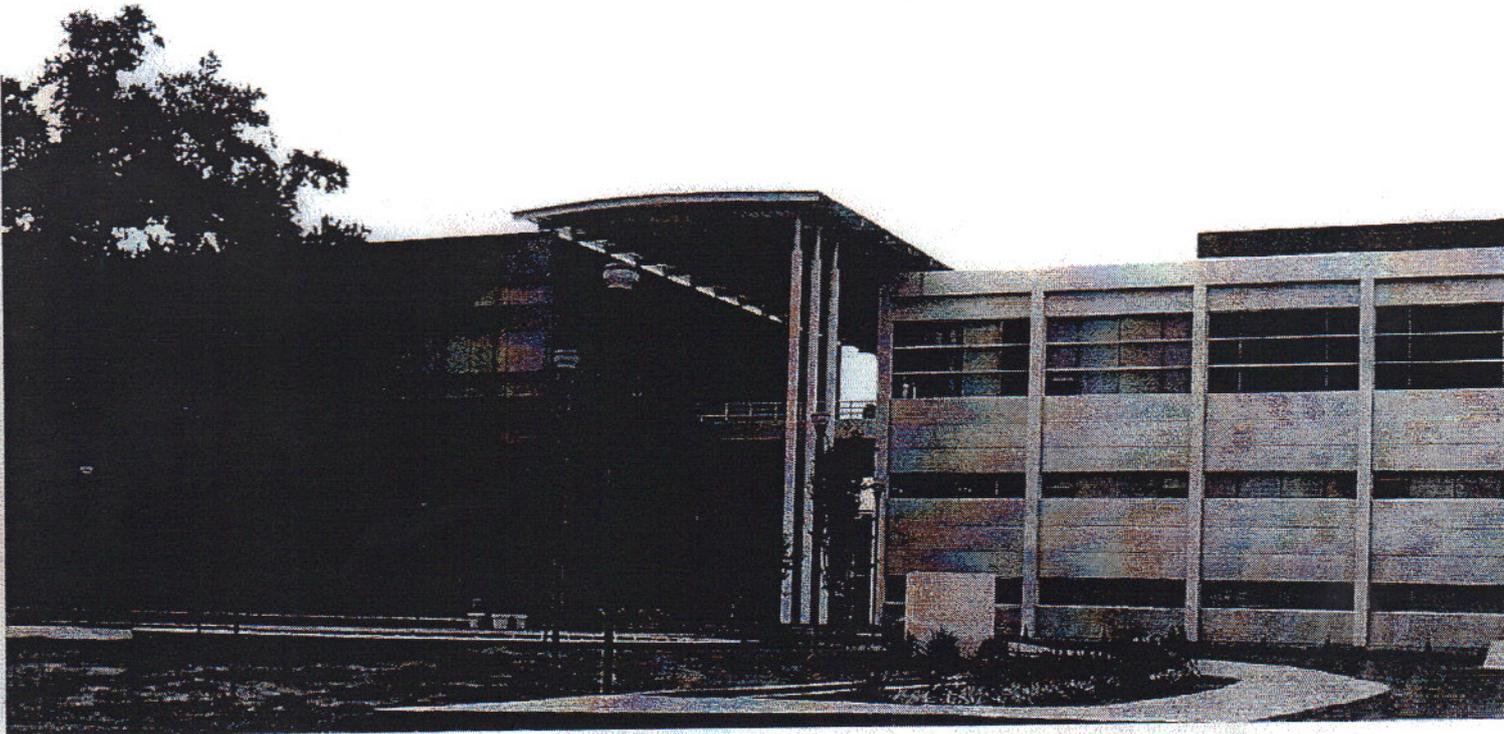


Revista de Ciencias del Ejercicio

# FOD



"EDUCACION FISICA, DEPORTE Y CIENCIAS APLICADAS"  
Del 30 de octubre al 1 de noviembre del 2012



Año 7, Nº. 7 octubre 2011 - octubre 2012

<b>POLIMORFISMO DEL GEN ACE EN EL EQUIPO DE FÚTBOL AMERICANO DE LA UANL .....</b>	<b>120</b>
THALÍA ANDREA OLVERA ARRIAGA .....	120
JOSÉ ALBERTO VALADEZ LIRA .....	120
ZYANYA DIAZ HIRASHI .....	120
GERMÁN HERNÁNDEZ CRUZ .....	120
PEDRO MORALES CORRAL .....	120
BLANCA ROCÍO RANGEL COLMENERO .....	120
<b>PROGRAMA RECREATIVO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO ESCOLAR CON NECESIDADES EDUCATIVAS ESPECIALES (BARRERAS PARA EL APRENDIZAJE).....</b>	<b>134</b>
ALFREDO QUINTANA RIVERA.....	134
JULIO ALEJANDRO GÓMEZ FIGUEROA .....	134
LUIS QUINTANA RIVERA .....	134
CARLOS EDUARDO MÁRQUEZ ÁGUEDA .....	134
<b>PROGRAMA DE ACTIVIDAD FÍSICA PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES FÍSICAS EN ADULTOS MAYORES .....</b>	<b>148</b>
MARISOL TOLEDO SÁNCHEZ .....	148
ENRIQUE RAFAEL FARFÁN HEREDIA .....	148
VERÓNICA BENIGNA RUIZ CAMPOS .....	148
<b>CARACTERIZACIÓN PODAL EN NIÑOS DE 3 A 6 AÑOS DEL MUNICIPIO DE PUEBLA, PUEBLA .....</b>	<b>156</b>
XITLALI TORRES AGUILAR .....	156
GERARDO REYES GUZMÁN .....	156
ENRIQUE BUENDÍA LOZADA .....	156
JOSÉ FRANCISCO GALVÁN MATA .....	156
<b>INFLUENCIA DE LA CLASE DE EDUCACIÓN FÍSICA SOBRE LAS ETAPAS DE CAMBIO PARA EL EJERCICIO. ...</b>	<b>162</b>
JORGE ISABEL ZAMARRIPA RIVERA .....	162
FRANCISCO DANIEL ESPINO VERDUGO .....	162
MARCO ANTONIO GARRIDO SALAZAR .....	162
SILVIA ABIGAIL SANCHEZ GARCIA .....	162
IVAN ALEJANDRO SOLIS MEJIA .....	162
<b>IMPACTO DE COMPETENCIAS PROFESIONALES EN LA FORMACIÓN DE ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA, MÉXICO.....</b>	<b>173</b>
MARÍA DEL CARMEN ZUECK ENRÍQUEZ .....	173
JEANETTE M. LÓPEZ WALLE.....	173
FRANCISCO JAVIER FLORES RICO .....	173
HUMBERTO BLANCO VEGA .....	173
JUAN FRANCISCO AGUIRRE CHÁVEZ.....	173

