



ISSN 1909-2407



RELACION DIGITAL D2/D4 Y VO_{2máx} EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE EDUCACION FISICA OF E

Digital relationship d2/d4 and VO_{2máx} in university students of physical education

Sergio López Betancourt¹, María Olinda Bernal Calderón², Elkin Lozada-Celis³, Victor Melgarejo Pinto⁴,

1. Lic. Educación física, Recreación y Deporte; Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia; Grupo de Investigación ACFYDE. E mail: checho_qualidade@hotmail.com.
2. MsC., Pedagogía de la cultura física grupo de investigación ACFYDE, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. E mail: mariaolindabernal@gmail.com.
3. Ps. Esp. Jurídica y forense. Grupo de investigación Salud Pública. Email: erlozada_c@hotmail.com.
4. MsC. Pedagogía de la cultura física UPTC. Grupo de investigación ACFYDE Email: contacto: vic.melgarejo@live.com

COMO CITAR ESTE ARTICULO:

López, S. Relación digital D2/D4 y VO_{2máx} en estudiantes universitarios de educación física. Rev.salud.hist.sanid.on-line 2016;S:98-106 (diciembre). Disponible en <http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/shs> Fecha de consulta ().

Recibido:	28	10	2016	Revisado:	03	12	2016
Corregido:	17	12	2016	Aceptado:	20	12	2016

Estilo de referencias:	Vancouver	APA 6 X	Harvard	ICONTEC
------------------------	-----------	---------	---------	---------

Los textos publicados en esta revista pueden ser reproducidos citando las fuentes. Todos los contenidos de los artículos publicados, son responsabilidad de sus autores.

Copyright. Revista Salud Historia y Sanidad ©
Grupo de Investigación en Salud Pública GISP
Tunja 2016

RESUMEN

La relación digital D2/D4 es un marcador biológico indirecto para exposición prenatal a testosterona, medible cuantitativamente, perdurable en el tiempo, y según investigaciones es vinculante con capacidades físicas como la fuerza y la resistencia cardiovascular. OBJETIVO: Establecer la relación entre el D2/D4 y el VO₂máx indirecto en estudiantes universitarios de educación física, deportistas de las modalidades de atletismo, ciclismo, fútbol y natación. MATERIALES Y METODOS: Estudio analítico descriptivo de corte transversal, en una muestra de 128 sujetos, sexo masculino, edades 20 a 29 años ($m=22,8\pm 2,3$) quienes firmaron el consentimiento informado. Para medir la longitud de los dedos 2 (índice) y 4 (anular) se utiliza el pie de rey, calibrado a 0,05mm. y para el VO₂máx indirecto se emplea el test de Course Navette. RESULTADOS: La m de D2 fue $7,06\pm 0,5$ y de D4 $7,34\pm 0,4$, la relación D2/D4 $0,96\pm 0,04$. En cuanto al VO₂máx indirecto se obtiene una media de $49,7\pm 7,4$ mlO₂/Kg-1min-1. La muestra se dividió en 4 grupos, así: 1- Baja exposición a testosterona y bajo consumo de oxígeno, (n=27) 2- Baja exposición a testosterona y alto consumo de oxígeno, (n=30) 3- Alta exposición a testosterona y bajo consumo de oxígeno (n=15) y 4- Alta exposición a testosterona y alto consumo de oxígeno (n=8), que corresponde a 80 sujetos; se excluyen quienes se encuentran en = 0,98 del índice D2/D4, 12 datos y entre 46,4 a 52.4 mlO₂.kg.min. 37 datos y 1 que cumple ambas condiciones, en total 48. CONCLUSIONES: No hay asociación entre el índice de D2/D4 y el consumo de oxígeno máximo ($p=0.2303$, $p\geq 0.05$, $\chi^2=1.4389$) se halló relación negativa. Palabras Claves: enseñanza, pedagogía mutante, estilos de aprendizaje.

