



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

FACULTAD DE MEDICINA

BIOLOGÍA EXPERIMENTAL

**LA TESTOSTERONA COMO MODULADORA DE LA COMPETENCIA INTRASEXUAL EN EL
HOMBRE: EL PAPEL DE LA HIPÓTESIS RECALIBRACIONAL**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS

PRESENTA:

M. EN C. BORRÁZ LEÓN JAVIER IVÁN

TUTORA PRINCIPAL DE TESIS:

DRA. ANA LILIA CERDA MOLINA.

INSTITUTO NACIONAL DE PSIQUIATRÍA "RAMÓN DE LA FUENTE MUÑIZ"

COMITÉ TUTOR:

DRA. LUCÍA ALBA MARTÍNEZ MOTA.

INSTITUTO NACIONAL DE PSIQUIATRÍA "RAMÓN DE LA FUENTE MUÑIZ"

DR. FRANCISCO ROBERTO VERGARA SILVA.

INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

CD. MX.,

SEPTIEMBRE, 2018.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

FACULTAD DE MEDICINA

BIOLOGÍA EXPERIMENTAL

**LA TESTOSTERONA COMO MODULADORA DE LA COMPETENCIA INTRASEXUAL EN EL
HOMBRE: EL PAPEL DE LA HIPÓTESIS RECALIBRACIONAL**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS

PRESENTA:

M. EN C. BORRÁZ LEÓN JAVIER IVÁN

TUTORA PRINCIPAL DE TESIS:

DRA. ANA LILIA CERDA MOLINA.

INSTITUTO NACIONAL DE PSIQUIATRÍA "RAMÓN DE LA FUENTE MUÑIZ"

COMITÉ TUTOR:

DRA. LUCÍA ALBA MARTÍNEZ MOTA.

INSTITUTO NACIONAL DE PSIQUIATRÍA "RAMÓN DE LA FUENTE MUÑIZ"

DR. FRANCISCO ROBERTO VERGARA SILVA.

INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

MÉXICO, CD. MX.,

SEPTIEMBRE, 2018.

OFICIO CPCB/705/2018

Asunto: Oficio de Jurado para Examen de Grado.


Lic. Ivonne Ramírez Wence
Directora General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Me permito informar a usted que el Subcomité de Biología Experimental y Biomedicina del Posgrado en Ciencias Biológicas, en su sesión ordinaria del día 28 de mayo de 2018, aprobó el siguiente jurado para la presentación del examen para obtener el grado de **DOCTOR EN CIENCIAS** del alumno **BORRÁZ LEÓN JAVIER IVÁN**, con número de cuenta **407082300**, con la tesis titulada **"LA TESTOSTERONA COMO MODULADORA DE LA COMPETENCIA INTRASEXUAL EN EL HOMBRE: EL PAPEL DE LA HIPÓTESIS RECALIBRACIONAL"**, realizada bajo la dirección de la **DRA. ANA LILIA CERDA MOLINA**:

Presidente: DRA. MARÍA ESTHER CRUZ BELTRÁN
Vocal: DRA. ANA MARÍA SANTILLÁN DOHERTY
Secretario: DR. FRANCISCO ROBERTO VERGARA SILVA
Suplente: DR. JAIRO IGNACIO MUÑOZ DELGADO
Suplente: DRA. LUCÍA ALBA MARTÍNEZ MOTA

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria, Cd, Mx., a 23 de agosto de 2018


DR. ADOLFO GERARDO NAVARRO SIGÜENZA
COORDINADOR DEL PROGRAMA



AGRADECIMIENTOS

Agradezco enormemente al **Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM** por permitirme continuar con mi formación humana y profesional en la Máxima Casa de Estudios de México.

La presente tesis contó con el apoyo de la beca No. 440655 / 270074 durante el periodo 2014-2018 otorgada por el **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT)**.

A mi tutora principal de tesis así como a los miembros de mi comité tutor, les estoy profundamente agradecido por todo su apoyo, su tiempo y por cada uno de los valiosos comentarios que contribuyeron a la culminación de la presente investigación.

Dra. Ana Lilia Cerda Molina.

Dra. Lucía Alba Martínez Mota.

Dr. Francisco Roberto Vergara Silva.

AGRADECIMIENTOS A TÍTULO PERSONAL

Agradezco a la vida, al azar, a toda esa serie de pequeños pasos graduales que permitieron mi existencia.

Agradezco a la mitad de genes heredados por mi madre y a la mitad heredados por mi padre que en conjunto con la educación, las vivencias y el medio en el que me desarrollé me han permitido ser lo que soy ahora.

Agradezco profundamente a mis amados padres, el señor **Javier Borráz González** y la señora **Tere León Aguilar** por ser ejemplos de vida, ejemplos de supervivencia, por ser mis héroes y mis amigos, a ustedes les debo todo. ¡Los amo!

Agradezco el apoyo incondicional de mi hermano **Edgar Alán Borráz León** que siempre se ha interesado en mi trabajo. Gracias por siempre estar Edgar.

Agradezco enormemente a la **Dra. Ana María Santillán Doherty** y al **Dr. Jairo Ignacio Muñoz Delgado** por cada una de sus recomendaciones a lo largo de la escritura de esta tesis.