## **Polimorfismo del Gen ACE en el equipo de Fútbol Americano de la UANL**

**Thalía Andrea Olvera Arriaga<sup>1</sup>**

**José Alberto Valadez Lira<sup>2</sup>**

**Zyanya Diaz Hirashi<sup>2</sup>**

**Germán Hernández Cruz<sup>1</sup>**

**Pedro Morales Corral<sup>1</sup>**

**Blanca Rocío Rangel Colmenero<sup>1 12</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Organización Deportiva, UANL, <sup>2</sup> Facultad de Biología, UANL, México.

### **Abstract**

Some genes are used as molecular markers in different sports, focused on athletes who outstanding for their performance. Among the most common genes are ACE gene, which is angiotestina converting enzyme, an important regulator functions relating to the circulation and endothelial vascular systems. This gene is located on chromosome 17 and contains three distinct genotypes: II genotype (homozygous) predisposes to an increase in aerobic development of resistance and provides a vascular homeostasis, the DD genotype (homozygous) provides increased vascular conditions and therefore anaerobic a predisposition to development speed and finally the genotype ID (heterozygous) with both properties in a balanced way. In this paper we analyzed the polymorphism variants ACE gene to associate genetic predisposition with sports performance of the members of the football team of the UANL. Participated 56 players Football representative team in the UANL. Samples of epithelium were obtained for DNA extraction and ACE gene was amplified. From the data obtained shower higher incidence of DD and ID genotype related to the speed and power in American football players.

*Keywords:* Genetic polimorphisms; American football; resistance; physical endurance.

### **Resumen**

Algunos genes son utilizados como marcadores moleculares en distintos deportes, enfocados en atletas que sobresalen por su desempeño. Entre los genes más comunes se encuentran el gen ACE, que es la enzima convertidora de angiotestina, un regulador importante en las funciones relacionadas a la circulación y sistemas vasculares endoteliales. Este gen está localizado en el cromosoma 17 e incluye 3 genotipos distintos: el genotipo II

---

<sup>12</sup> Blanca Rocío Rangel Colmenero, [brangel\\_colmenero@hotmail.com](mailto:brangel_colmenero@hotmail.com), Facultad de Organización Deportiva, Universidad Autónoma de Nuevo León, Cd. Universitaria, C.P. 66450, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.

(Homocigoto) predispone a un incremento del desarrollo aerobio de resistencia y brinda una homeostasis vascular, el genotipo *DD* (homocigoto) brinda incremento de condiciones vasculares y por lo tanto una predisposición al desarrollo anaerobio de velocidad y por último el genotipo *ID* (Heterocigoto) con ambas características de manera equilibrada. En el presente trabajo se analizaron las variantes polimórficas del gen ACE para asociar la predisposición genética con el rendimiento deportivo de los integrantes del equipo de fútbol americano de la UANL. Participaron 56 jugadores activos del equipo representativo de Fútbol Americano en la UANL. Se obtuvo una muestra de epitelio para la extracción del ADN y se amplificó el gen ACE. A través de los datos obtenidos se observó una mayor incidencia del genotipo *DD* y *ID* relacionado con la velocidad y potencia en jugadores de Fútbol Americano.

*Palabras claves:* Polimorfismos genéticos, Fútbol Americano, resistencia, rendimiento físico.

## INTRODUCCIÓN

El deporte de fútbol americano es una actividad física que requiere grandes cualidades como lo son la velocidad, fuerza, potencia y resistencia cardiovascular, para lograr resultados satisfactorios, el individuo reacciona de forma distinta al entrenamiento de cada una de estas, acorde a la intensidad, duración y frecuencia del entrenamiento. Es de suma importancia evaluar el comportamiento biológico de los jugadores para poder tener un control adecuado y así poder determinar el plan de entrenamiento idóneo para cada persona.

El rendimiento deportivo también está determinado por la carga genética que presenta cada individuo, por lo que una persona que presenta genes específicos para determinadas cualidades deportivas, presentará mejores adaptaciones al entrenamiento por la predisposición a cierta actividad física. Debido a esto, consideramos conveniente determinar las variantes polimórficas del gen ACE que están ligadas con la resistencia, desgaste físico y consecuentemente en el rendimiento del deportista, en el equipo de fútbol americano del equipo Auténticos Tigres de la UANL.