PALABRAS CLAVES: D2/D4, deportes, estudiantes, resistencia, VO₂máx

ABSTRACT

The digital ratio F2:F4 is an indirect biological marker for prenatal exposure to testosterone, quantitatively measurable, and durable over time, and according to research it is binding with physical abilities such as strength and cardiovascular endurance. OBJECTIVE: To establish the relationship between F2: F4 and indirect VO₂max in university students of physical education, athletics, cycling, soccer and swimming athletes MATERIALS AND METHODS: A descriptive cross-sectional study, The sample composed of 128 male subjects aged 20 to 29 years ($m=22.8\pm 2,3$) who signed informed consent. To measure the length of the fingers 2 (index finger) and 4 (ring finger) the king's foot is used, calibrated to 0,05 mm. And for the indirect VO₂max the Course Navette test is used. RESULTS: The m of F2 was $7,06\pm 0,5$ and of F4 $7,34\pm 0,4$, the F2/ F4 ratio $0,96\pm 0,04$. As for the indirect VO₂max, an average of $49,7\pm 7,4$ mlO₂/kg⁻¹min⁻¹ was obtained. The sample was divided into 4 groups, like this: 1) Low testosterone exposure and low oxygen consumption, (n=27). 2) Low exposure to testosterone and high oxygen consumption, (n=30). 3) High testosterone exposure and low oxygen consumption, (n=15) and 4) High exposure to testosterone and high oxygen consumption, (n=8), corresponding to 80 subjects; We excluded those found at 0.98 of the F2/F4 index, 12 data and between 46.4 to 52.4 mlO₂.kg.min. 37 data and 1 that meets both conditions, in total 48. CONCLUSIONS: There was no association

between the F2/F4 index and the oxygen consumption ($p=0.2303$, $p\geq 0.05$, $\chi^2=1.4389$). it was found a negative relation.

KEYWORDS: F2/F4, sports, students, endurance, testosterone, VO_{2max}

INTTODUCCION Desde el año de 1998, investigaciones han resaltado la importancia de estudiar la exposición prenatal a testosterona en seres humanos. A partir de diferentes estudios se ha relacionado el cociente, la longitud del dedo 2 (índice) y el dedo 4 (anular) de la mano derecha, con características morfo funcionales y psicológicas; al respecto Benderlioglu & Nelson (2004) sostienen que:

“La longitud desproporcionada de los dedos humanos ha generado mucho interés para los investigadores. Las longitudes del segundo dígito (2D) y del cuarto dígito (4D) han recibido mayor interés, debido a las diferencias conocidas del sexo. El grado distal de 4D con respecto al dedo medio es relativamente mayor que el de 2D en la mayoría de los varones, mientras que sigue habiendo el patrón sin especificar en las mujeres. Las diferencias en ambos sexos han sido probadas generalmente expresando el patrón como 2D al cociente 4D (D2/D4). Según esta formulación, los varones tiene más baja relación D2/D4 comparado con las mujeres en la mayoría de las poblaciones.”

Se ha propuesto que la relación entre la longitud de los dedos índice y anular (D2/D4) sería un indicador de los niveles de Testosterona intrauterina a los que estuvo expuesto un individuo durante su desarrollo temprano (J. Manning, Stewart, Bundred, & Trivers, 2004), en tal sentido, se ha observado que relaciones D2/D4 bajas

están asociados a altos niveles de Testosterona Fetal (Lutchmaya, Baron-Cohen, Raggatt, Knickmeyer, & Manning, 2004); en relación a los mecanismos de acción que sobre el hueso tiene la testosterona García, et al., (2005), afirman que:

