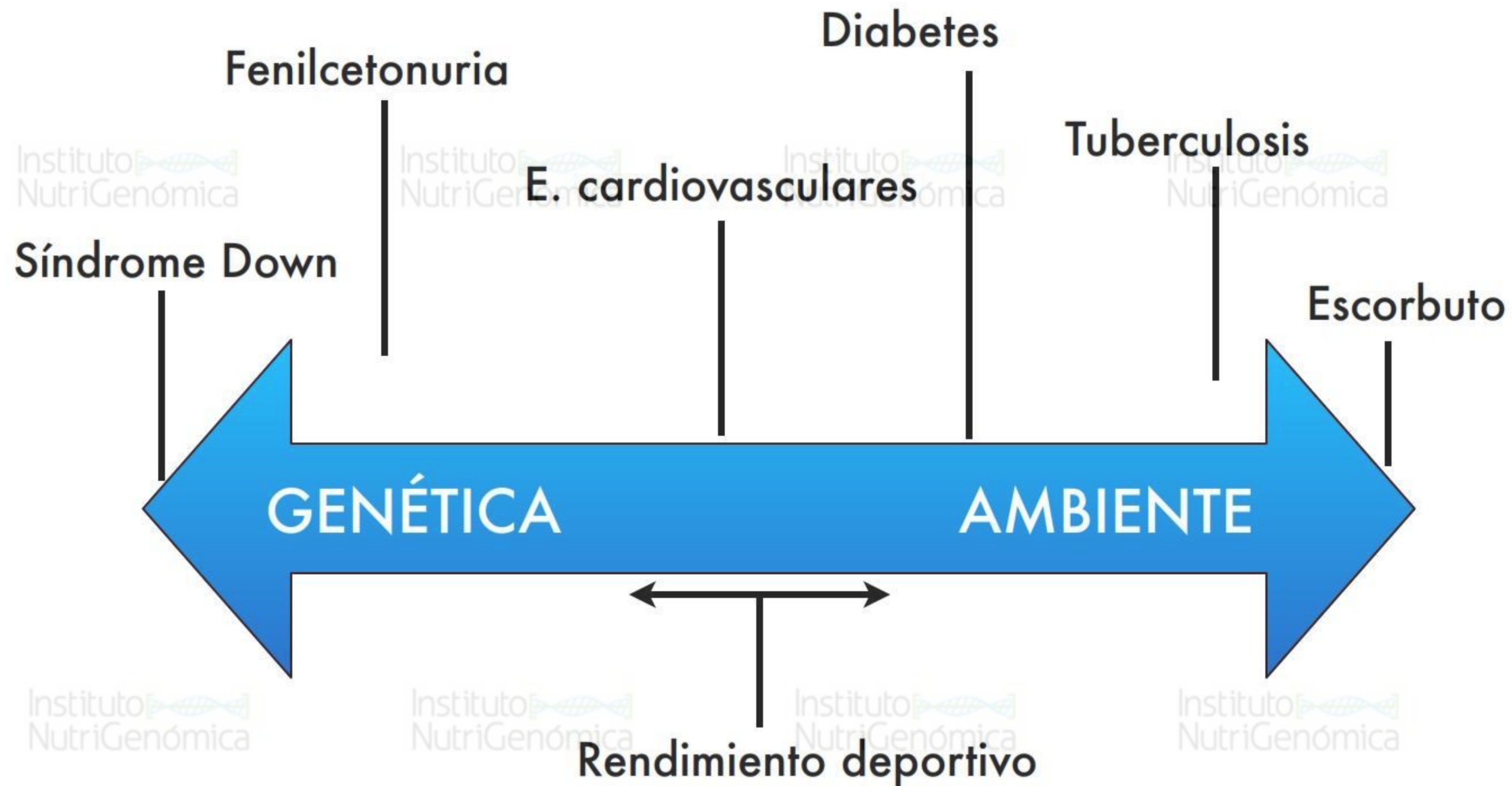
	 Twin studies	 Family/sib-pair studies
Static strength	0.14–0.83 20 studies [4, 19–21, 23, 29]	0.27–0.58 5 studies [19]
Dynamic strength (isokinetic concentric and excentric)	0.29–0.90 3 studies [25, 26, 29]	0.42–0.87 (concentric only) 2 studies [27, 28]
Explosive strength or power (jump tests, Wingate test)	0.34–0.97 7 (recent) studies [5, 20, 23, 26, 31–34]	0.22–0.68 [31]

Heritabilities of aerobic performance

	Twin studies	Family studies
<i>Commonly used heritability indices</i>		
Maximal or peak aerobic performance (adjusted for body mass)	0.40–0.94 6 studies [2]	0.38–0.66 2 studies [2]
Submaximal aerobic performance (PWC 150/kg body mass)	0.38 1 study [2]	0.50 to 0.52 3 studies [2]
<i>Genetic determination estimated with structural equation modeling</i>		
Maximal or peak aerobic performance		
Adjusted for body mass, lean mass or fat mass indicators	0.78 [42]	0.52 [41]
Unadjusted	0.69–0.87 [31]	–
Submaximal aerobic performance		
PWC 150/kg mass		0.28 ¹ [44]
PWC 110/kg mass	0.55 [40]	–
VO ₂ at 60 or 80% VO _{2peak}	–	0.23–0.57 ¹ [45]
VO ₂ at ventilatory threshold, African-American	–	0.54 ¹ [43]
VO ₂ at ventilatory threshold, European-American	–	0.58 ¹ [43]

¹ Transmissibility coefficients, including both genetic and cultural transmissibility.

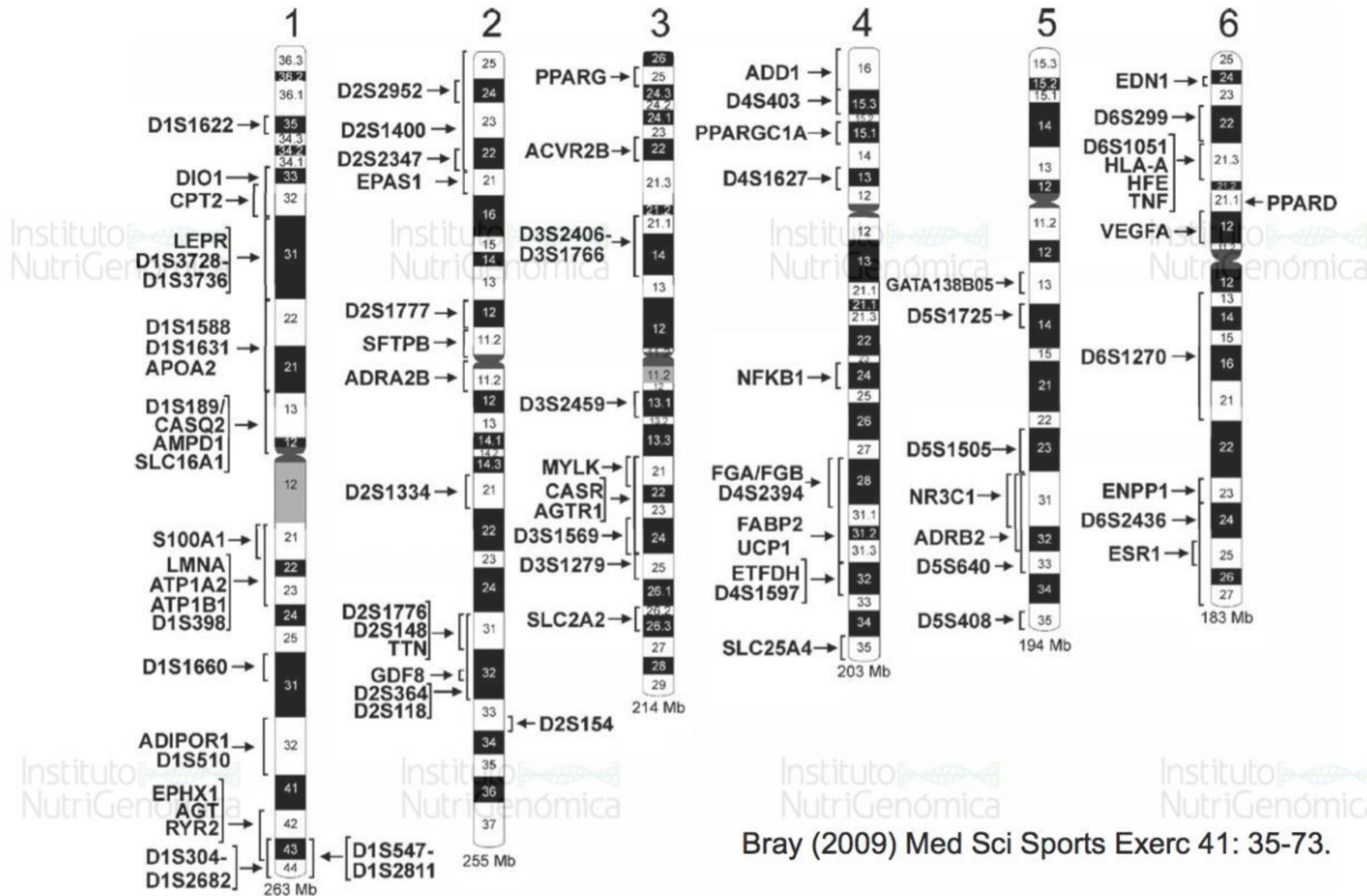
Biología vs Ambiente en el deporte



Desafortunadamente, los estudios de heredabilidad no revelan la arquitectura genética específica de un rasgo complejo, es decir, estos estudios no pueden:

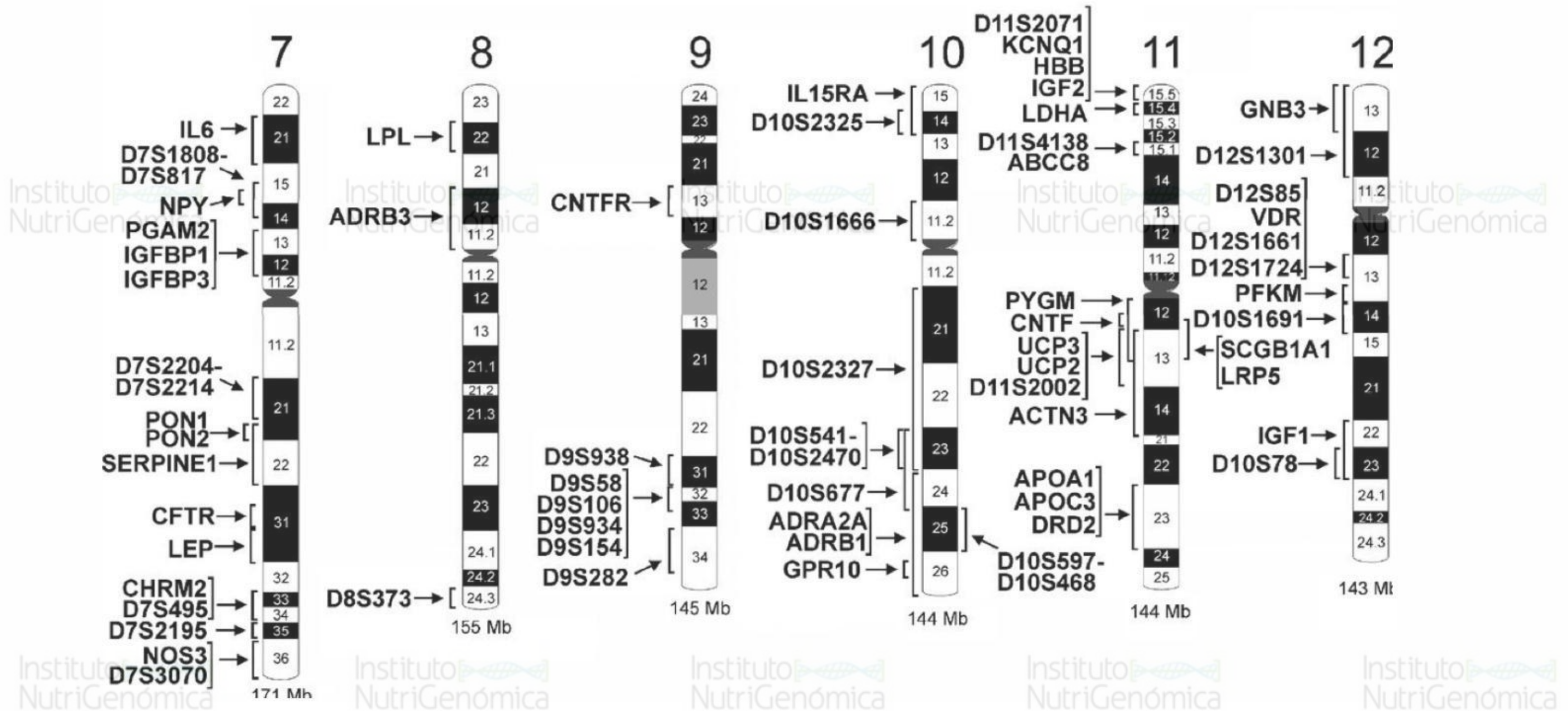
1. distinguir entre los efectos poligénicos vs monogénicos,
2. proporcionar información sobre las frecuencias alélicas,
3. describir el modo de herencia,
4. determinar las localizaciones cromosómicas de genes,
5. identificar los productos de los genes implicados.