En el presente trabajo se analizaron las variantes polimórficas del gen ACE para asociar la predisposición genética con el rendimiento deportivo de los integrantes del equipo de fútbol americano de la UANL. Con los resultados obtenidos se logró asociar los polimorfismos relacionados a características de velocidad y resistencia que presentaron los atletas ligados a las posiciones determinadas de ofensiva y defensiva, proporcionando una herramienta útil para obtener un mejor rendimiento deportivo y proporcionar datos importantes para la comunidad científica deportiva.

## ANTECEDENTES

### EL EJERCICIO FÍSICO

El ejercicio físico es la realización de cualquier actividad física con el fin de mantener un buen estado de salud, corregir una deformidad, tener mejores resultados deportivos, o para tareas de tipo militar (Aguilar Londoño, Zuluaga Zapata, Patiño, & Caballo García, 2006). El avance que se ha tenido en el rendimiento deportivo ha ido en aumento en los últimos años, y estas mejoras se producen gracias a que existe una base muy grande de conocimientos sobre el deporte. Las ciencias del deporte han evolucionado pasando de ser empíricas a científicas (Bompa, 2003).

Durante el periodo del entrenamiento, así como durante una competencia existen muchos factores que intervienen sobre el organismo, estos factores pueden ser de tipo fisiológico,

bioquímico, de salud, psicológico, social y metodológico. Para entender la reacción del deportista y planificar futuros programas es necesario evaluar toda la información que se recaba durante estos periodos (Aguilar Londoño, et al., 2006; Bompa, 2003). En la realización de un ejercicio físico es cierto que uno de los principales componentes es el sistema muscular esquelético, pero dicho sistema sería incapaz de cumplir su función sin la participación adecuada de prácticamente todos los sistemas y órganos del cuerpo humano. Debido a esto, es necesario comprender el funcionamiento de cada uno de estos sistemas para realizar un adecuado entrenamiento del individuo participante; ya que la respuesta de adaptación de los sistemas cardiovascular, musculo-esquelético, neuro-endócrino e inmunológico varía con la duración, la intensidad y la periodización del entrenamiento con la que se lleva a cabo la actividad física.

**FUTBOL AMERICANO**

Este deporte de conjunto se caracteriza principalmente en tener una gran cantidad de participantes (aprox. 65 a 75 jugadores), el cual consta de unidades defensivas y unidades ofensivas, así como de equipos especiales. La ofensiva y la defensiva a su vez tienen 5 diferentes posiciones cada una donde los atletas que participan en ella deberán denotar características físico atléticas diferentes las cuales sean congruentes con la posición a desempeñar. Cada posición de juego representa la acción que realizará, a continuación se observa en la figura 1 para el desempeño de cada jugador y en la tabla 1 se observa el significado de las siglas y las funciones de cada posición son.

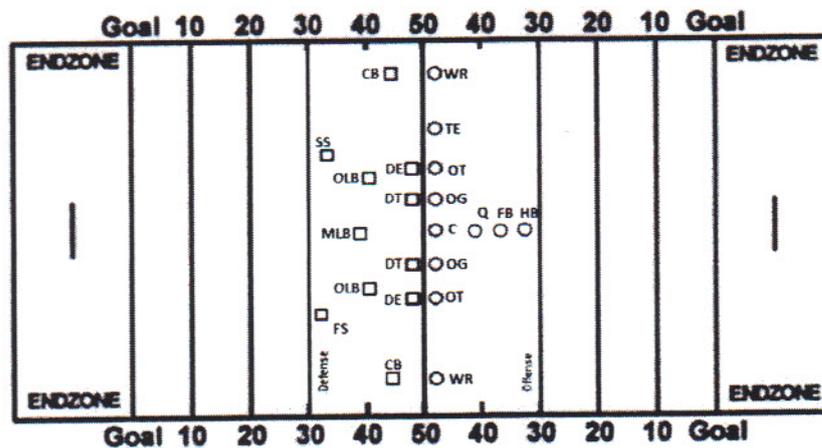


Figura 1. Representación gráfica de las distintas posiciones de juego en el fútbol americano.

Tabla 1. Significado en ingles de las siglas para cada posición.

DEFENSIVA	OFENSIVA
DL (Defensive Line)	OL (Offensive Line)
DB (Defensive Backer)	WR (Wide Receiver)
LB (Line Backer)	RB (Running Back)
FS (Free Safety)	QB (Quarter Back)
	K (Kicker)

*Defensiva*

DL (Línea Defensiva).- Son los hombres que están en la línea de golpeo y su único objetivo es atacar al QB en jugadas de pase y/o no permitir espacios al corredor en jugadas de

carrera; dentro de esta nomenclatura podemos encontrar otras posiciones con sus respectivas siglas que son:

DT (Tackle defensivo)

DE (Ala defensivo)

NT (Nose Tackle) solo existe en defensivas diversas

LB (Linebackers).- Son jugadores que cumplen con varias funciones; defienden los pases en trayectorias cortas, paran las carreras que han pasado la línea defensiva o en la misma línea y atacan al QB en jugadas de penetración. Pueden ser 3 o 4 dependiendo la defensiva en formación dentro del campo de juego suelen dividirse en 3 tipos:

Strongside (LOLB "outside linebacker izquierdo" o ROLB "outside linebacker derecho"); se sitúa donde se coloque el "TE" (Ala cerrada o receptor).

Middle (MLB); identifica la formación del equipo contrario y ajusta la "DL", por eso mismo es conocido como el *QUARTERBACK de la defensa*.