“Recientemente se ha demostrado la existencia de receptores androgénicos (RA) en casi todas las células óseas y en el cartílago de crecimiento, lo que abre la posibilidad de que los A puedan actuar sobre el hueso no sólo a través de su aromatización a E y su interacción con receptores estrogénicos (RE), sino de forma directa utilizando su propio receptor. La activación de RA estimula el crecimiento del hueso trabecular y el crecimiento radial del hueso cortical. Por otra parte, RE α favorece el crecimiento tanto cortical como trabecular, mientras que Re β (receptor estrogénico beta) ejerce un papel inhibitor en mujeres, no desempeñando aparentemente ninguna función en varones, lo que podría explicar en parte el dimorfismo sexual del esqueleto adulto”

La testosterona induce al desarrollo del sexo genital interno (epidídimo, conductos deferentes y vesícula seminal) y, junto con la enzima 5 α -reductasa, también del externo (próstata, bolsas escrotales y pene). La presencia de este andrógeno modifica algunas otras características, por ejemplo, se ha observado que en las mujeres los dedos

índices y anular son casi de la misma longitud; en cambio, en hombres el índice es más corto en comparación con el anular de la misma mano. La relación entre estos dedos se ha tomado como un indicador que refleja la exposición prenatal de los hombres a la testosterona, el individuo será “más masculino” si el cociente entre ambas longitudes es menor (Martinez, 2008). Parece que la testosterona prenatal tiene efectos en la fuerza del hombre, Además de estar asociada con una máxima captación de oxígeno, Por lo tanto, esta baja relación D2/D4 estaría relacionada con el rendimiento y éxito en el deporte, así que se podría utilizar el D2/D4 como un predictor del éxito deportivo (Hönekopp, Manning, & Müller, 2006). Investigaciones consultadas toman el valor de $0,98 \pm 0,03$ mm como punto de corte para determinar la exposición prenatal a testosterona. Los valores en $D2/D4 < 0,98 \pm 0,03$ mm indican una alta exposición prenatal a testosterona y los valores en $D2/D4 > 0,98 \pm 0,03$ mm indican baja exposición.

VO₂máx

En investigaciones llevadas a cabo en hombres se ha descrito la relación de D2/D4 con el rendimiento deportivo, enfermedades del corazón, síndrome metabólico, obesidad y nivel de competitividad. El rendimiento se ve directamente afectado por la capacidad del deportista para captar un máximo de oxígeno (VO₂máx), por unidad de tiempo, donde su capacidad funcional se ve impactada por diferentes factores tales como el sexo, edad, tiempo de experiencia, tiempo de entrenamiento, tipo de deporte, ente otros; por lo tanto, hallar el VO₂máx es

de gran importancia para el manejo y control del entrenamiento, así como su evaluación. Cuando se refiere al deportista de alto rendimiento, es muy importante tener en cuenta los diferentes factores internos y externos, los cuales influyen de manera directa en su desempeño, esta interacción de factores genéticos, estructurales, fisiológicos, biomecánicos y psicológicos, son los que se reflejan en las destrezas o habilidades que puede exponer en su desempeño. El VO₂máx indica la capacidad de una persona de sintetizar ATP de forma aeróbica. El ejercicio que se realiza por encima del VO₂máx tiene lugar predominantemente por la transferencia energética de la glucólisis anaeróbica con formación de lactato; en esas condiciones se deteriora el rendimiento y la persona no puede continuar con esa intensidad del ejercicio. Un desequilibrio entre el aporte de energía aeróbica y la demanda afecta la producción y compromete el rendimiento del ejercicio (McArdle, Katch, & Katch, 2004). El VO₂máx está en gran medida determinado por la carga genética, pero se puede mejorar con el ejercicio físico (Sánchez-Benito, 2011), y se entiende como el producto entre el Gasto Cardíaco (GC) y la diferencia entre el oxígeno arterial y venoso de oxígeno (C(a-v)O₂). A su vez, el GC es el producto de la Frecuencia Cardíaca Máxima (FCMAX) por el Volumen Sistólico Máximo (VSMAX). Este estudio pretende establecer si existe relación entre el D2/D4 y el VO₂máx en estudiantes universitarios de educación física, deportistas en modalidades de Resistencia: atletismo, ciclismo de ruta, fútbol y natación.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se basa en un estudio analítico descriptivo de corte transversal; se realiza muestreo por conveniencia dentro de estudiantes universitarios deportistas de las modalidades de resistencia aeróbica: atletismo, ciclismo de ruta, fútbol y natación. La muestra estuvo conformada por 128 sujetos de sexo masculino, edades entre 20 y 29 años con un tiempo mínimo de dos (2) años de entrenamiento. Como criterio de exclusión se tuvo en cuenta la presencia de lesiones osteo-articulares en los dedos 2 (índice) y 4 (anular) de la mano derecha. Para la medición se utilizó pie de rey calibrado a 0,05mm, para la evaluación de exposición a testosterona (alta o baja) se utilizó como punto de corte 0,98±0,04 (D2/D4) y para la medición del VO₂máx indirecto se aplicó el test de Course Navette y la tabla de evaluación diseñada por Fisher, et al., (2007) indicando excelente datos igual o mayores a 52,4 y deficiente a igual o menor a 46,4 mlO₂.kg.min. Los datos fueron almacenados en una base de datos de SPSS v.18; el análisis estadístico para determinar si hay alguna correlación o no entre los valores de D2/D4 y los valores de VO₂max se realizó con la prueba de Chi² y para determinar si hay asociación o independencia entre las dos variables se realizó primero la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para muestras menores a 30 datos y de Kolmogorov-Smirnov para muestras mayores o iguales a 30 datos.