Agradezco a la **M. en C. Lilian Mayagoitia Novales** por siempre estar dispuesta a ayudarme con las mediciones hormonales.

Y finalmente te agradezco a ti que estés leyendo mi trabajo.

*A mis padres y hermano... porque vendrán tiempos
mejores.*

Índice

Lista de Figuras	i
Resumen.....	1
Abstract.....	3
Estructura de la Tesis	5
CAPÍTULO I	6
Introducción.....	7
Marco teórico	9
Testosterona	9
Efectos fisiológicos de la testosterona.....	11
Regulación neuroendocrina de la secreción de la testosterona.....	12
Regulación ambiental y ecológica de la secreción de la testosterona.....	13
Efectos de la testosterona sobre el comportamiento y los rasgos de la personalidad en el humano	15
La hipótesis recalibracional y la competencia intrasexual	17
El valor de la motivación (o el atractivo femenino) en la elección de competidores potenciales	21
Planteamiento del problema	22
Hipótesis.....	23
Hipótesis 1.....	23
Hipótesis 2.....	23
Objetivo general.....	25
Objetivos particulares.....	25
Consideraciones éticas.....	26
CAPÍTULO II	27
CAPÍTULO III	40
Artículo de requisito.....	40

CAPÍTULO IV.....	72
CAPÍTULO V.....	99
Discusión general.....	100
Conclusiones.....	106
Literatura citada.....	108
Anexo: Cuestionarios utilizados en la presente tesis	117

Lista de Figuras

Figura 1. Rutas metabólicas durante la síntesis de testosterona en el testículo: ruta $\Delta 4$ y ruta $\Delta 5$.

Figura 2. Regulación neuronal y endocrina del eje HHG en el humano.

Figura 3. Fluctuación circadiana de la testosterona en el hombre.

Figura 4. Esquema hipotético en donde se muestran las áreas del cerebro que podrían estar involucradas en la regulación genómica y no genómica de la testosterona y en la motivación para competir.

Resumen

Literatura previa ha mostrado correlaciones positivas entre altas concentraciones de testosterona y una variedad de comportamientos sociales y rasgos de la personalidad, principalmente aquellos asociados con la competencia intrasexual como la agresividad, la toma de riesgos, la dominancia, etc. En este sentido, la Hipótesis Recalibracional sugiere que los humanos poseen mecanismos cognitivos que les permiten evaluar características físicas propias y las de posibles rivales, con el fin de tomar decisiones ventajosas que incrementen la probabilidad de obtener recursos valiosos y que reduzcan la probabilidad de sufrir grandes costos.

Sin embargo, no se ha estudiado el papel de la testosterona ni de los rasgos de la personalidad en la elección de competidores. Tampoco se ha estudiado el papel de factores motivadores en este contexto. Por lo cual, el objetivo principal de este estudio fue evaluar el rol de la concentración de testosterona y de algunos rasgos de la personalidad como agresividad, competitividad y autoestima en la elección de posibles competidores en presencia o en ausencia de un motivador.

En el Estudio 1 se trabajó con un grupo de 119 hombres sanos heterosexuales quienes participaron en la elección de posibles competidores mediante la evaluación de fotografías de hombres con rasgos físicos muy dominantes-masculinos y de hombres con rasgos físicos poco dominantes-masculinos. Los voluntarios completaron tres cuestionarios de personalidad y donaron una muestra de saliva para cuantificar sus concentraciones basales de testosterona. Para observar el efecto de la testosterona y de los rasgos de personalidad sobre la elección de competidores, se usó el Modelo Generalizado de Estimación de Ecuaciones. Los resultados mostraron que la probabilidad de elegir hombres muy

dominantes-masculinos como competidores incrementó con altos puntajes de agresividad, aun cuando los hombres menos dominantes-masculinos fueron los más elegidos como competidores. La decisión de enfrentarse a los sujetos menos dominantes-masculinos es una elección ventajosa, pues la probabilidad de ganar ante un hombre que luce menos fuerte es mayor y por lo tanto los costos son menores. Se observaron resultados no significativos en la concentración basal de testosterona, los puntajes de autoestima, de agresividad, así como para las autoevaluaciones de dominancia y de masculinidad.

En el Estudio 2, la prueba para elegir posibles competidores estuvo acompañada de motivadores para competir. Los motivadores fueron fotografías femeninas con alta o baja proporción cintura-cadera. Después de la prueba de elección de posible competidor, los voluntarios donaron una segunda muestra de saliva para cuantificar la concentración de testosterona post-estímulo. Los resultados mostraron que los individuos tomaron la decisión de competir con un hombre muy masculino-dominante cuando tuvieron el estímulo visual de una mujer previamente evaluada como físicamente atractiva, coincidente con una baja proporción cintura-cadera. Además la agresividad, la autoestima, y la testosterona post-estímulo modularon la decisión de competir con hombres dominantes-masculinos u hombres poco dominantes-masculinos con respecto al cociente cintura-cadera de las mujeres.