Weakside (LOLB "outside linebacker izquierdo" o ROLB "outside linebacker derecho"); es el más rápido y atlético.

DB (Defensiva secundaria).- No es una posición específica. Es el nombre que recibe cualquier hombre o jugador que está detrás de la "DL". Son los encargados de cubrir a los receptores e impedir el pase son:

CB (Esquineros).- Están situados enfrente de los receptores y pueden tener un hombre asignado para cubrir de manera personal o una zona específica.

Safety (FS "Safety Libre" o SS "Safety Fuerte").- Los safeties son la última línea de la defensa, es decir, los más lejanos a la "DL" y su función es ayudar a los "CB" con los pases más profundos.

FS (Safety Libre).- Es el último hombre de la defensiva que protege las zonas profundas de pase. Normalmente este hombre es el más bajo y rápido de los 2, siendo el experto de la cobertura de pase.

SS (Safety Fuerte).- Cumple la misma función del anterior pero puede bajar a la línea, ya sea para cubrir una carrera o pase corte e inclusive a veces atacar al QB. A comparación del "FS" éste suele ser el más alto y fuerte de los 2, aportando ayuda extra para las jugadas de carrera.

#### *Ofensiva*

OL (Línea Ofensiva).- Todos los jugadores que se encuentran en esta nomenclatura tienen 2 funciones básicas dentro del campo; en jugadas de pase su función es bloquear a los defensivos que tratarán de llegar al QB y en jugadas de carrera su función es abrir huecos por donde debe pasar el corredor. Aunque cada uno tiene movimientos específicos dependiendo el tipo de jugada y nomenclatura específica que entran dentro de los OL, donde podemos encontrar las siguientes siglas:

C (Centro).- Entrega el balón al QB para que empiece la jugada.

LG (Guardia izquierdo)

RG (Guardia derecho)

LT (Tackle izquierdo)

#### RT (Tackle derecho)

Los jugadores que tenemos detrás de la línea ofensiva o mejor dicho en el BACKFIELD son los siguientes:

QB (Quarterback o mariscal de campo).- Es el líder de la ofensiva, a él se le entrega el balón al comenzar la jugada y puede hacer 3 funciones: *Lanzar un pase, entregar el balón a un CORREDOR o CORRER ÉL MISMO.*

RB (Corredor).- Es el encargado de acarrear el balón y en ocasiones puede también recibir pases, es decir, dependiendo de la jugada.

WR (Ala abierta o receptor).- Su función es atrapar los pases que envíe el QB y son de gran velocidad, aunque hay diferentes alas como el Split End (SE) o el Flanker (F); el primero se sitúa a la misma altura de la línea mientras que el segundo está un paso atrás.

#### *Equipos especiales*

Las unidades de equipos especiales están en el campo durante los *KICK OFFS, FREE KICKS, PUNTS, FIELD GOALS* y *EXTRA POINTS*. La mayor parte de los jugadores juegan además de esta posición especial otra posición durante el partido. Éstos pueden servir como ataques o defensa y solo se ven esporádicamente durante del partido, ya que depende de cómo se está desarrollando el partido y las estrategias del Head Coach de cada equipo.

Los equipos especiales dentro de un equipo de fútbol americano incluyen un equipo de *KICK OFF*, un equipo de *PATEO*, un equipo de *RETORNO* y otro más *BLOQUEO*; en resume nos referimos a un equipo de *FIELD GOAL* y un equipo de *BLOQUEO* al *FIELD GOAL*.

K (pateador).- Es el encargado de los *KICK OFFS* y *FIEL GOALS*. Con la misma denominación esta el pateador de la patadas de despeje (al iniciar el partido, después de que un equipo hace puntos o al comenzar el tercer cuarto) como al que patea los goles de campo y puntos extras.

#### GENES Y EL DEPORTE

Existen diversos reportes respecto a los análisis genéticos realizados en deportistas de la rama del atletismo sin distinción categoría o perfil deportivo en donde se han aplicado las pruebas genéticas para determinar la existencia de predisposición a cierta actividad física; además que se ha utilizado esta información para relacionar estos genes con el rendimiento para otros deportes.

Una condición genética o gen que se ha estudiado para tales fines es la enzima convertidora de angiotestina la cual es un regulador importante en las funciones relacionadas a la circulación y sistemas vasculares endoteliales. Esta enzima es codificada por el gen ACE localizado en el cromosoma 17 e incluye 3 genotipos distintos el *DD* homocigoto, *ID* Heterocigoto y el genotipo *II* Homocigoto, este último genotipo es responsable de producir altos niveles de la enzima convertidora de angiotestina en el plasma el cual está involucrada en la conversión de angiotestina II actuando como un potente regulador de la estabilidad de las funciones vasculares. Entre las variantes polimórficas denominadas alelos (forma alternativa de un gen) se caracterizan por una inserción en el alelo (*I*) o una deleción en el alelo (*D*) ha sido examinado extensivamente en el campo de la medicina para un gran número de condiciones y patologías tales como la diabetes, la insuficiencia renal, enfermedad de Alzheimer y muchas otras enfermedades cardiovasculares (Tanriverdi, 2005). También ha sido estudiado en las poblaciones de todo el mundo debido a su papel central en el funcionamiento general del cuerpo humano. La importancia del gen ACE ha llevado a los investigadores examinar sus efectos sobre los deportistas de élite y determinar si las

variantes polimórficas del gen ACE están ligadas con la resistencia y el rendimiento del deportista.