RESULTADOS

En la tabla 1 se muestra los datos descriptivos que caracterizan la muestra, Mínimo, Máximo, la media y Ds, en cuanto

a edad 22,8±2,3 a; peso 68,7±8,3k; talla 1,73±0,05m; IMC 22,9 ±2,3; D2 7,06±0,5; D4 7,3± 0,4; el VO₂máx 49,03±7,4 mlO₂/kg-1/min-1.

Tabla 1. Caracterización de la muestra, datos descriptivos

<i>Datos</i>	<i>Míni mo</i>	<i>Máxi mo</i>	<i>Medi a</i>	<i>Desv. típ.</i>
<i>Edad</i>	20	29	22,8	2,3
<i>Peso</i>	50,5	92,1	68,7	8,3
<i>Talla</i>	1,6	1,84	1,73	0,05
<i>IMC</i>	18	29,8	22,9	2,3
<i>D2</i>	5,48	8,42	7,06	0,5
<i>D4</i>	6,15	8,44	7,34	0,4
<i>Indice D2/D4</i>	,86	1,07	,96	,004
<i>VO₂max mlO₂.kg.min</i>	29,6	65,6	49,07	7,4

Con los datos obtenidos, la muestra se dividió en 4 grupos como se presentan en la tabla 2, para la comparación, correspondiendo a: 1.- Baja exposición a testosterona y bajo consumo de oxígeno, (n=27). 2.- Baja exposición a testosterona y alto consumo de oxígeno, (n=30). 3.- Alta exposición a testosterona y bajo consumo de oxígeno (n=15). y 4.- Alta exposición a testosterona y alto consumo de oxígeno (n=8), que corresponde a 80 sujetos. Se excluyen aquellos que se encuentran en el punto medio del índice D2/D4 (=0,98), 12 datos y entre 46,4 a 52.4 mlO₂.kg.min., 37 datos y 1 que cumple ambas condiciones, para un total de 48 datos, como se representan en la tabla 2.

Tabla 2. Comparativos de grupos según exposición a testosterona, alta o baja y consumo máximo de oxígeno alto o Bajo.