Mecanismos moleculares del rendimiento deportivo



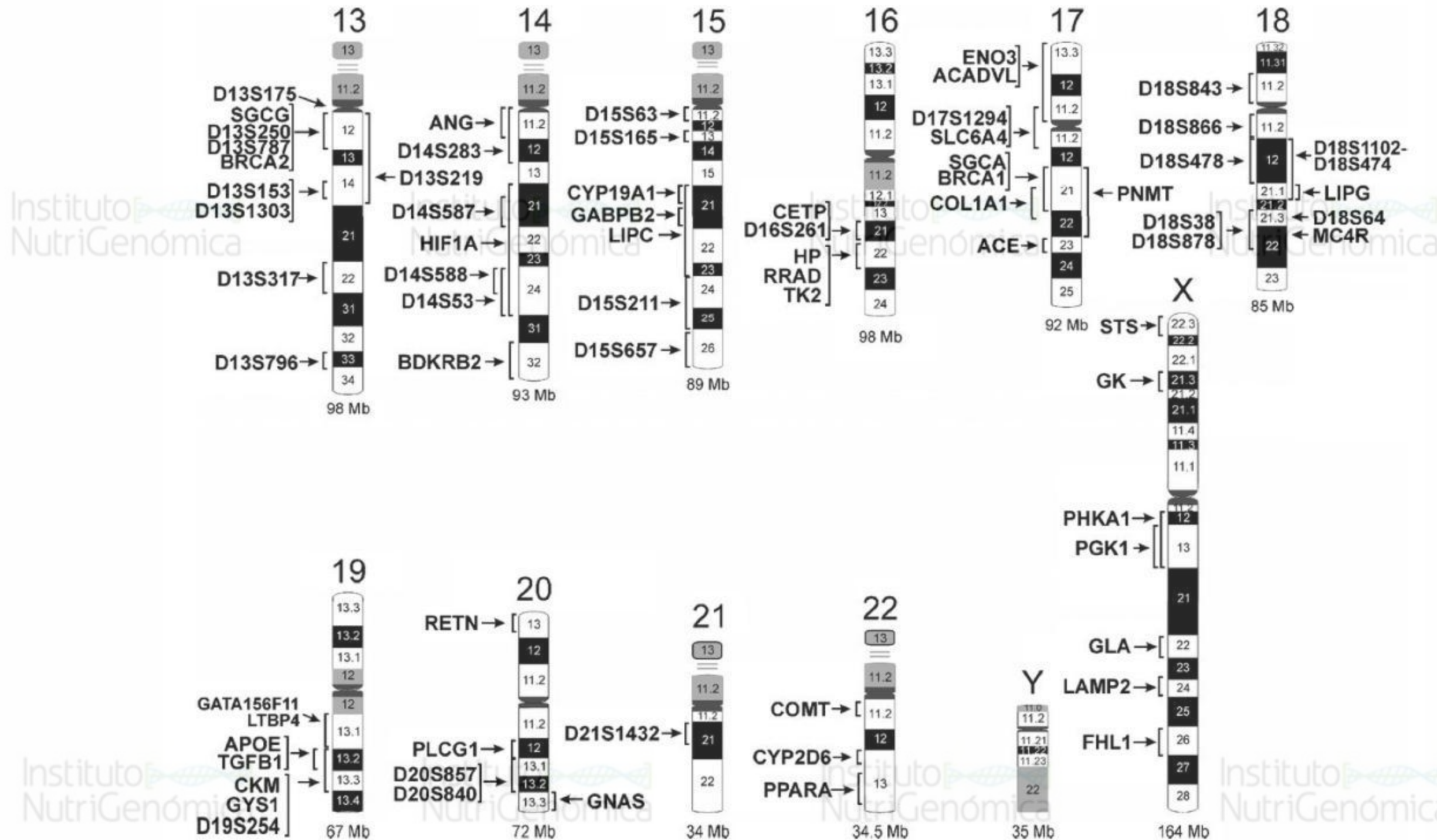
239 entries in the GWAS catalog (214 autosomes, 7 chromosome X, 18 mtDNA)

Mecanismos moleculares del rendimiento deportivo



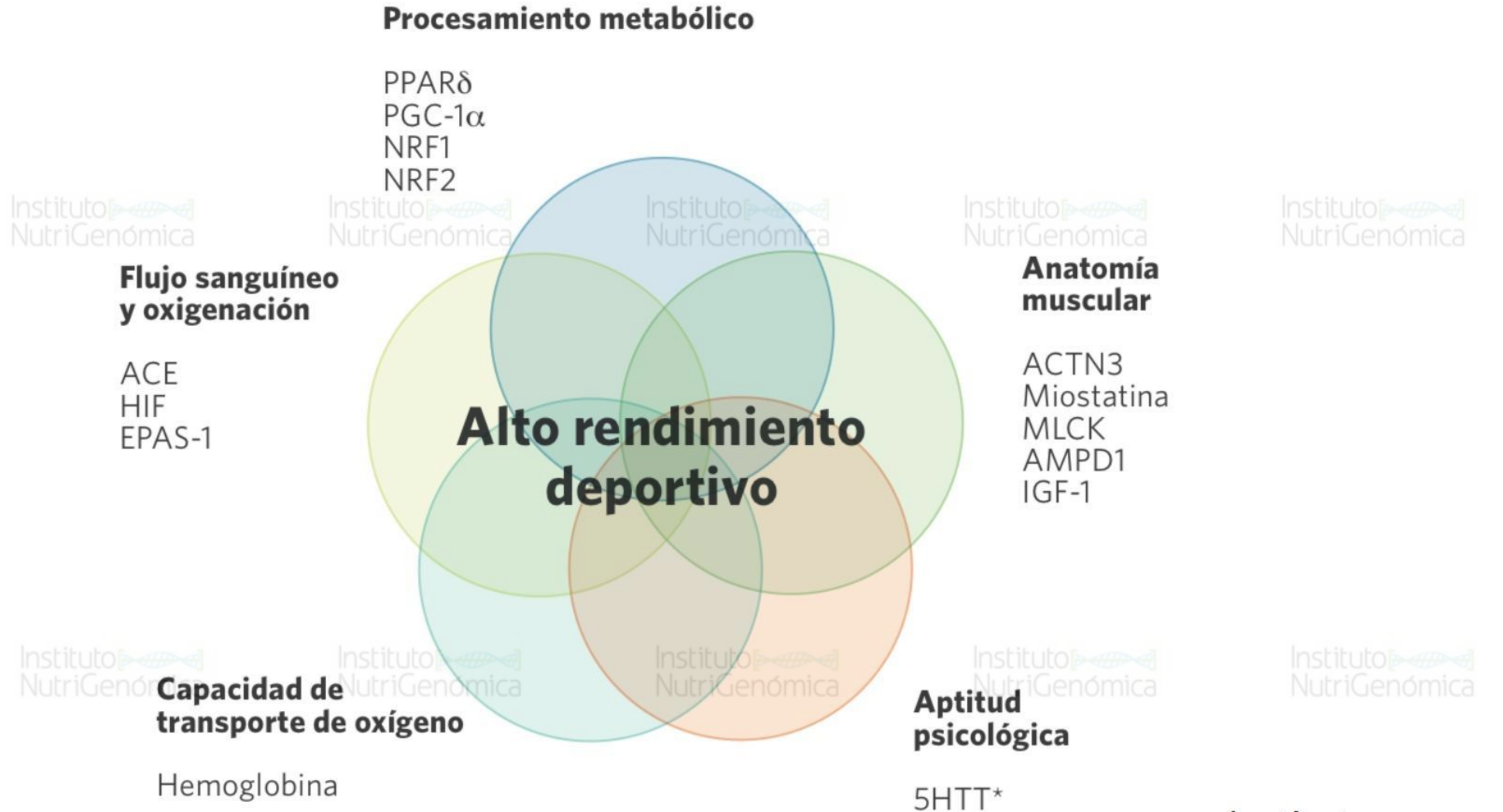
239 entries in the GWAS catalog (214 autosomes, 7 chromosome X, 18 mtDNA)

Mecanismos moleculares del rendimiento deportivo



239 entries in the GWAS catalog (214 autosomes, 7 chromosome X, 18 mtDNA)

Mecanismos moleculares del rendimiento deportivo



De forma general se considera que los individuos con una alta capacidad de expresión génica mitocondrial, una mayor carga mitocondrial, así como una mayor actividad enzimática mitocondrial tendrán una mejor respuesta a ejercicios de larga duración. La función mitocondrial está determinada principalmente por el PPAR α y por el coactivador del PPARgamma-1 α (PGC-1 α)

El PPAR α regula la expresión de genes relacionados con el metabolismo de lípidos y carbohidratos, afectando la sensibilidad a la insulina al modificar la captación de glucosa en el músculo esquelético. Un polimorfismo funcional (+294T/C) en este gen está asociado con una mejor predisposición a deportes de resistencia.

Mecanismos moleculares del rendimiento deportivo

PPARGC1A Long name: Peroxisome Proliferator-Activated Receptor Gamma Coactivator-1 Associated with: Regulation of energy homeostasis, including production of mitochondria, fat and carbohydrate burning and conversion of muscle fibres to slow twitch type. Sports Connection: Endurance	GG Likely to respond well to endurance training. Carriers are good at burning fuel and can potentially maintain high energy levels for sustained periods.	AG A more moderate form of TT: a good response to endurance training and fuel utilisation, but not as good as TT.	AA Likely to be less responsive to endurance training.
--	---	---	--

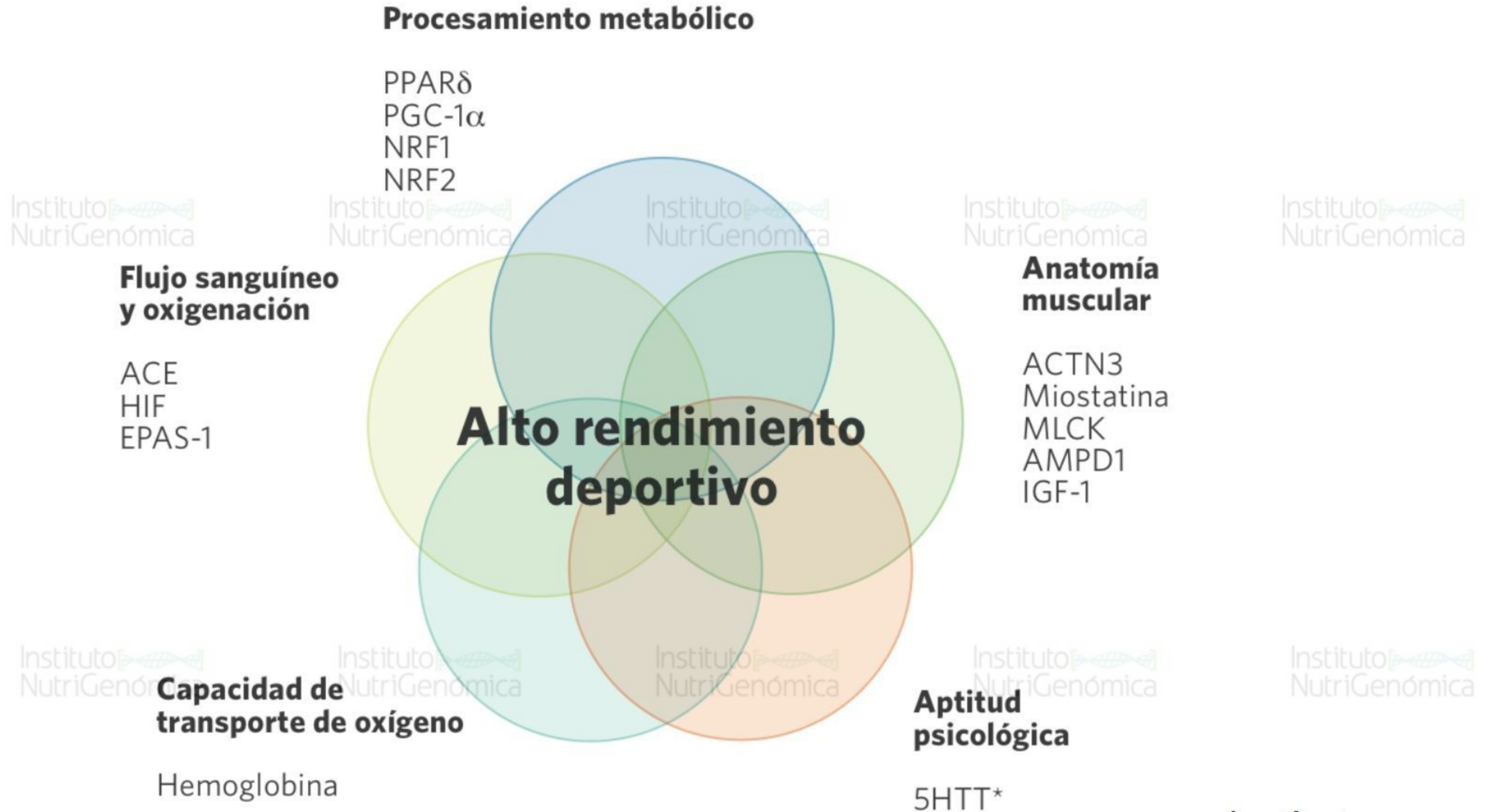
NRF - Nuclear Respiratory Factor

Los NRF mejora la capacidad respiratoria, aumenta la tasa de producción de ATP durante el ejercicio y regula la biosíntesis del grupo hemo. El alelo G del gen NRF- 2 (muy poco frecuente) se asocia con mayores mejoras en el VO2máx tras un entrenamiento de resistencia.

Eynon et al (2009a) encontró una proporción significativamente mayor del genotipo AG (frente al AA) en los atletas de resistencia (12%) en comparación con los velocistas (2%) y controles (2%).

Una combinación de tres SNPs en el gen de la NRF-2 (rs7181866, rs12594956, rs8031031) ha demostrado una economía de carrera un 57 % mayor. Los polimorfismos en el gen de la NRF- 2 pueden por tanto explicar parte de la variación entre personas de la capacidad de resistencia.