En cuanto al rendimiento físico en los atletas en proceso se basa en los conceptos de evaluación de una totalidad de características complejas y definidas como bases para la mejora de los programas y eficiencia de entrenamientos para la búsqueda de un mejor desempeño en competencias en las que incluyen diagnósticos fisiológicos, psicológicos, métodos antropométricos y cualidades físicas. Durante el período de la postgenómica se han asociado características genéticas que han demostrado la fiabilidad de marcadores moleculares genéticos para pronóstico de rendimiento físico humano (Ahmetov, 2008).

Se han descrito algunos genes utilizados como marcadores moleculares en distintos deportes y estos análisis se han enfocado a atletas que sobresalen por su desempeño. Entre los genes más comunes que se relacionan al desempeño se encuentran: el gen ACE; el genotipo *II* predispone a un incremento en la resistencia el cual brinda una homeostasis vascular y desarrollo anaerobio y aerobio, el genotipo *DD* brinda incremento condiciones vasculares y predisposición al desarrollo de velocidad de fuerza (Nazarov, 2001). Por otro lado el gen *ACTN3*; predispone al individuo a generar cualidades de fuerza y velocidad en un tiempo breve (Sprint) (Yang, 2003). En cuanto al gen *NOS3* incrementa la síntesis de óxido nítrico y desarrolla resistencia a la hipoxia en condiciones de altitud. Por último el gen *UCP*, el cual está encargado de regular vías involucradas en la respiración y termorregulación e incremento en el desarrollo de la actividad muscular (Buemann, 2001).

En otro estudio en el que relacionan al gen ACE en atletas rusos, relacionan al alelo *DD* en velocistas en un 35 % y al alelo *II* en los atletas de media distancia y fondo en un 65% (Nazarov, 2001). En otro estudio relacionaron al gen ACE y su alelo *II* en corredores de Kenya de 3000-10000m encontrando en alta frecuencia este genotipo y relacionándolo al resistencia en carreras de fondo (Scott, 2005). De igual manera (Moran, 2004) se analizó en corredores de larga distancia de Etiopia la presencia del alelo *II* en un 43 %.

Por otro lado (Myerson, 1999) encontró en militares británicos que la frecuencia del alelo *II* estaba relacionado al incremento y duración repetitiva de flexión de bíceps después de un programa de ejercicio. Finalmente en una investigación que relacionan la combinación e impacto de polimorfismos genéticos en atletas elite, se encontró que el polimorfismo que determina el alelo *II* es relacionado a los atletas con condiciones de resistencia, mientras que el alelo *DD* lo relacionan ampliamente a deportes y aptitudes de velocidad, fuerza y potencia (Ahmetov 2009).

#### OBJETIVO GENERAL

Evaluar la asociación de polimorfismos del gen ACE al rendimiento del equipo de fútbol americano auténticos tigres UANL.

#### OBJETIVOS ESPECIFICOS

Caracterizar el polimorfismo genético de los genes ACE que presentan los jugadores de fútbol americano.

correlacionar el resultado genético obtenido con la respectiva posición que se desempeñan los atletas mediante técnicas estadísticas adecuadas

## METODOLOGIA

*Grupo de estudio.* Se analizaron a 58 deportistas masculinos, mayores de edad, pertenecientes al equipo de fútbol americano categoría mayor Auténticos Tigres de la UANL; los cuales se categorizarán de acuerdo a la posición que jueguen y firmaron un consentimiento informado del estudio para fines de investigación.

*Toma de muestra.* La muestra del epitelio bucal se tomó mediante un hisopo estéril, posteriormente se colocó en un microtubo de 1.5 ml con 0.6 ml de una solución de hidróxido de sodio (50 mM), posteriormente se agregó 0.1 ml de una solución de Tris-HCl 1M pH 8. Para el proceso de la extracción de ADN (Acido Desoxirribonucleico) se realizó un calentamiento de la muestra a una temperatura de 95°C por 10 minutos y posteriormente se almacenaron a una temperatura de -20°C para su posterior análisis.

*Análisis de la muestra.* Se evaluó la calidad de la muestra y el proceso de extracción de ADN por medio de la técnica de PCR (por siglas en inglés de Reacción en Cadena de la Polimerasa), la cual consiste en analizar una región de ADN de fácil detección y ampliar su expresión. Se utilizó el gen ribosomal 18S para estandarizar la extracción.

*Técnica de PCR para la detección génica.* La reacción de PCR utilizada fue de 5 µL de muestra, Buffer 1X (200 mM Tris-HCl pH 8.4, 500 mM KCl), 1.5 mM MgCl<sub>2</sub>, 800 µM dNTP's, 10 pmol de cada oligonucleotido para cada transcrito, 1 U de Gotaq Flexi DNA polimerasa (Promega), en un microtubo de 0.6 mililitros y el volumen de la reacción fue de 50 µL. Las muestras se amplificaron en un termociclador (PTC-200, MJ RESEARCH). La reacción de PCR se inicia con una fase de desnaturalización inicial de 94°C por 6 min, posteriormente 30 ciclos a 92°C por 1 min, la fase de alineamiento a 52 °C por 1 minuto y una extensión final a 72°C por 7 min. Se tomaron 8 µl de la reacción de PCR para observar la amplificación en un gel de agarosa.