D2/D4 \ VO2máx	VO2máx		Total
	<46.4 (mlO2.kg.min)	>52.4 (mlO2.kg.min)	
< 0.98	27	30	57
> 0.98	15	8	23
Total	42	38	80

Se realizó la prueba de Chi² para determinar si hay asociación o independencia entre las dos variables (VO₂ y D2/D4). Se formulan las hipótesis: hipótesis nula: (H₀): el índice de D2/D4 no está relacionado con el consumo de oxígeno (p≥0.05); hipótesis alterna (H_a): el índice de D2/D4 si está relacionado con el consumo de oxígeno (p<0.05). Según la fórmula con corrección de Yates (cy) aplicada a la tabla de contingencia de 2x2, no hay asociación entre el índice de D2/D4 y el consumo de oxígeno (p=0.2303, p≥0.05, chi²=1.4389), es decir, cualquier sujeto puede presentar los valores menores o mayores de índice D2/D4 con valores de oxígeno bajo o alto, ambos rangos de ambas variables se combinan independientemente.

Se realiza un análisis de correlación para determinar en cada grupo si ella existe o no entre los valores de D2/D4 y los valores de VO_{2max}. Se efectúa primero la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para muestras menores a 30 datos y de Kolmogorov-Smirnov para muestras mayores o iguales a 30 datos. Se plantean las hipótesis: hipótesis nula (H₀): los datos provienen de una

variable con distribución normal (p≥0.05); hipótesis alterna (H_a): los datos no provienen de una variable con distribución normal (p<0.05). Se plantean para los grupos las relaciones con los coeficientes de Pearson si ambas series de datos tienen distribución normal, ó, de Spearman si alguna o ambas series de datos no tienen distribución normal: Grupo 1: Pruebas de normalidad para 27 datos: a) de VO_{2max} <46.4 (W=0.8519; p=0.0009), es decir, no tienen distribución normal; b) de D2/D4 <0.98 (W=0.8703; p=0.068387), es decir, no tienen distribución normal. Así, se realiza la correlación de Spearman (rs). Grupo 2: Pruebas de normalidad para 15 datos: a) de VO₂ <46.4 (W=0.8417; p=0.01280), es decir, no tienen distribución normal; b) de D2/D4 >0.98 (W=0.8360; p=0.0106), es decir, no tienen distribución normal. Así, se realiza la correlación de Spearman (rs). Grupo 3: Pruebas de normalidad para 30 datos: a) de VO_{2max} ≥52.4 (DN=0.178453, p=0.2964), es decir, si tienen distribución normal; b) de D2/D4 <0.98 (DN=0.158869, p=0.4422), es decir, si tienen distribución normal. Así, se realiza la correlación de Pearson (r). Grupo 4: Pruebas de normalidad para 8 datos: a) de VO_{2max} ≥52.4 (W=0.9004, p=0.2962), es decir, si tienen distribución normal; b) de D2/D4 >0.98 (W=0.8696, p=0.1525), es decir, si tienen distribución normal, realizada la correlación de Pearson (r). | Estos análisis se representan en la tabla 3.

Tabla 3. Prueba de normalidad, correlaciones y tipo.

GRUPOS	PRUEBA DE NORMALIDAD	VALOR VO2MAX	VALOR D2/D4	TIPO DE CORRELACION	CORRELACIONES
1	SHAPIRO WILLS	W=0,8519 p=0,0009	W=0,8703 p=0,06838	SPEARMAN	p=0,2057
2	SHAPIRO WILLS	W=0.8417 p=0.01280	W=0.8360 p=0.0106	SPEARMAN	p=0,0998
3	KOLGOMOROV - SMIRNOV	DN=0.1784 p=0.2964	DN=0.158869p=0.4422	PEARSON	p= 0.9306
4	SHAPIRO WILLS	W=0.9004 p=0.2962	W=0.8696 p=0.1525	SPEARMAN	p= 0.7076

p= Ho p≥0,05 normalidad
 Ha p<0,05 no hay normalidad
 Correlación: p≥0,05 no hay correlación
 p<0,05 si hay correlación