Mecanismos moleculares del rendimiento deportivo

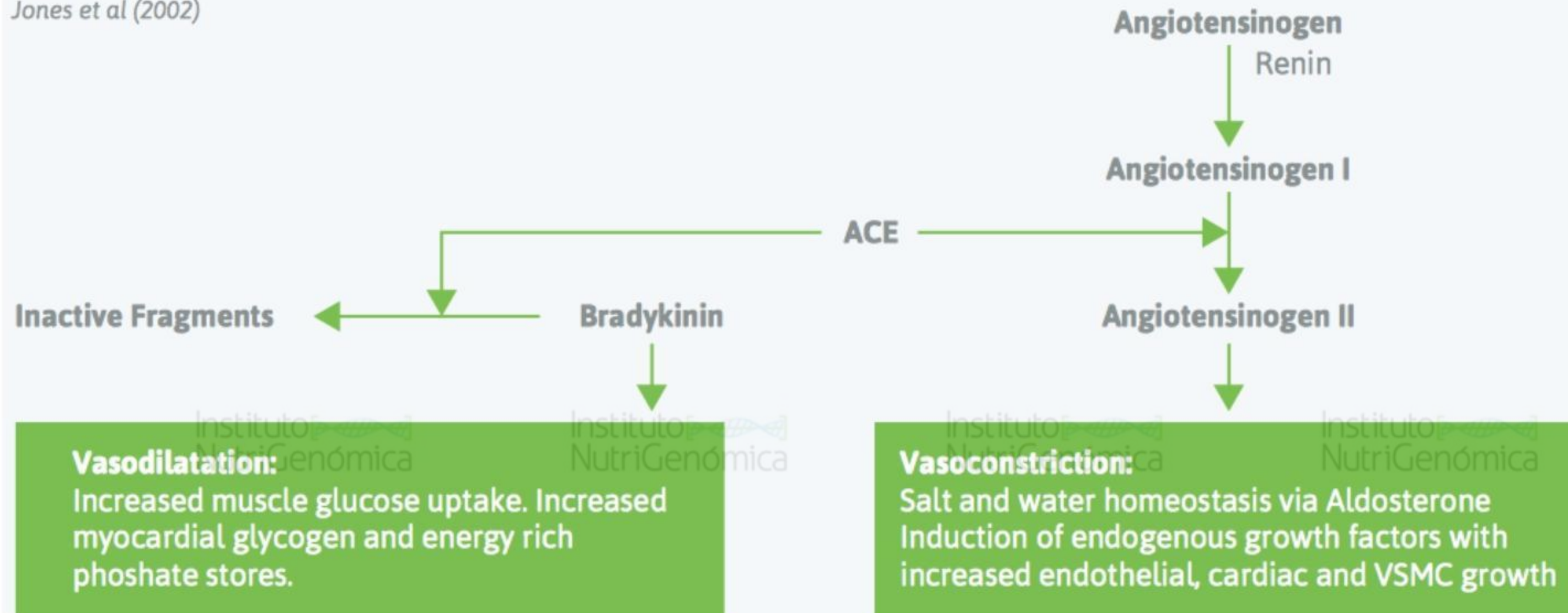


Mecanismos moleculares del rendimiento deportivo

ACE - Angiotensin Converting Enzyme

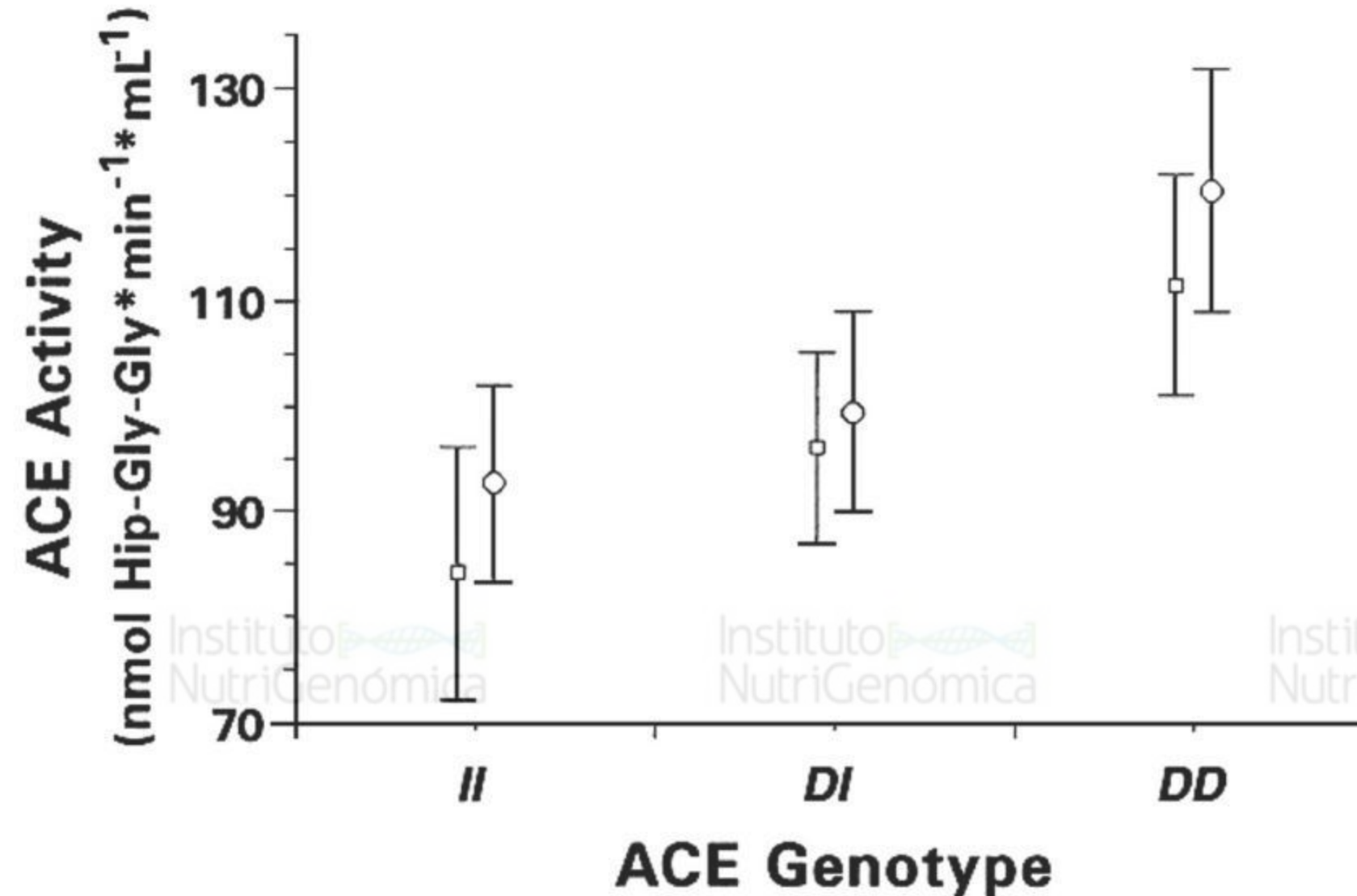
La ECA contribuye a la conversión de la angiotensina I a angiotensina II, un potente vasoconstrictor que afecta al balance de fluidos (a través de sus efectos en aldosterona). Además de su función en el control hemodinámico, también se ha asociado a una mayor hipertrofia muscular en respuesta a actividades mecánicas.

Jones et al (2002)



ACE - Angiotensin Converting Enzyme

El polimorfismo de inserción/delección (I/D) en el intrón 16 del gen de la ACE: el alelo I (Inserción) se asocia con la actividad de la ACE más baja.

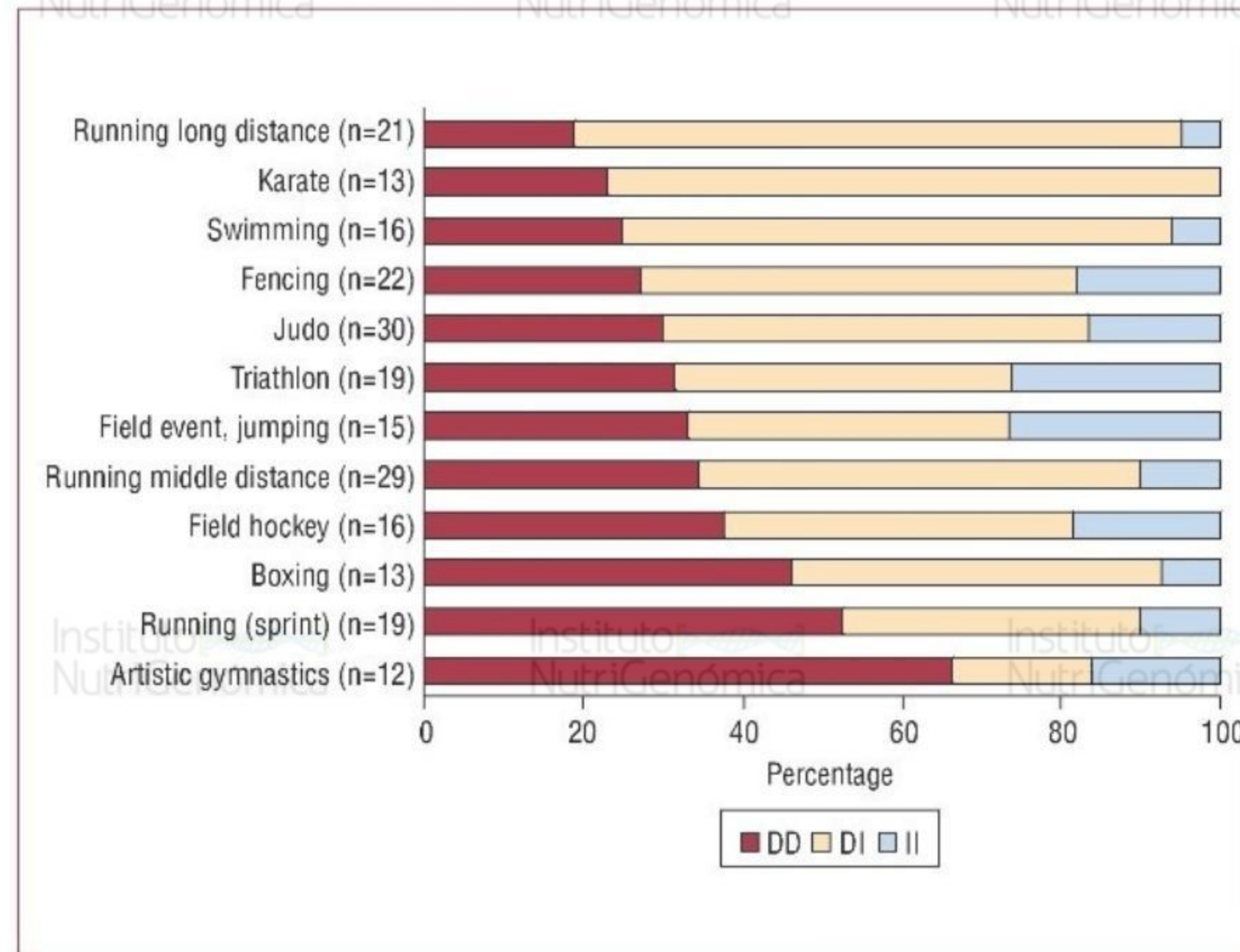


ACE - Angiotensin Converting Enzyme

- **Función** - ACE es un vasoconstrictor, por lo que está involucrado en el control de la PA. Los niveles plasmáticos de la ECA pueden variar tanto como 5 veces entre los individuos.
- **Frecuencia** - II (21%) - ID (42%) - DD (37%)
- **SNPs** - Las personas con la forma I del gen tienen muchas más probabilidades de sobresalir en actividades de resistencia como correr maratones, ciclismo o triatlón
- Las personas con la forma D del gen tienen muchas más probabilidades de sobresalir en los deportes de fuerza y potencia, tales como levantamiento de pesas, carreras de velocidad y lanzamiento
- **Médico** - El alelo D está vinculada a problemas de presión arterial y la hipertrofia ventricular izquierda

ACE - Angiotensin Converting Enzyme

El genotipo II proporciona un perfil de resistencia, asociado con un aumento muscular con el ejercicio aeróbico o con un entrenamiento con pesas de repetición alta, aunque hay menos expectativas de crecimiento muscular.



ACE - Angiotensin Converting Enzyme

ACE Instituto NutriGenómica	II Instituto NutriGenómica	ID Instituto NutriGenómica	DD Instituto NutriGenómica
Long name: Angiotensin Converting Enzyme Associated with: Controlling blood pressure and the fluid (water)/sodium balance in blood. This is the most researched gene in relation to sporting performance. Sports Connection: Power and Endurance (depending on gene configuration).	Endurance sports and high repetition weight training programmes recommended. Carriers have an increased volume of slow twitch muscle fibres and have greater aerobic efficiency and VO2max. High fatigue resistance.	Mixture of power and endurance based training recommended.	Power based training recommended. Good muscle growth expected from weight training and strength sports. Good muscle recovery. Ensure blood pressure is monitored during high intensity exercise.

Instituto NutriGenómica

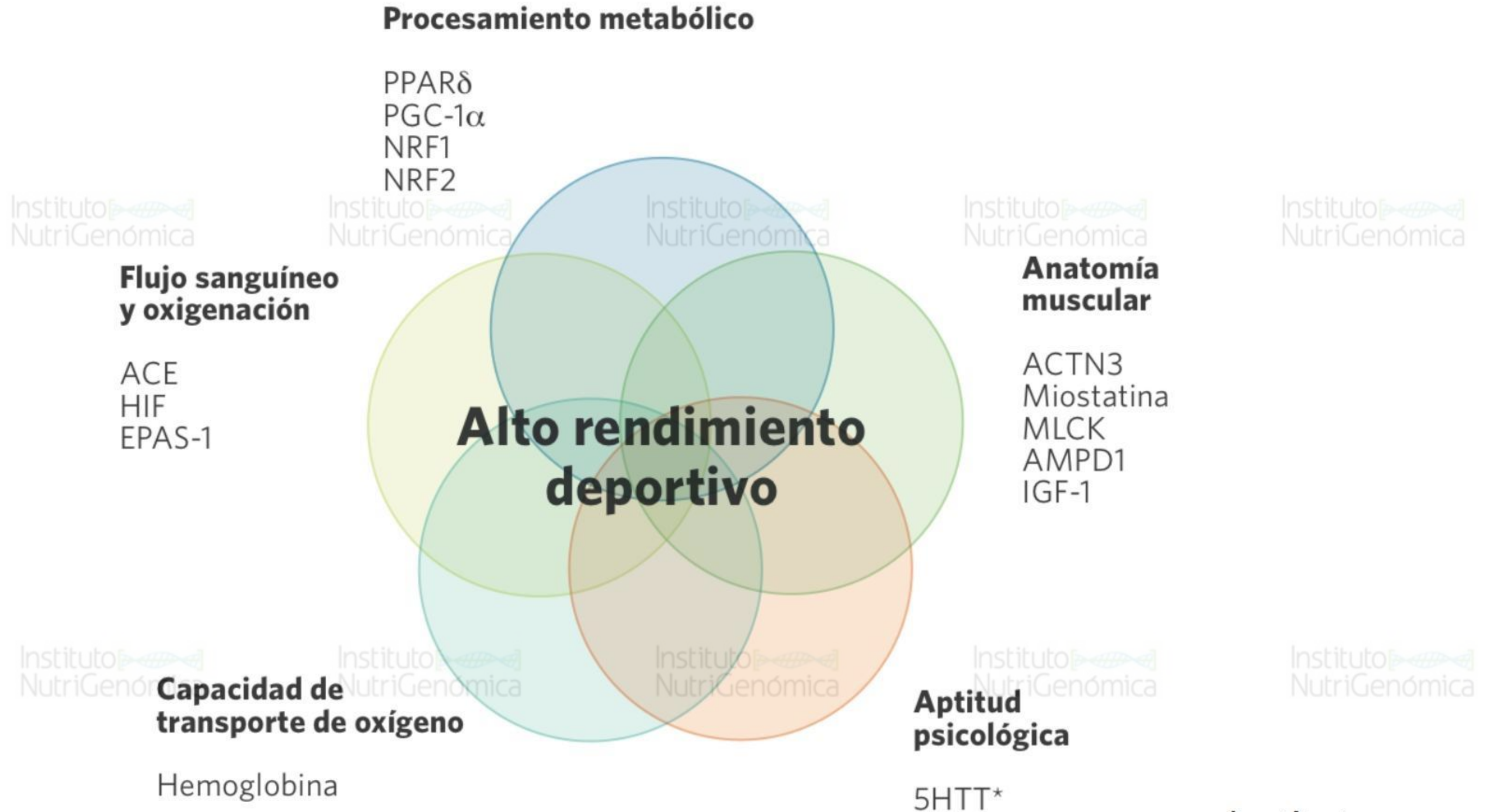
Instituto NutriGenómica

Instituto NutriGenómica

Instituto NutriGenómica

Instituto NutriGenómica

Mecanismos moleculares del rendimiento deportivo

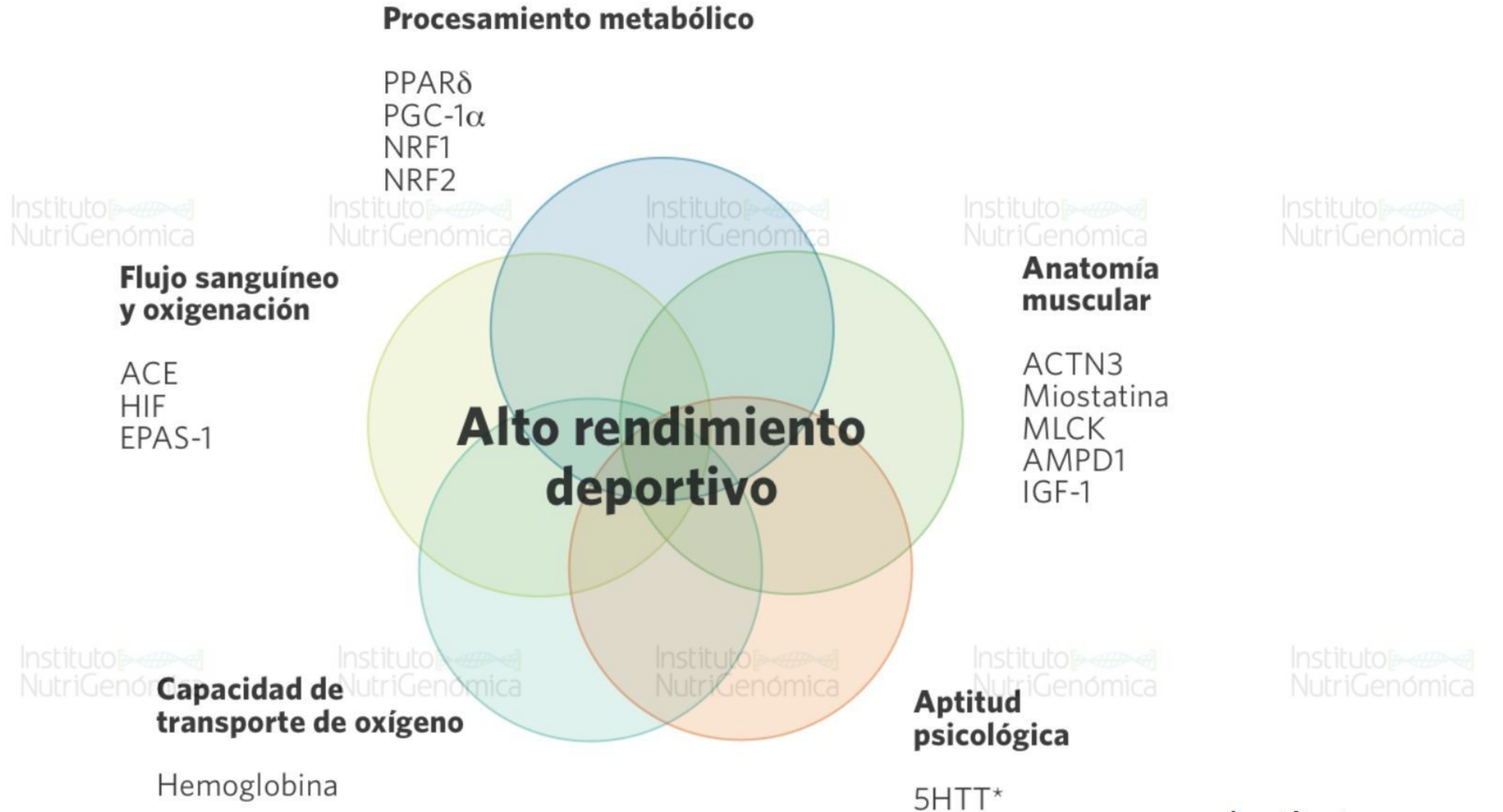


Hemoglobina

En relación con la hemoglobina, el incremento en su concentración en sangre es proporcional a las VO_{2max} y a la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre.