*Distinción de polimorfismos y variantes genéticas.* Para la distinción de las variantes de cada uno de los genes se procedió a realizar comparaciones en los patrones de migración en las bandas amplificadas por PCR en geles de agarosa, en el caso del gen ACE se encuentran formas alternativas del gen (alelos) entre los cuales se encuentran una variantes alélica para cualidades de resistencia (alelo *I*) y velocidad (alelo *D*). El alelo *I* presenta un tamaño de 490 pares de bases y para el alelo *D* tamaño de 190 pares bases.

*Oligonucleótidos para la detección génica.*

18SF.- GCCCCCTCGATGCTCTTAG

18SR.- AAATGCTTTCGCTCTGGTCC 251 pares de bases (Thellin, 1999)

ACEF.- CTGGAGACCACTCCCATCCTTTCT

ACER.- GATGTGGCCATCACATTCGTCAGAT 490 pares de bases (Collins, 2004)

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO.**

Se realizó un análisis estadístico en SPSS 16 calculando en tablas de contingencia con el coeficiente de contingencia para datos nominales, contrastando con un valor de significancia de 0.05.

**RESULTADOS**

De las 58 muestras de epitelio bucal tomadas, solo se logró la amplificación del ADN en 56 atletas.

De los 56 atletas 33 (58.92%) juegan la posición defensiva de los cuales 14 juegan la posición LB, 10 en DB, 1 en FS y 10 en DL y 23 (41.07%) ofensiva de los cuales 8 juegan la posición WR, 7 en RB, 2 en QB, 1 en K y 5 en OL (tabla 2).

**Tabla 2. Posición de juego de los atletas muestreados.**

DEFENSIVA					
LB	DB	FS	DL	TOTAL	
12	10	1	10	33 (58.92%)	
OFENSIVA					
WR	RB	QB	K	OL	TOTAL
8	7	2	1	5	23 (41.07%)

Después de la amplificación se realizó un control para verificar la calidad de obtención de ADN por medio con la ayuda del marcador del gen G3PDH. Posteriormente se evaluó la variantes polimórficas del Gen ACE, las cuales se presentan en la figura 2, en geles de agarosa para compararlas con el marcador de 100pb.

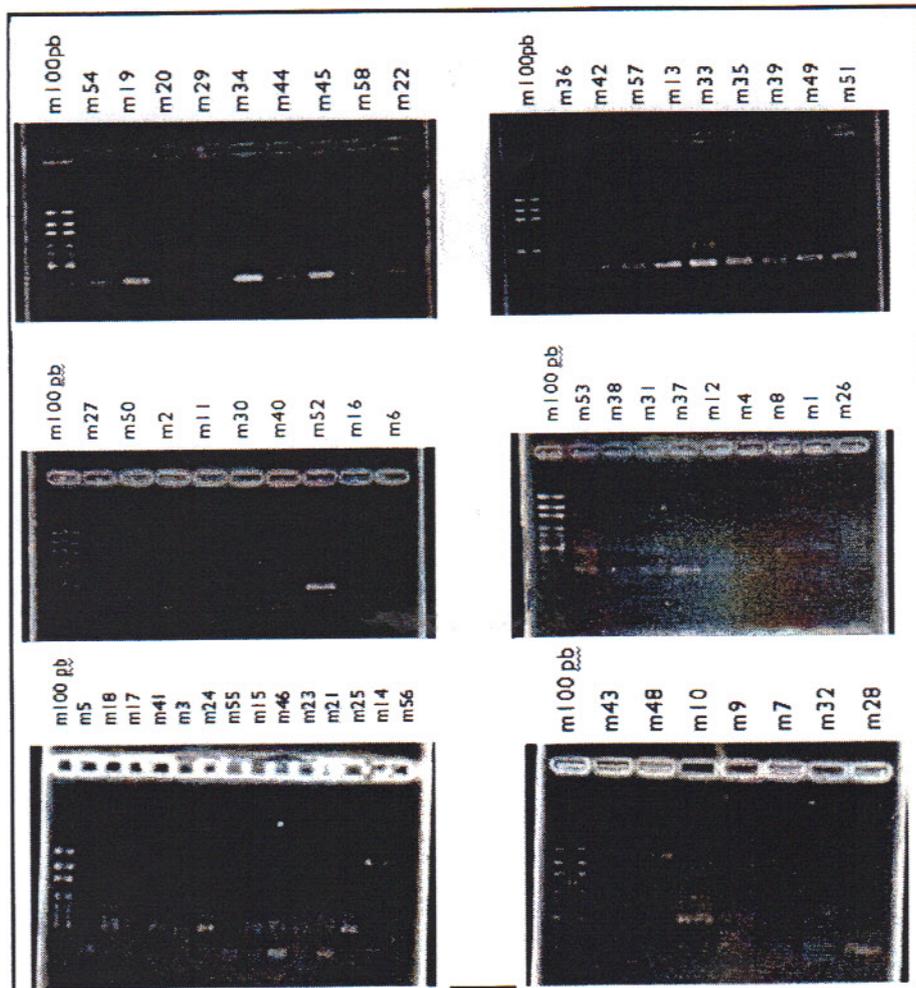


Figura 2. Variantes polimórficas del gen ACE en los atletas muestreados.

De los 56 atletas analizados el porcentaje de genotipos resultantes fueron: genotipo *ID* (con ambas cualidades de velocidad y resistencia) del 39.28%, el *DD* (con cualidades de velocidad) con 44.64% y el genotipo *II* (con cualidades de resistencia) con 16.07% (figura 3 y tabla 3).