DISCUSION

En revistas electrónicas y otras publicaciones consultadas no se reportan publicaciones sobre la asociación entre la relación D2/D4 y el rendimiento deportivo en población colombiana. A diferencia de los datos reportados en la literatura consultada, en el presente estudio en hombres (m=128) se evidencia que estadísticamente (p=0.2303) no existen relación entre la exposición prenatal a testosterona y el VO₂máx al tamaño de la muestra. Giffin, N., et al (2012) destacan que la relación 2D/D4 se ha correlacionado negativamente con muchos factores, incluyendo la agresión, la aptitud física y el atletismo; compararon las proporciones de dedos 2D:4D en atletas masculinos y femeninos (n=99) Vs. no-atletas masculinos y femeninos (n=122), y (2) n=117). Los resultados confirmaron que los atletas de sexo masculino (media±Ds 0,97±0,004) tenían proporciones significativamente más bajas que sus compañeros no universitarios (varones: 0,99±0,004). Comparados con los del presente estudio, tienen un índice mayor los atletas en 0,1 y los no atletas en 0,3. Un estudio realizado en la modalidad de remo por Longman, Stock, & Wells, (2011) avala la teoría de la relación D2/D4 como predictor de habilidad deportiva, implicando mayor capacidad aeróbica y fuerza, evidenciando que la relación D2/D4, correlaciona significativamente con los niveles

de rendimiento en una disciplina deportiva que requiere de mayor contribución energética de los sistemas aeróbico y anaeróbico; esto sugiere que puede existir un vínculo entre la exposición a andrógenos y los precursores requeridos para la generación de fuerza muscular y de un buen desarrollo del sistema cardiovascular en hombres; con respecto al presente estudio las diferencias pueden darse por el tipo de prueba aplicada, ergometría de brazos Vs. Test Léger, carrera. Según el estudio realizado por, Tamiya, R., Youn Lee, S., & Ohtake, F. (2012), quienes proponen que la relación D2/D4 puede ser un predictor más débil para los deportes que requieren fuerza explosiva que para aquellos que requieren resistencia, conclusión que no concuerda con los hallazgos del presente estudio, ya que los deportes de resistencia requieren de un alto aporte de O₂. Otro estudio realizado por Hill, Simpson, Manning, and Kilduff (2012) sugiere que una baja relación D2/D4 está asociado al rendimiento en algunos deportes, porque este se relaciona a una alta sensibilidad prenatal a la testosterona circulante; en el presente estudio se encontró que un bajo D2/D4 no se asocia con una elevada captación máxima de oxígeno. Moffit & Swanik (2011) exploraron la relación 2D/D4 entre algunos deportes e hicieron comparaciones con no atletas. Utilizaron un diseño de grupo múltiple con 138 participantes voluntarios masculinos, 92 atletas

de intercolegiado de la División I de la Asociación Atlética Colegiada Nacional (tripulación, fútbol, gimnasia, fútbol, no atletas) y 46 no atletas; concluyeron que no se observaron diferencias significativas entre los atletas y los no atletas ($p = 0,182$) hallazgo muy similar con el de este estudio ($p=0.2303$) Un estudio realizado por Kilduff et al. (2013) con jugadores profesionales de Rugby sugiere que la baja relación D2/D4 es un marcador predictivo de respuesta a testosterona libre cuando los

hombres entrenados son desafiados físicamente, y que esta asociación está programada por la acción de la testosterona prenatal. Manning, Morris, & Caswell, (2007) en otro estudio concluyen que la relación D2/D4 explica alrededor del 25% de la varianza en carreras de resistencia, lo que sugiere que la testosterona prenatal es importante para determinar la eficiencia en ejercicios aeróbicos, un cierta contradicción con lo encontrado en este trabajo.

CONCLUSION

En general, la muestra estudiada no presenta una alta exposición prenatal a testosterona ($M=0,96$) y se encuentra una relación negativa entre la relación D2/D4 (exposición prenatal a testosterona) y el $VO_{2m\acute{a}x}$ indirecto; dicha relación estadísticamente no es significativa, $p=0.2303$.