Los sujetos homocigotos para el intrón 2, +16C/C o -551C/C en el gen de la hemoglobina, tienen un gasto de oxígeno menor durante ejercicios aeróbicos, representando una ventaja para deportes de resistencia.

Mecanismos moleculares del rendimiento deportivo



Gen ACTN3

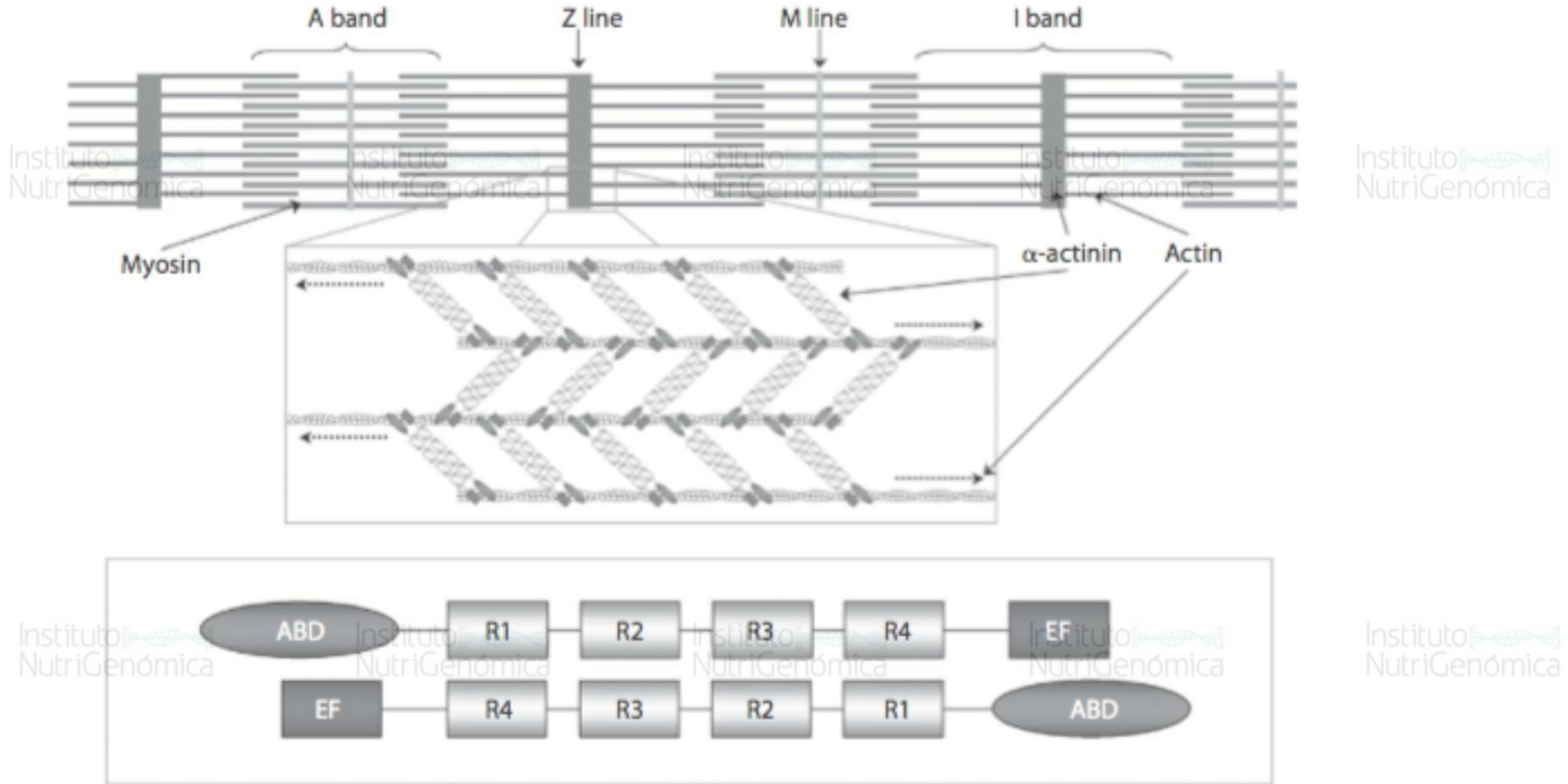
Existen 4 tipos mayoritarios de fibras musculares:

- Una forma para contracciones lentas (Tipo I)
- Tres formas para contracciones rápidas (Fibras IIA, IIB y IIX).

Según la distribución de estas fibras se pueden dividir los músculos como de movimiento rápido y lento. De forma general, los músculos de movimiento lento poseen menos fuerza y son más económicos en la generación de fuerza que los músculos rápidos.

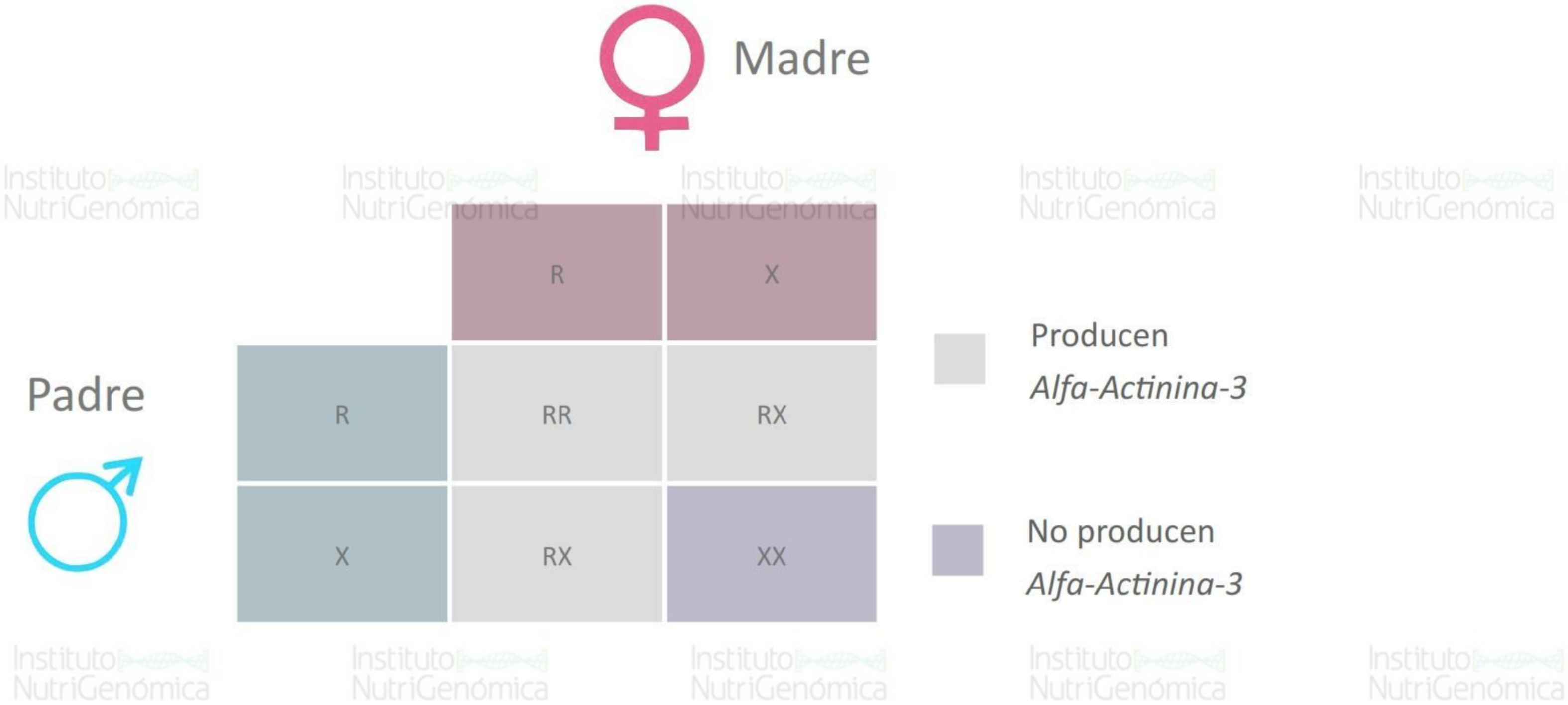
Las fibras de contracción rápida se asocian con la excelencia deportiva, **al menos en deportes donde la fuerza y la rapidez en la contracción muscular son necesarias.**

Gen ACTN3



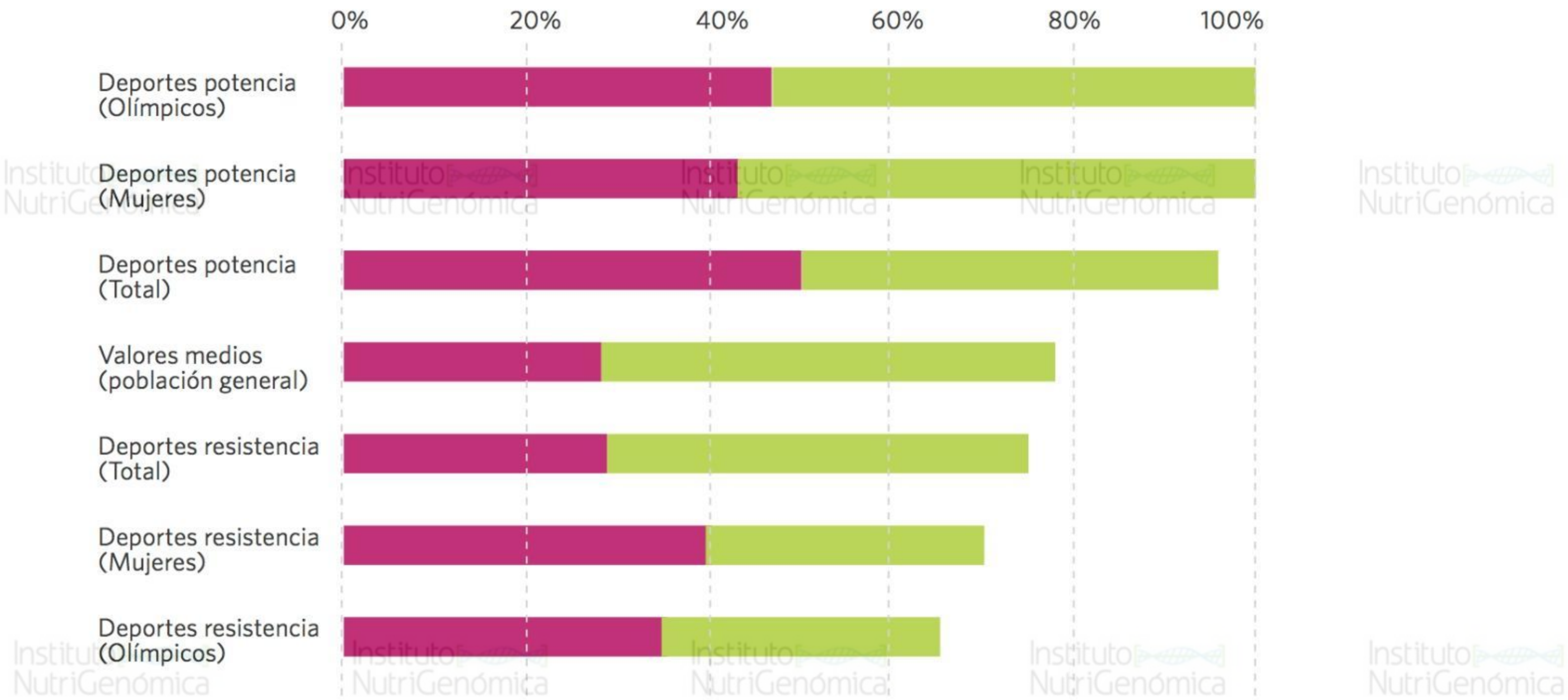
Mecanismos moleculares del rendimiento deportivo

Gen ACTN3



Mecanismos moleculares del rendimiento deportivo

Gen ACTN3



Fuente: adaptado de YANG y colaboradores; «ACTN3 genotype is associated with human elite athletic performance». The American Journal of Human Genetics, 73 (2003), pp. 627-631.