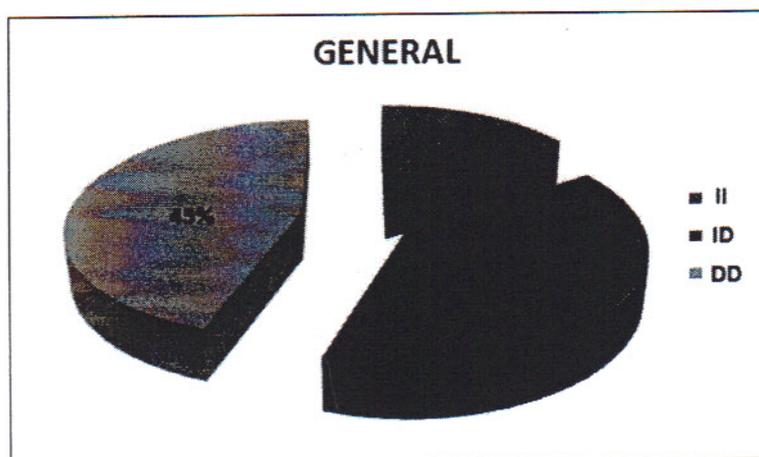


Figura 3. Porcentaje de polimorfismos del gen ACE en Jugadores de Fútbol americano.

**Tabla 3. Polimorfismos genéticos del gen ACE encontrados en los atletas evaluados**

GEN		OFENSIVA	DEFENSIVA	TOTAL	%
RESISTENCIA	II	1	8	9	16.07
VELOCIDAD Y RESISTENCIA	ID	11	11	22	39.28
VELOCIDAD	DD	11	14	25	44.64
		23	33	56	100

Para el grupo ofensivo el genotipo encontrado fue, *ID* (con ambas cualidades de velocidad y resistencia) en 47.83%, el *DD* (con cualidades de velocidad) con 47.83% y el *II* (con cualidades de resistencia) para 4.34% (tabla 4 y figura 4).

**Tabla 4. Polimorfismos genéticos del gen ACE encontrados en jugadores de fútbol americano de la posición ofensiva.**

		OFENSIVA						
GEN	WR	RB	QB	K	OL	TOTAL	%	
II	0	0	0	0	1	1	4.34	
ID	4	6	0	0	1	11	47.83	
DD	4	1	2	1	3	11	47.83	
	8	7	2	1	5	23	100	



**Figura 4. Porcentaje de polimorfismos del gen ACE en Jugadores de Futbol americano de la posición ofensiva.**

En el grupo defensivo el genotipo *ID* se presentó en 33.33%, el *DD* con 42.43% y el *II* con 24.24% (tabla 5 y figura 5).

**Tabla 5. Polimorfismos genéticos del gen ACE encontrados en Jugadores de futbol americano de la posición defensiva.**

DEFENSIVA						
GEN	LB	DB	FS	DL	TOTAL	%
II	4	2	0	2	8	24.24
ID	5	1	0	5	11	33.33
DD	3	7	1	3	14	42.43
	12	10	1	10	33	100



Figura 5. Porcentaje de polimorfismos del gen ACE en jugadores de Fútbol Americano de la posición defensiva

Se realizó el análisis estadístico en el paquete estadístico de SPSS 16, mediante tablas de contingencia entre los genotipos obtenidos, el equipo de juego y la posición de juego para lo cual encontramos que no existe significancia entre las variables ( $P=0.125$ ), y en las gráficas que resultaron se observa la prevalencia de cada genotipo de acuerdo a la posición de juego en cada equipo (Figuras 6 y 7 y tablas 6 y 7).

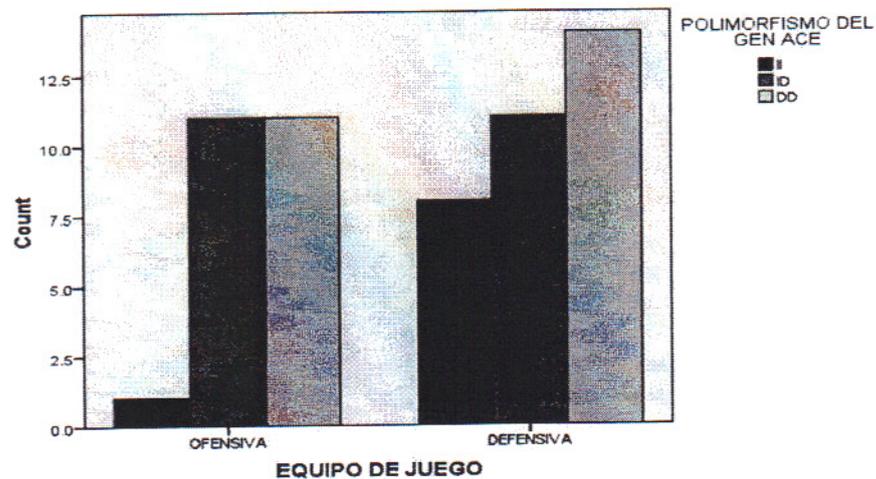


Figura 6. Incidencia de los polimorfismos genéticos en los equipos de juego en los jugadores de fútbol americano.