Boyacá, por su disposición para participar en la investigación y al centro médico deportivo por el apoyo logístico brindado para la realización de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

A los estudiantes deportistas de Educación Física, Recreación y deportes de la UPTC-

AGRADECIMIENTOS La autora agradece a las directivas de la FUJDC y de LERD de Tunja, por autorizar este trabajo y a los estudiantes del II y III semestre por su participación voluntaria.

APOYOS RECIBIDOS: Ninguno, Financiado con recursos propios.

CONFLICTO DE INTERES: Los autores declaran que no hay conflicto alguno.

REFERENCIAS

- Benderlioglu, Z., & Nelson, R. J. (2004). Digit length ratios predict reactive aggression in women, but not in men. *Hormones and behavior*, 46(5): 558-564.
- García, E., Guadalix, S., Requejo, H., Jódar, E., & hawkins, F. (2005) Esteroides sexuales y hueso: ¿ tiene sexo el hueso, *Reemo*, 14(1):5-14.
- Giffin, N., Kennedy, R., Jones, M., & Barber, C., (2012) Varsity athletes have lower 2D:4D ratios than other university students, *J Sports Sci*, 30(2):135-8
- Hill, R., Simpson, B., Manning, J., & Kilduff, L. (2012) Right-left digit ratio (2D: 4D) and maximal oxygen uptake, *Journal of sports sciences*, 30(2):129-134.
- Hönekopp, J., Manning, J., & Müller, C. (2006). Digit Ratio (2D:4D) and physical fitness in males and females: evidences for effects of prenatal androgens on sexually selected traits, *Hormones and Behavior* 49: 545-549.
- Kilduff, L., Cook, C. J., Bennett, M., Crewther, B., Bracken, R. M., & Manning, J. (2013) Right-left digit ratio (2D: 4D) predicts free testosterone levels associated with a physical challenge, *Journal of sports sciences*, 31(6):677-683.
- Longman, D., Stock, J., & Wells, J. (2011) Digit Ratio (2D:4D) and Rowing Ergometer Performance in Males and Females, *American Journal of Physical Anthropology*, 144: 337-341.

- Lutchmaya, S., Baron-Cohen, S., Raggatt, P., Knickmeyer, R., & Manning, J. T. (2004). 2nd to 4th digit ratios, fetal testosterone and estradiol, *Early Human Development*, 77(1): 23-28.
- Manning, J., Morris, L., & Caswell, N. (2007) Endurance running and digit ratio (2D: 4D): implications for fetal testosterone effects on running speed and vascular health, *American Journal of Human Biology*, 19(3): 416-421.
- Manning, J., Stewart, A., Bundred, P., & Trivers, R. (2004). Sex and ethnic differences in 2nd to 4th digit ratio of children, *Early Human Development*, 80(2): 161-168.
- Martinez, M. (2008). ¿Somos muy diferentes los hombres y las mujeres? Paper presented at the Foro Identidad, Conocimiento y Aprendizaje, Universidad Autonoma De México, Plantel Cuauhtepac.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2004). *Fundamentos de fisiología del ejercicio* (2 ed.). Madrid: Mc Graw Hill Interamericana de España, p 708.
- Moffit, D., & Swanik, C., (2011) *The association between athleticism, prenatal testosterone, and finger length*. *J Strength Cond Res*, 25(4):1085-8
- Sánchez-Benito, J. (2011) *Perfil lipídico de la dieta para mejorar la salud del corazón del deportista*, *Nutr. clín. diet. hosp.*, 31(2):41-47.
- Tamiya, R., Youn Lee, S., & Ohtake, F. (2011) *Second to fourth digit ratio and the sporting success of sumo wrestlers*, *Article original. Evolución and Human Behavior* 33 (2012): 130–136.
- Verhs, P., Fisher, A. & Garth, J. (2007) *Test y Pruebas físicas*, Edit Paidotribo, 4a. ed, p 310