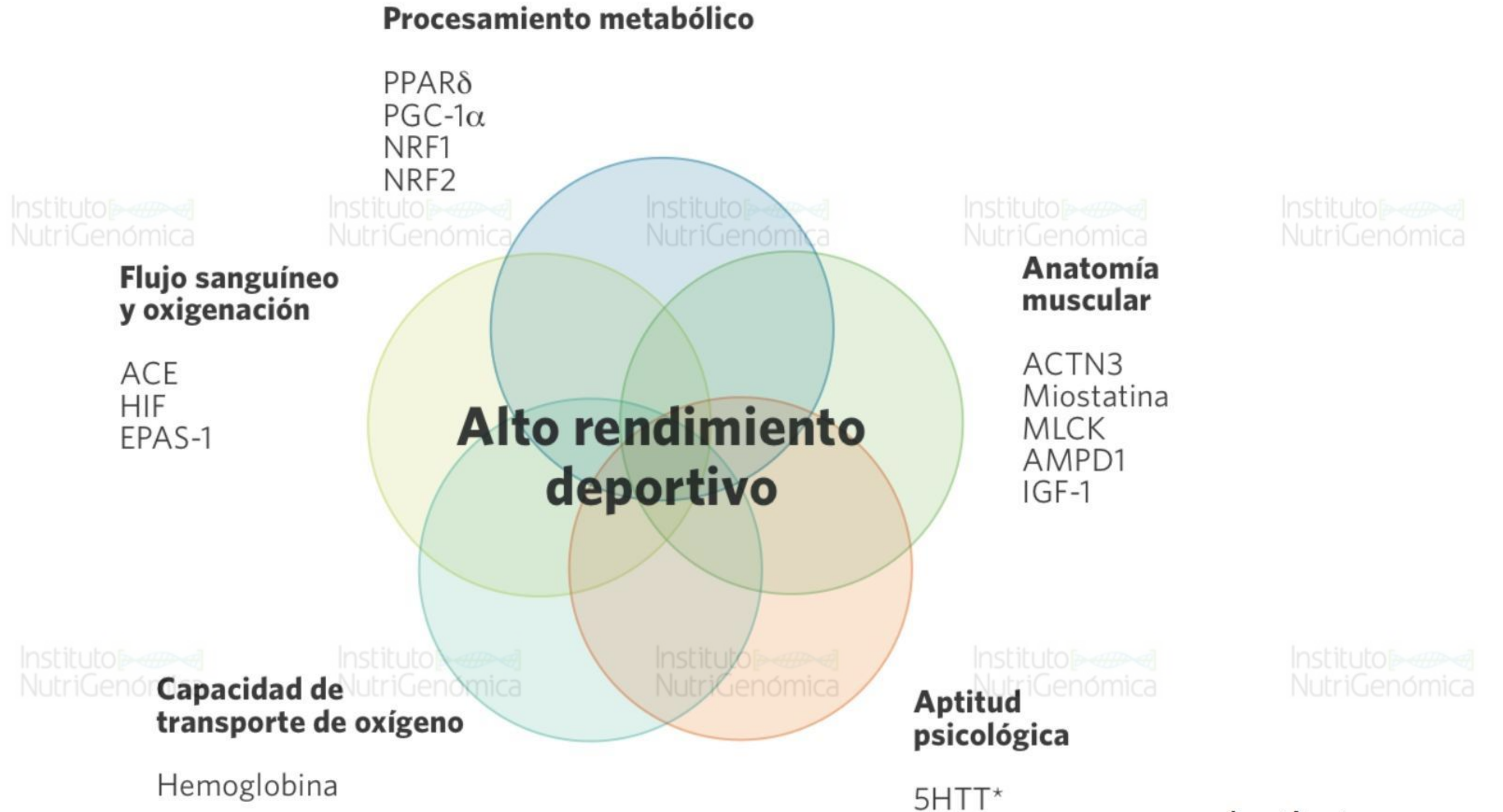
Gen ACTN3

- **Función** - Familia de proteínas de unión a actina sólo presentes en las fibras musculares de contracción rápida.
- **Frecuencia** - RR (20) - RX (58) - XX (22)
- **SNP** - Las personas con el alelo R funcional son fuertemente favorecidos hacia los deportes de potencia, mientras que el alelo nulo X tienen menos probabilidades de sobresalir en los deportes de potencia y no se ha demostrado positivo para deportes de resistencia tampoco.
- **Médico** - No hay

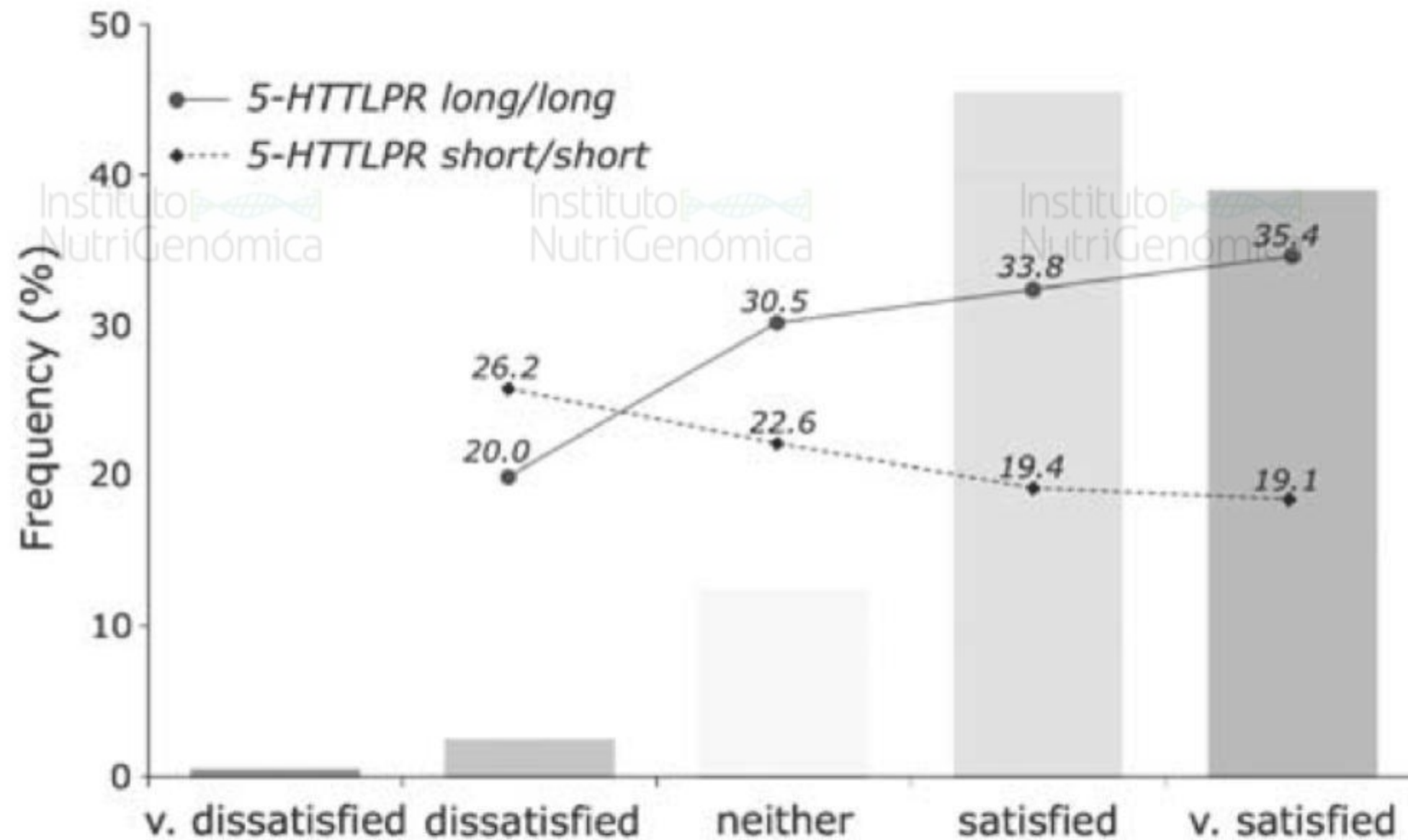
Gen ACTN3

ACTN3	RR	RX	XX
	Strength, speed and power gene combination (found in sprint athletes). Likely to benefit from explosive style training.	Expected to be good at strength, speed and power activities, but less so than RR.	Not associated with power or endurance.

Mecanismos moleculares del rendimiento deportivo

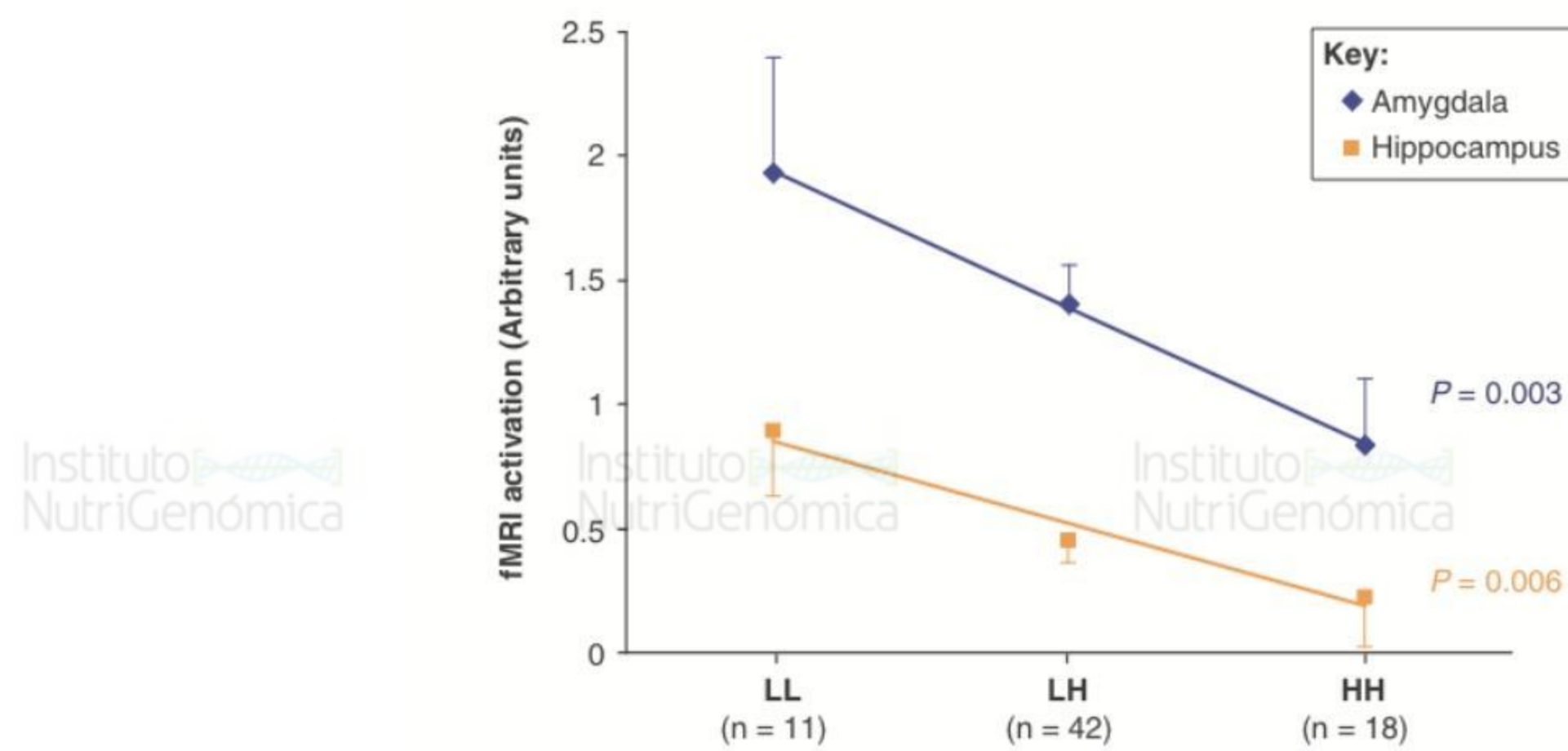
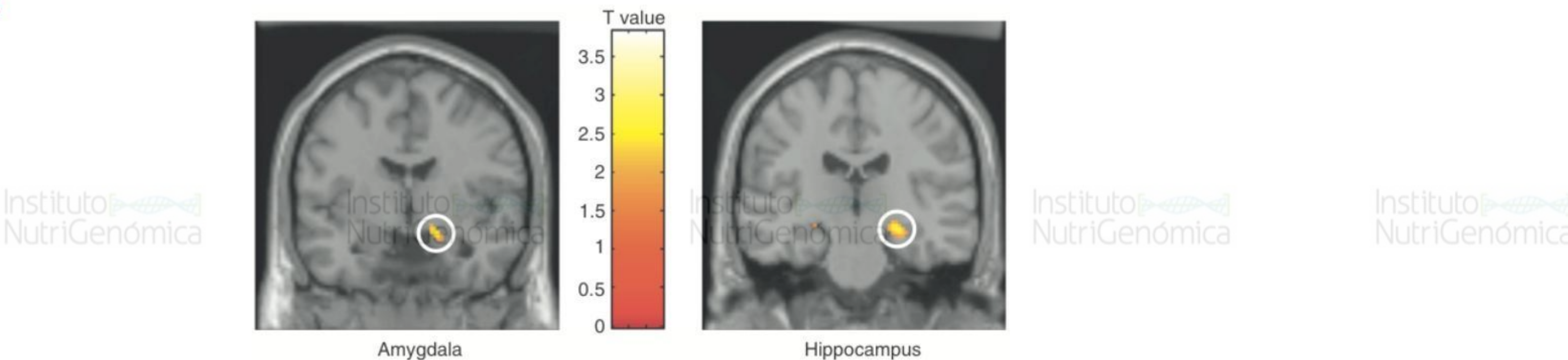


Gen 5-HTT



Functional polymorphism (5-HTTLPR) in the serotonin transporter gene is associated with subjective well-being: evidence from a US nationally representative sample

Serotonina



Genetics of emotion (2011).
Laura Bevilacqua and David
Goldman. Trends in Cognitive
Sciences (2011).