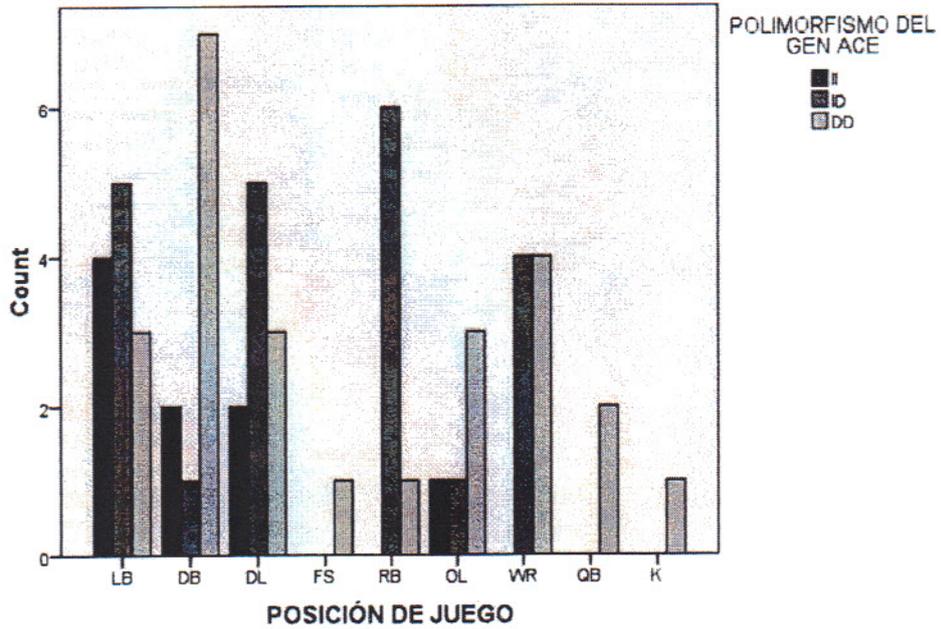


Figura 7. Incidencia de los polimorfismos genéticos en las posiciones de juego en los jugadores de futbol americano.

Tabla 6. Análisis estadístico entre el equipo de juego y el polimorfismo resultante en los jugadores de futbol americano.

**Crosstab**

Count		POLIMORFISMO DEL GEN ACE			Total
		II	ID	DD	
EQUIPO DE JUEGO	OFENSIVA	1	11	11	23
	DEFENSIVA	8	11	14	33
Total		9	22	25	56

Tabla 7. Análisis estadístico entre las posiciones de juego y el polimorfismo resultante en los jugadores de futbol americano.

**Crosstab**

Count		POLIMORFISMO DEL GEN ACE			Total
		II	ID	DD	
POSICIÓN DE JUEGO	LB	4	5	3	12
	DB	2	1	7	10
	DL	2	5	3	10
	FS	0	0	1	1
	RB	0	6	1	7
	OL	1	1	3	5
	WR	0	4	4	8
	QB	0	0	2	2
	K	0	0	1	1
Total		9	22	25	56

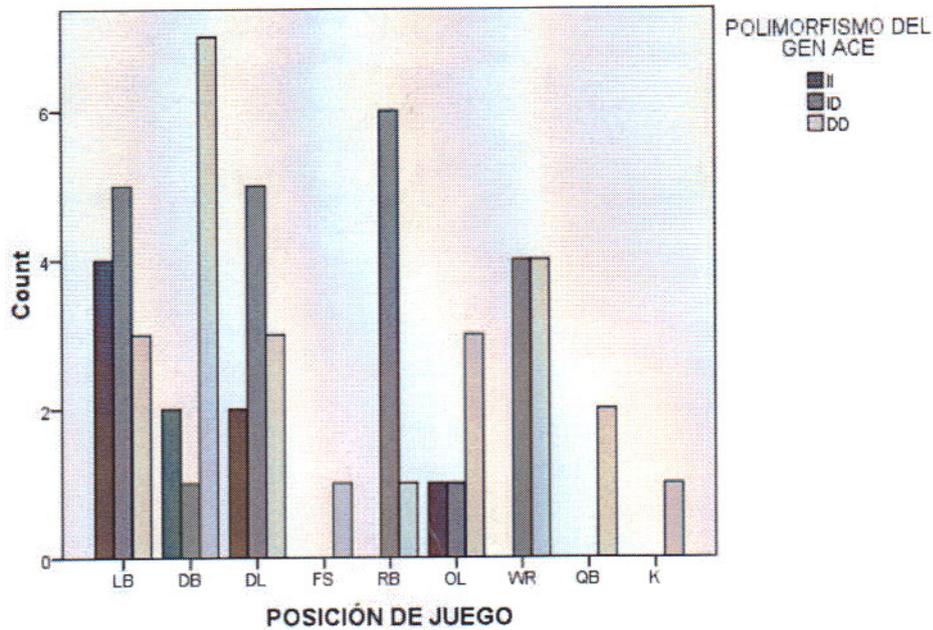


Figura 7. Incidencia de los polimorfismos genéticos en las posiciones de juego en los jugadores de futbol americano.

Tabla 6. Análisis estadístico entre el equipo de juego y el polimorfismo resultante en los jugadores de futbol americano.

**Crosstab**

Count		POLIMORFISMO DEL GEN ACE			Total
		II	ID	DD	
EQUIPO DE JUEGO	OFENSIVA	1	11	11	23
	DEFENSIVA	8	11	14	33
Total		9	22	25	56

Tabla 7. Análisis estadístico entre las posiciones de juego y el polimorfismo resultante en los jugadores de futbol americano.

**Crosstab**

Count		POLIMORFISMO DEL GEN ACE			Total
		II	ID	DD	
POSICIÓN DE JUEGO	LB	4	5	3	12
	DB	2	1	7	10
	DL	2	5	3	10
	FS	0	0	1	1
	RB	0	6	1	7
	OL	1	1	3	5
	WR	0	4	4	8
	QB	0	0	2	2
	K	0	0	1	1
Total		9	22	25	56