Gen 5-HTT

Diane Van Deren



Instituto
NutriGenómica

Instituto
NutriGenómica

Instituto
NutriGenómica

Instituto
NutriGenómica

Instituto
NutriGenómica

Instituto
NutriGenómica

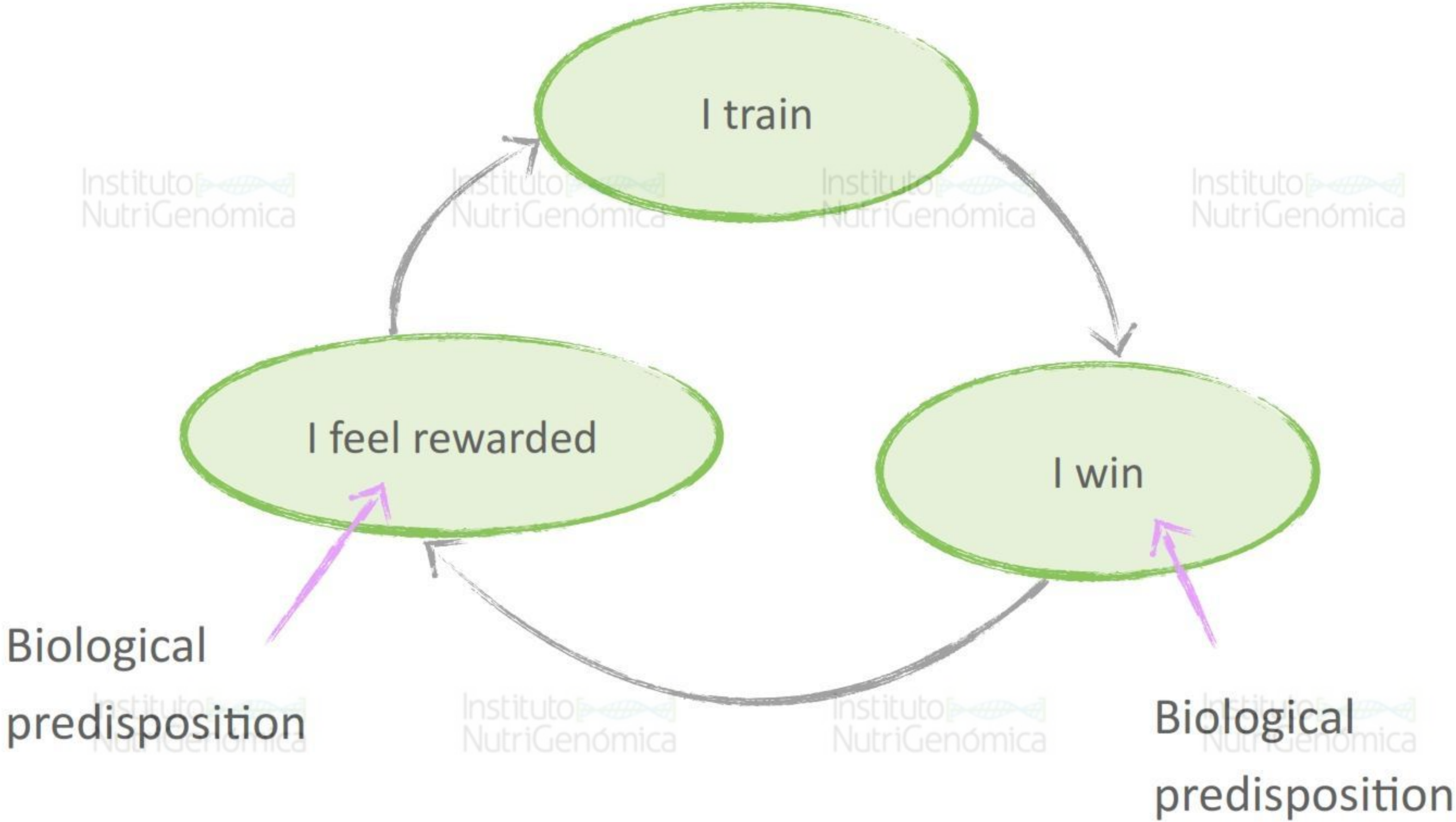
Instituto
NutriGenómica

Instituto
NutriGenómica

Instituto
NutriGenómica

Instituto
NutriGenómica

Mecanismos moleculares del rendimiento deportivo

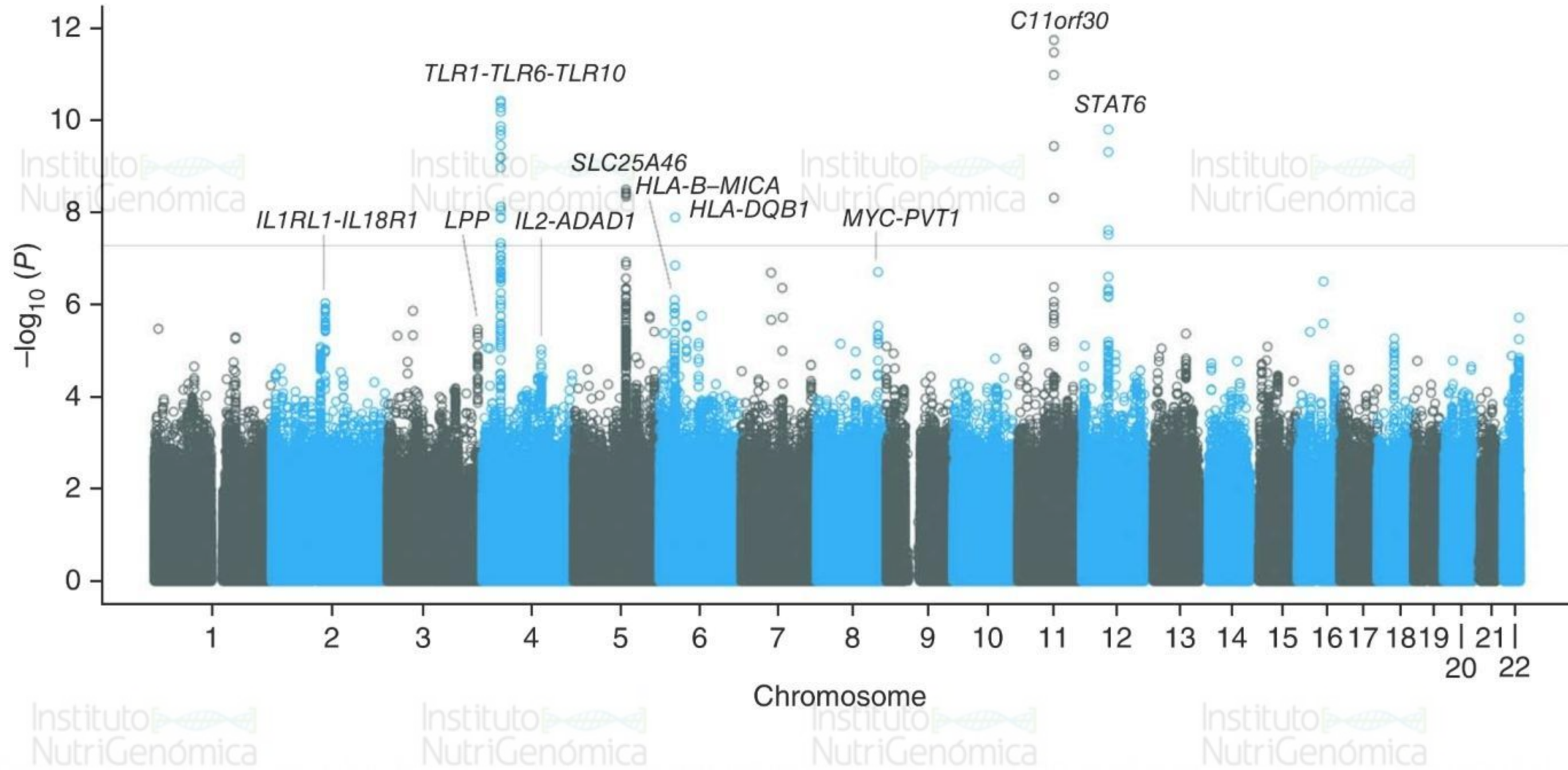


¿Es posible predecir la excelencia deportiva?

Los tests genéticos ofrecidos actualmente explican en
alrededor del 50% las diferencias en el rendimiento deportivo
entre personas.



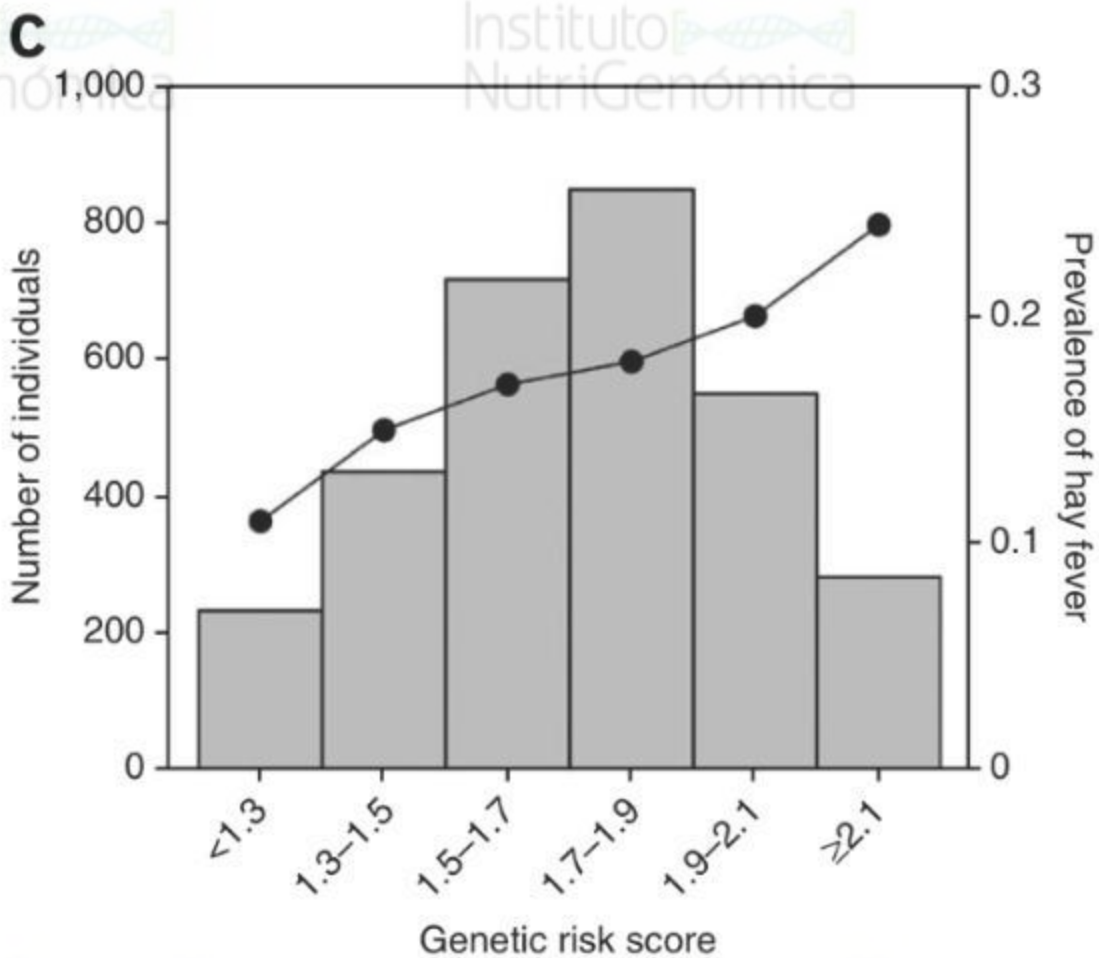
GWAS respuesta alérgica



Meta-analysis of genome-wide association studies identifies ten loci influencing allergic sensitization. Klaus Bønnelykke et al. Nature Genetics, 30 June 2013.

RISK respuesta alérgica

Locus	Effect allele	Nearest gene	Effect allele frequency	Discovery	
				OR (95% CI)	P value
11q13.5	rs2155219[T]	C11orf30	0.47	1.20 (1.14–1.24)	1.8 × 10⁻¹²
12q13.3	rs1059513[T]	STAT6	0.90	1.34 (1.22–1.47)	1.6 × 10⁻¹⁰
5q22.1	rs10056340[T]	SLC25A46	0.83	0.82 (0.77–0.88)	3.2 × 10⁻⁹
6p21.32	rs6906021[T]	HLA-DQB1	0.55	0.86 (0.82–0.91)	1.3 × 10⁻⁸
2q12.1	rs3771175[A]	IL1RL1-IL18R1	0.14	0.79 (0.72–0.88)	9.1 × 10 ⁻⁶
4p14	rs17616434[T]	TLR1-TLR6-TLR10	0.78	1.24 (1.16–1.32)	3.8 × 10⁻¹¹
3q28	rs9865818[A]	LPP	0.59	0.88 (0.84–0.93)	3.4 × 10 ⁻⁶
8q24.21	rs4410871[T]	MYC-PVT1	0.28	1.16 (1.09–1.23)	2.0 × 10 ⁻⁷
4q27	rs17454584[A]	IL2-ADAD1	0.74	0.88 (0.83–0.93)	9.5 × 10 ⁻⁶
6p21.33	rs6932730[T]	HLA-B-MICA	0.82	1.18 (1.10–1.26)	7.9 × 10 ⁻⁷



Tests nutrigenéticos aplicados al deporte

RISK respuesta alérgica

Locus	Effect allele	Nearest gene	Effect allele frequency	Discovery		P/H
				OR (95% CI)	P value	
11q13.5	rs2155219[T]	<i>C11orf30</i>	0.47	1.20 (1.14–1.24)	1.8×10^{-12}	GT/GT
12q13.3	rs1059513[T]	<i>STAT6</i>	0.90	1.34 (1.22–1.47)	1.6×10^{-10}	TT/TT
5q22.1	rs10056340[T]	<i>SLC25A46</i>	0.83	0.82 (0.77–0.88)	3.2×10^{-9}	--
6p21.32	rs6906021[T]	<i>HLA-DQB1</i>	0.55	0.86 (0.82–0.91)	1.3×10^{-8}	CT/TT
2q12.1	rs3771175[A]	<i>IL1RL1-IL18R1</i>	0.14	0.79 (0.72–0.88)	9.1×10^{-6}	--
4p14	rs17616434[T]	<i>TLR1-TLR6-TLR10</i>	0.78	1.24 (1.16–1.32)	3.8×10^{-11}	CT/CT
3q28	rs9865818[A]	<i>LPP</i>	0.59	0.88 (0.84–0.93)	3.4×10^{-6}	AA/AA
8q24.21	rs4410871[T]	<i>MYC-PVT1</i>	0.28	1.16 (1.09–1.23)	2.0×10^{-7}	TT/TT
4q27	rs17454584[A]	<i>IL2-ADAD1</i>	0.74	0.88 (0.83–0.93)	9.5×10^{-6}	--
6p21.33	rs6932730[T]	<i>HLA-B-MICA</i>	0.82	1.18 (1.10–1.26)	7.9×10^{-7}	TT/TT

Meta-analysis of genome-wide association studies identifies ten loci influencing allergic sensitization. Klaus Bønnelykke et al. Nature Genetics, 30 June 2013.

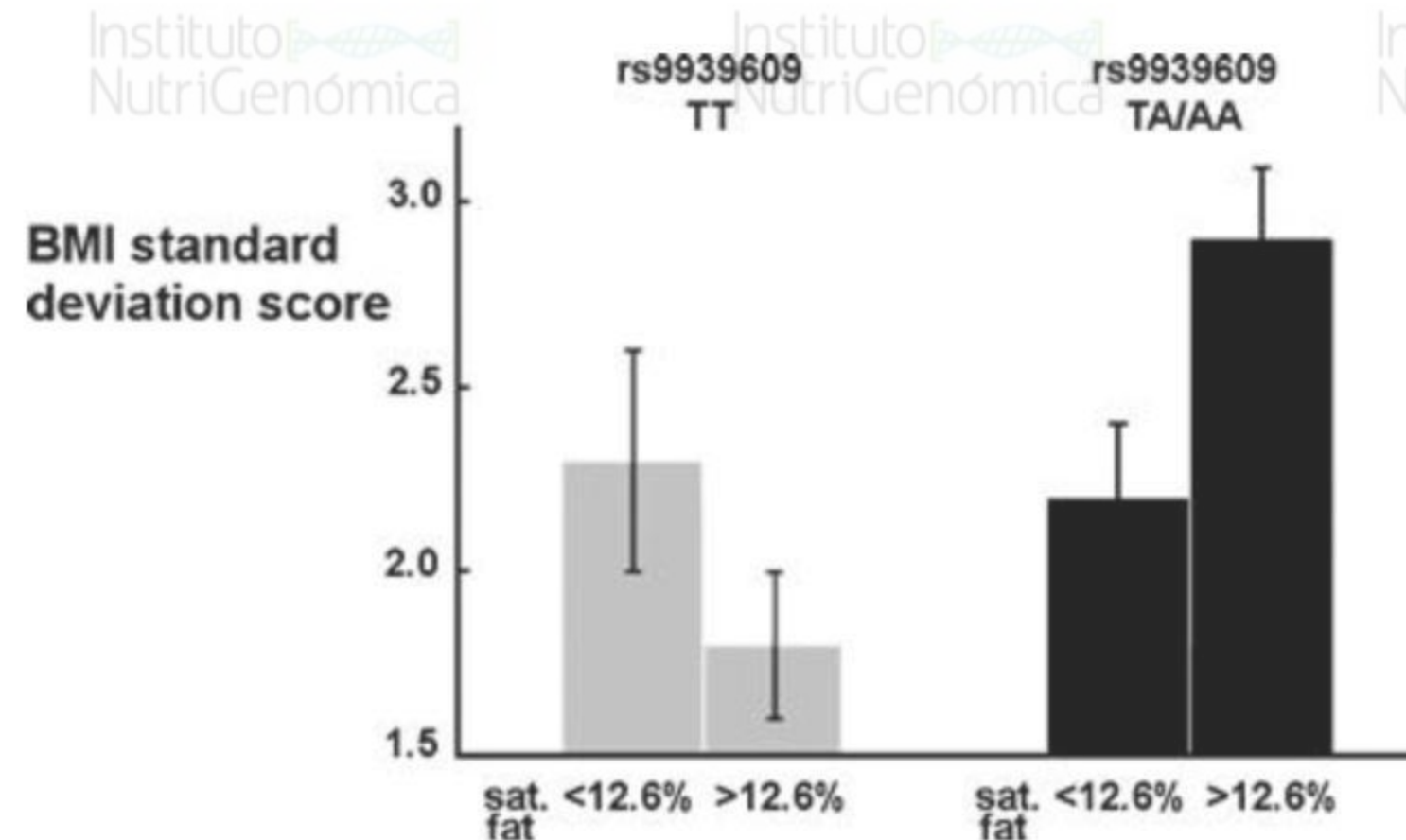
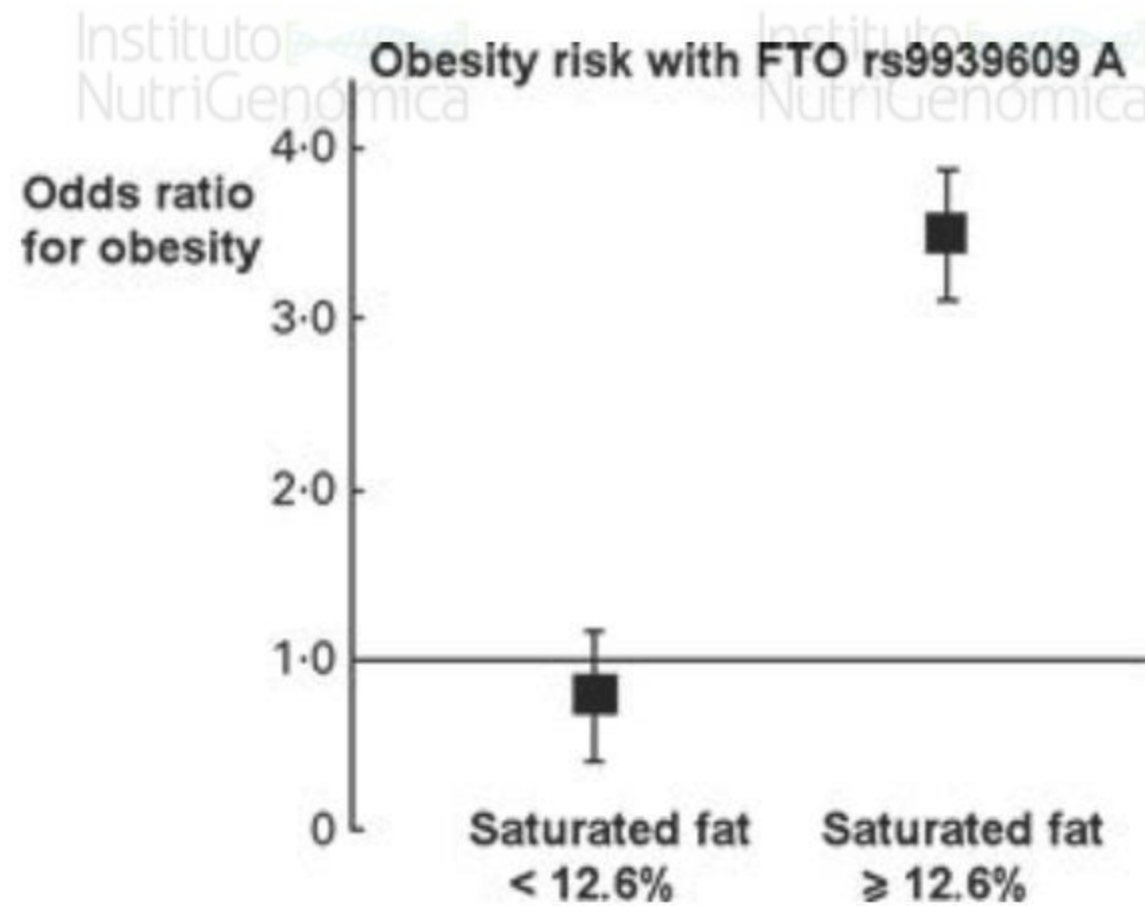
¿Es posible predecir la excelencia deportiva?

Los tests genéticos ofrecidos actualmente explican en alrededor del 50% las diferencias en el rendimiento deportivo entre personas.

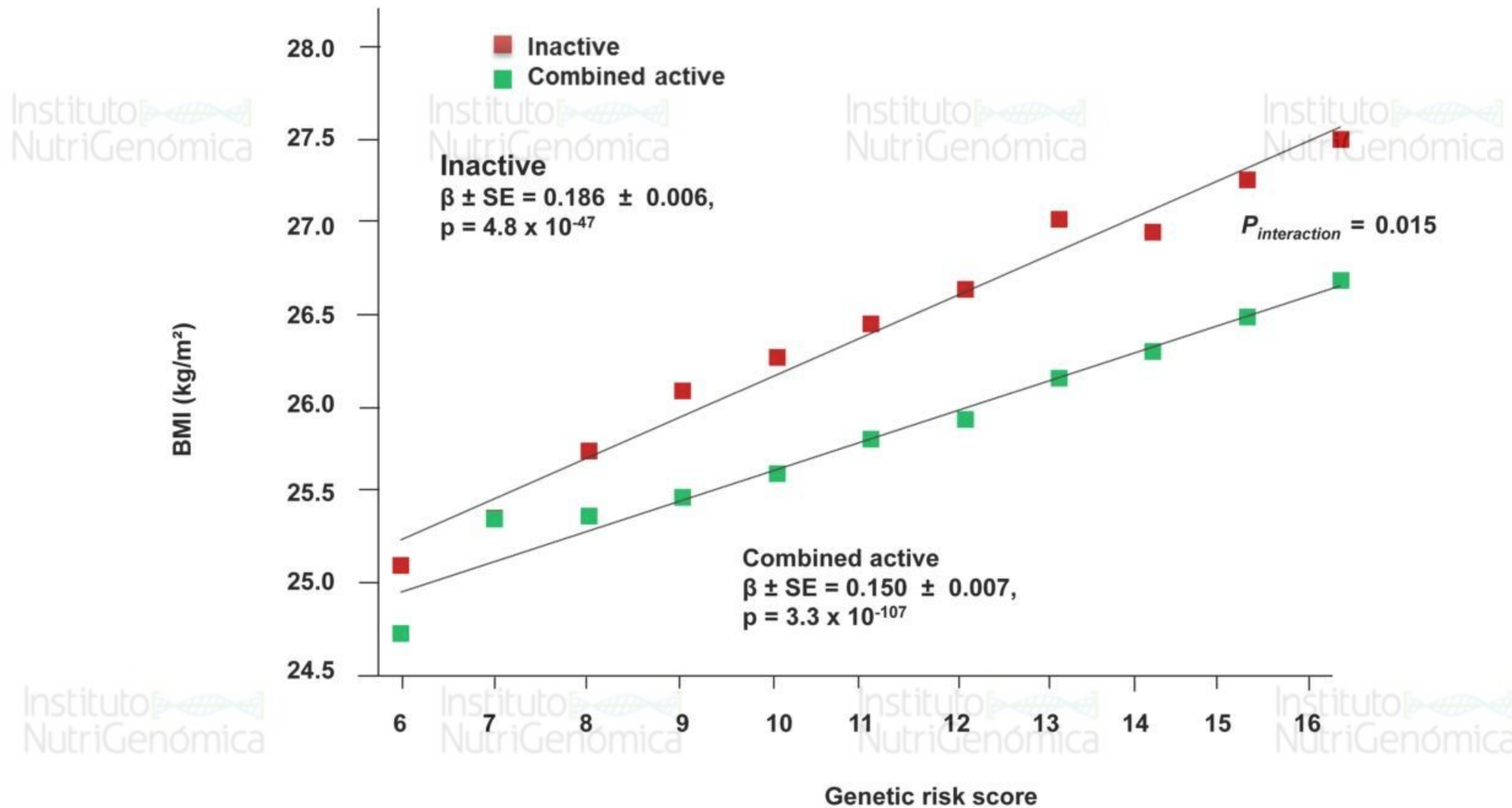


Sí pueden ayudar a determinar el entrenamiento óptimo, o el tipo de actividad en el que ese niño presentará un mayor rendimiento, e incluso el tipo de alimentación que aumentará su rendimiento.

Interacción Genoma-Nutrición

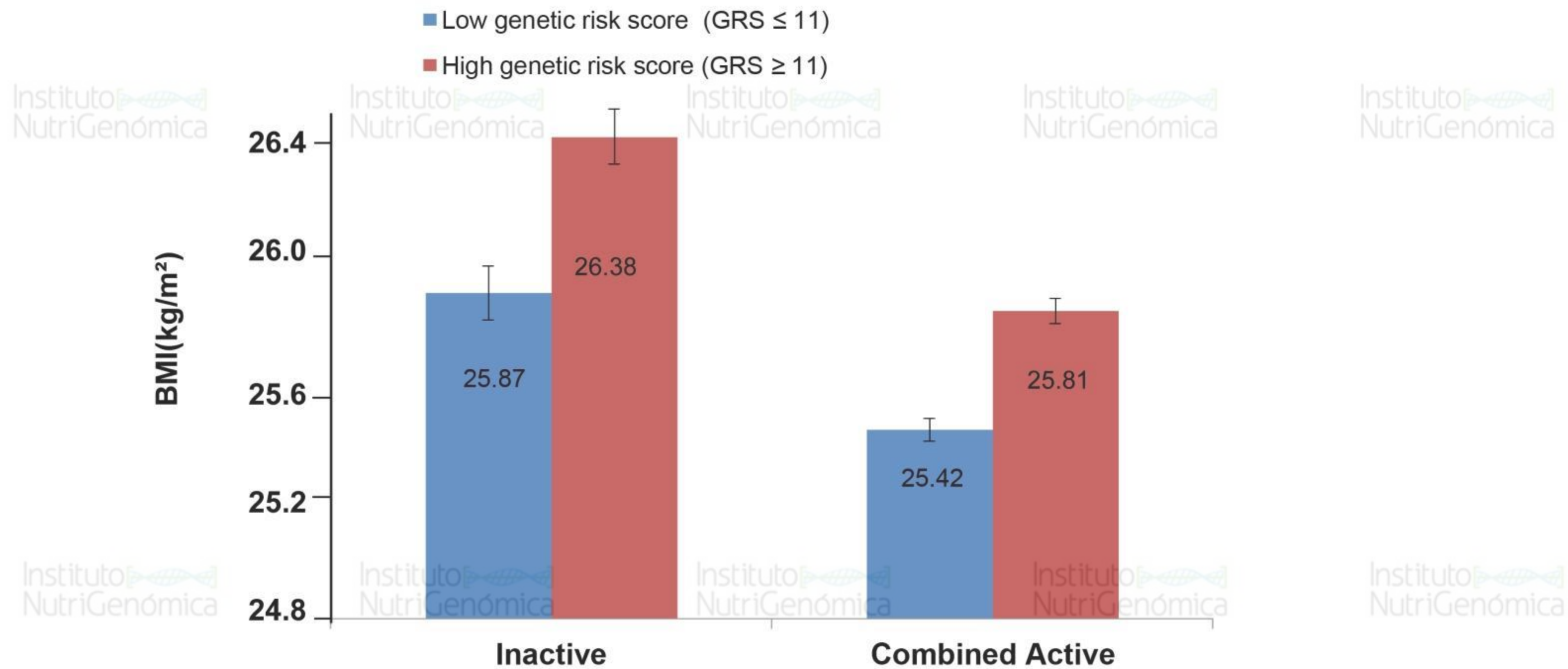


Interacción Genoma-Estilo de vida (ejercicio)



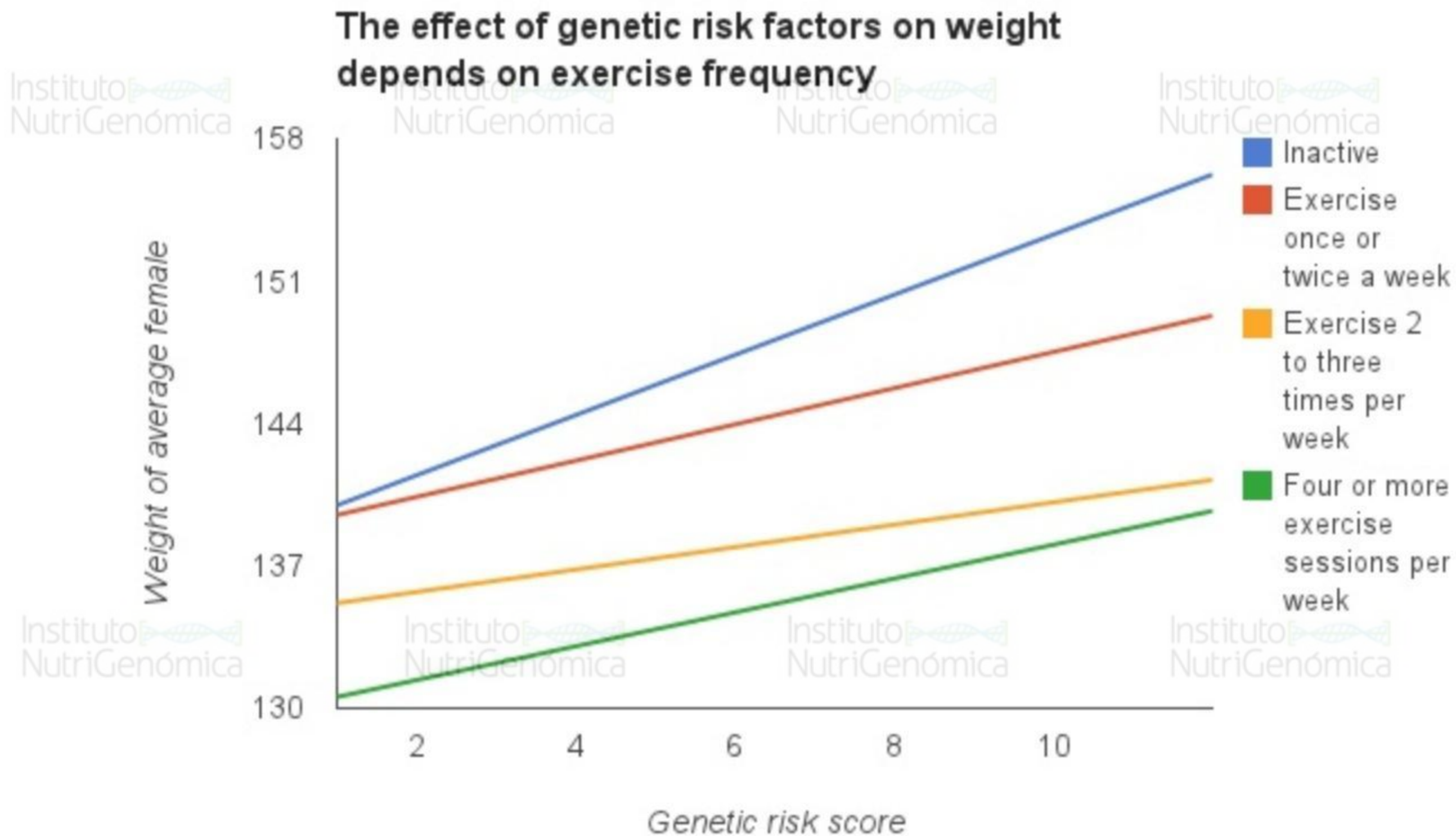
Gene 6 Physical Activity Interactions in Obesity: Combined Analysis of 111,421 Individuals of European Ancestry (2013) Shafqat Ahmad et al. PLOS Genetics. July 2013 | Volume 9 | Issue 7 | e1003607

Interacción Genoma-Estilo de vida (ejercicio)



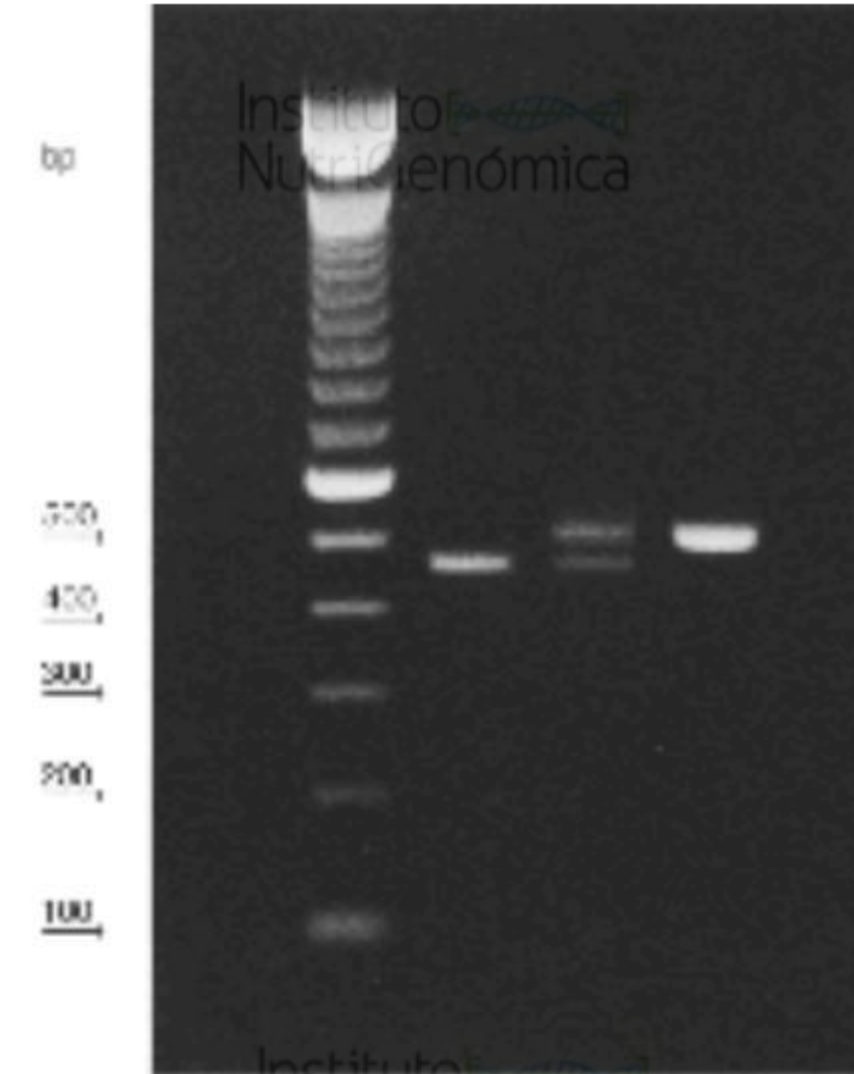
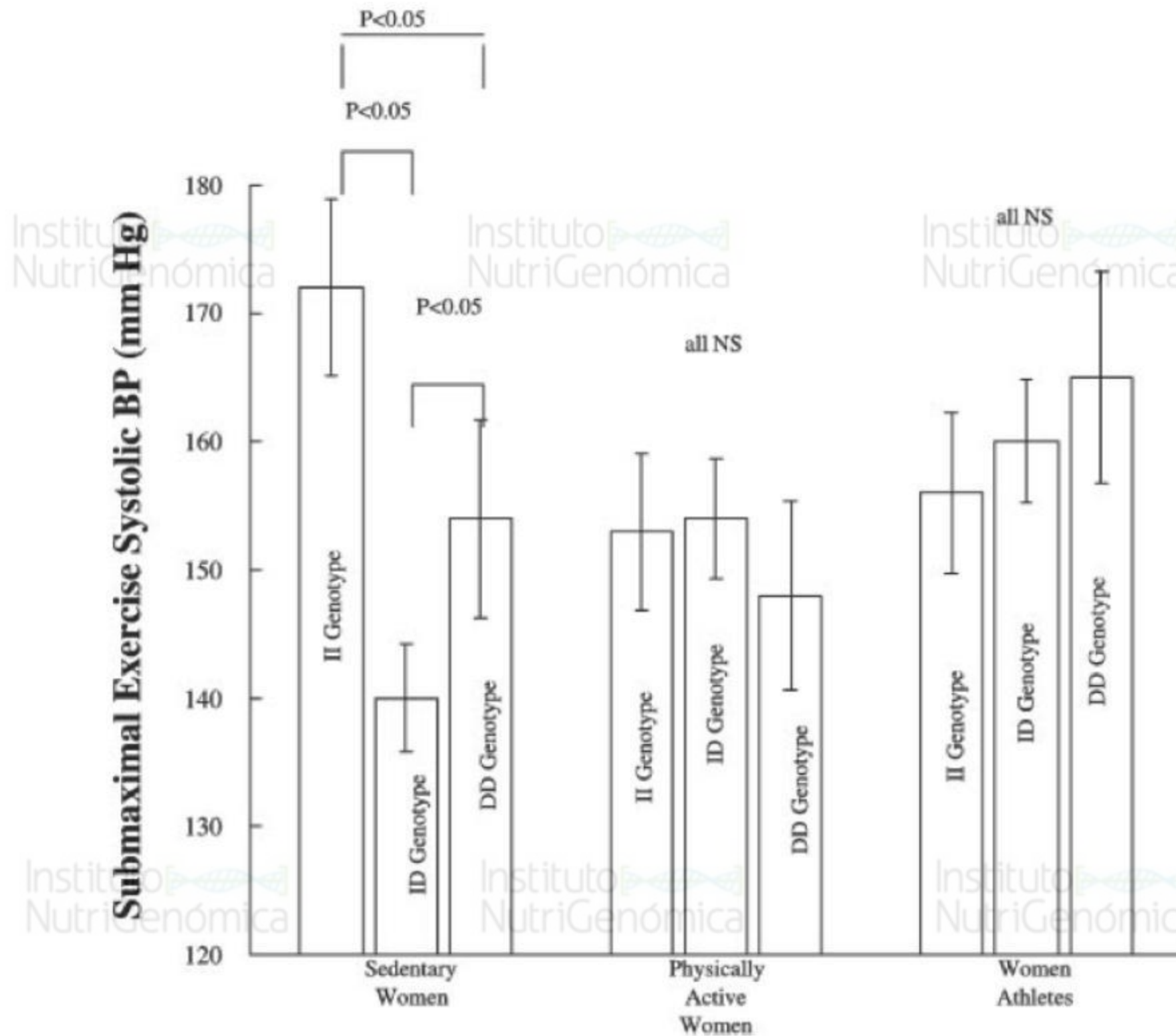
Gene 6 Physical Activity Interactions in Obesity: Combined Analysis of 111,421 Individuals of European Ancestry (2013) Shafqat Ahmad et al. P 2013 | Volume 9 | Issue 7 | e1003607

Interacción Genoma-Estilo de vida (ejercicio)



Tests nutrigenéticos aplicados al deporte

Interacción Genoma x Ambiente



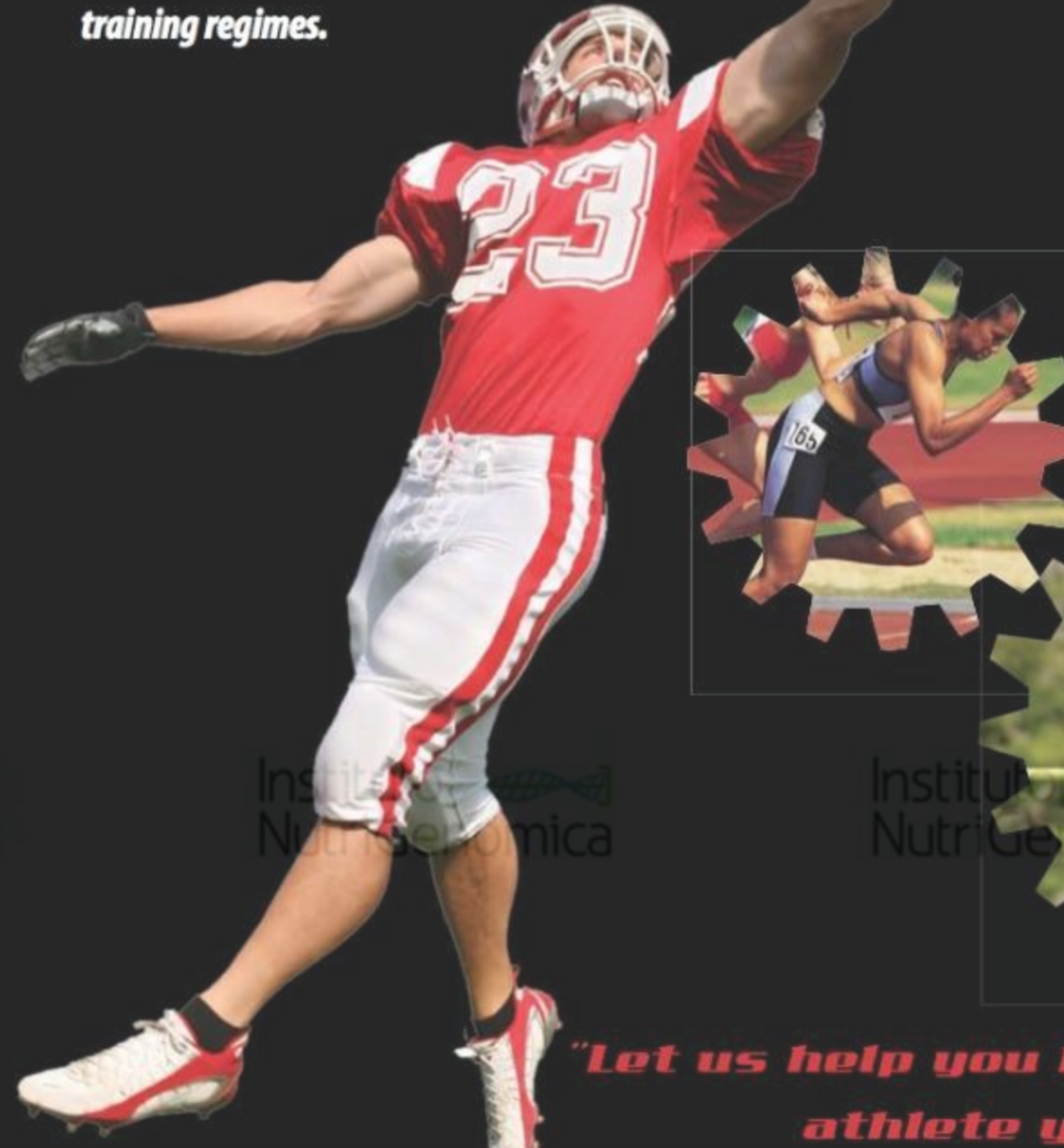
ACE insertion/deletion polymorphism and submaximal exercise hemodynamics in postmenopausal women. Hagberg et al. J Appl Physiol (1985). 2002 Mar;92(3):1083-8.

Tests nutrigenéticos aplicados al deporte

According to leading exercise scientists, the next major wave in improving sports performance will arise from an improved understanding of the genetic basis of fitness, and the application of that knowledge to optimizing event selection and improving training regimes.

What is the ACTN3?

- Everyone has two copies of the ACTN3 gene, inheriting one copy of the gene from each parent.
- The ACTN3 gene instructs our body to produce a specific muscle protein called *alpha-actinin-3*.
- Researchers have found that some people have the variant which prevents the ACTN3 from making this specific muscle protein. Having this variant does not seem to have any harmful health effects, but there does seem to be an effect on sports performance.
- Scientific studies involving elite level athletes suggest that the presence of this specific muscle protein contributes to the muscle's ability to generate forceful contractions at high velocity.



"Let us help you become the best athlete you were born to be!"

Tests nutrigenéticos aplicados al deporte

- **AGT** – Angiotensinogen
- **ACE** - Angiotensin Converting Enzyme
- **VEGF** - Vascular Endothelial Growth Factor
- **BDKRB2** - Bradykinin Receptor B2
- **ACTN3** - Alpha Actinin 3
- **ADRB2 (Arg16Gly)** - Beta 2 Adrenergic Receptor
- **ADRB2 (Gln27Glu)** - Beta 2 Adrenergic Receptor
- **NRF-2** - Nuclear Respiratory Factor 2
- **PPARGC1A** - Peroxisome Proliferator-Activated Receptor Gamma Coactivator-1
- **PPARA** - Peroxisome Proliferator-Activated Receptor Alpha
- **TRHR** - Thyrotrophin Releasing Hormone Receptor
- **VDR** - Vitamin D Receptor
- **IL-6** - Interleukin-6
- **CRP** - C- Reactive Protein
- **COL5A1** - Collagen 5 Alpha 1

- **GDF5** - Growth Differentiation Factor 5
- **COL1A1** - Collagen 1 Alpha 1
- **COL5A1** - Collagen 5 Alpha 1
- **CRP** - C- Reactive Protein
- **IL-6** - Interleukin-6
- **IL-6R** - Interleukin-6 Receptor
- **TNF** - Tumour Necrosis Factor
- **SOD2** - Super Oxide Dismutase 2
- **GSTM1** - Glutathione S- transferase M1
- **GSTT1** - Glutathione S- transferase T1

Tests nutrigenéticos aplicados al deporte

DNAFit® test SNP genes & ID numbers

	Gene	ID		Gene	ID
1	ACE	rs4341	21	GSTM1 deletion	GSTM1 deletion
2	ACTN3	rs1815739	22	GSTT1 deletion	GSTT1 deletion
3	ADH1C	rs698	23	IL-6	rs1800795
4	ADRB2	rs1042713	24	IL6R	rs2228145
5	ADRB2	rs1042714	25	LCT	rs4988235
6	ADRB3	rs4994	26	LPL	rs328
7	AGT	rs699	27	MTHFR	rs1801131
8	APOA2	rs5082	29	NRF	rs7181866
9	APOC3	rs5128	30	PPARA	rs4253778
10	BDKRB	+9/-9 INDEL	31	PPARG	rs1801282
11	CAT	rs1001179	32	PPARGC1A	rs8192678
12	COL1A1	rs1800012	33	TRHR	rs16892496
13	COL5A1	rs12722	34	VDR Bsm	rs1544410
14	CRP	rs1205	35	VEGF	rs2010963
15	CYP1A2	rs762551	36	CLOCK	rs1801260
16	EPHX1	rs1051740	37	MC4R	rs17782313
17	FABP2	Rs1799883	38	APOA5_1131T>C	rs662799
18	FTO	rs9939609	39	PLIN	rs894160
19	GDF5	rs143383			
20	GPX1	rs1050450			

Tests nutrigenéticos aplicados al deporte



1. El rendimiento deportivo tiene una naturaleza en parte genética y en parte por el ambiente (a aproximadamente el 50%).
2. El estudio del genoma ha permitido conocer mejor, a través de estudios de asociación, las bases genéticas del rendimiento deportivo.
3. Es difícil predecir el rendimiento deportivo, pero sí es posible determinar cuál es el tipo de entrenamiento óptimo para maximizar este rendimiento.
4. Los estudios de interacción entre nutrición y genética que influyen en el rendimiento deportivo están dando resultados significativos, que permitirán optimizar también la alimentación en un futuro próximo.

Tema 10

Nutrigenómica en el deporte

Instituto
NutriGenómica

Instituto
NutriGenómica

Instituto
NutriGenómica

Instituto
NutriGenómica

Instituto
NutriGenómica

Instituto
NutriGenómica

Instituto
NutriGenómica

Instituto
NutriGenómica

Instituto
NutriGenómica

Instituto
NutriGenómica