Los resultados mostrados en la presente tesis indican que de acuerdo a la Hipótesis Recalibracional, las decisiones humanas, en el contexto de competencia intrasexual y de elección de pareja, son reguladas por variaciones en la concentración de testosterona en conjunto con diferencias individuales de rasgos de la personalidad, así como por mecanismos psicológicos que promueven el incremento de beneficios y la disminución de costos potenciales.

Abstract

Previous literature has shown positive correlations between high testosterone levels and a variety of social behaviors and personality traits, mainly those associated with intrasexual competition in men such as aggressiveness, risk taking behavior, dominance, etc. In this sense, the Recalibrational Hypothesis suggests that humans possess cognitive mechanisms that allow them to evaluate their own physical characteristics and those of possible rivals, in order to make advantageous decisions that increase the probability of obtaining valuable resources and that reduce the probability of suffering great costs in an intrasexual competition context.

However, the role of testosterone levels and personality traits in the task of choosing a competitor has not been studied yet. The role of motivators in this context has not been studied either. Therefore, the main objective of this study was to evaluate the role of testosterone levels and some personality traits such as aggressiveness, competitiveness, and self-esteem on the task of choosing a competitor in the presence or absence of a motivator.

In Study 1, a group of 119 healthy heterosexual men participated in the selection of potential competitors by evaluating pictures of men with dominant-masculine physical characteristics and men with less dominant-masculine physical characteristics. The volunteers completed three personality questionnaires and donated a saliva sample to quantify their baseline testosterone levels. The results showed that the probability of choosing very dominant-masculine men as competitors increased with high scores of aggressiveness, even though the less dominant-masculine men were the most chosen as competitors. The decision to confront less dominant-masculine men is an advantageous choice, since the

probability of winning against a man who looks less strong is greater and therefore the costs are lower. Non-significant results were found for baseline testosterone concentration, self-esteem scores, aggressiveness scores, as well as self-assessments of dominance and masculinity.

In Study 2, the task of choosing possible competitors was accompanied by motivations to compete (pictures of women with high or low waist-to-hip ratio). After participating, volunteers collected a second sample of saliva to quantify the post-stimulus testosterone levels. In this context, the results showed that men made the decision to compete with a very dominant-masculine man when they had the visual stimulus of a physically attractive woman (with low waist-to-hip ratio). In addition, aggressiveness, self-esteem, and post-stimulus testosterone modulated the decision to compete with dominant-masculine men or less dominant-masculine men with respect to the waist-to-hip ratio of women.

The results shown in this thesis indicate that according to the Recalibrational Hypothesis, in the context of intrasexual competition and mate choice, human decisions are regulated by physiological and psychological mechanisms that promote the increase of benefits and the reduction of potential costs.

Estructura de la Tesis

La presente tesis tuvo como objetivo estudiar, dentro del contexto de la Hipótesis Recalibracional, el papel de la testosterona, de aspectos de la personalidad como la competitividad, la agresividad y la autoestima, así como las autoevaluaciones de dominancia y masculinidad frente a otros hombres durante la elección de posibles competidores. Asimismo se estudió el efecto de las variaciones en la proporción cintura-cadera femenina como motivadores en la elección de estos competidores.

Para abordar los objetivos del trabajo, la presente tesis se dividió en V capítulos. El **Capítulo I** incluye una introducción global que sustenta de manera teórica el tema de la tesis, así como el planteamiento del problema, las hipótesis y los objetivos. En el **Capítulo II** se aborda el objetivo 1, mediante información publicada en un artículo sobre el papel de la testosterona en aspectos de la competencia intrasexual masculina con la finalidad de dar validez a los objetivos posteriores. A partir de los resultados descritos en el Capítulo II se planteó el **Capítulo III** que incluye un segundo artículo publicado donde se abordan los objetivos 2, 3 y 4 que investigaron el papel de la testosterona y de los rasgos de personalidad en la elección de competidores. Así mismo se estudió la proporción cintura-cadera femenina como un motivador de dicha elección. Dado que la mayoría de investigaciones entre testosterona y conducta en humanos se centran en conductas consideradas "normales" o "no patológicas", en el **Capítulo IV** se incluyó una revisión publicada como resultado de una actividad doctoral acerca de la relación entre la concentración de testosterona y la salud mental con la finalidad de brindar un panorama general que sirva como punto de partida en futuras investigaciones en este campo. Finalmente en el **Capítulo V** se muestra una discusión general.

CAPÍTULO I

Introducción

La competencia intrasexual se define como la competencia que se lleva a cabo entre individuos del mismo sexo con la finalidad de acceder a recursos sociales o reproductivos (Darwin, 1871; Andersson, 1994; Buunk y Massar, 2012). Debido a que las hembras de diversas especies tienden a invertir mayores recursos en su descendencia en comparación con los recursos invertidos por los machos, es más común observar competencia entre machos para conseguir el acceso a hembras y a otros recursos valiosos (Trivers, 1972; Tooby y Cosmides, 1988; ver Buss, 1994 para una discusión en el *Homo sapiens*).

En la naturaleza, la forma más común de resolver conflictos de interés por el acceso a recursos valiosos se lleva a cabo mediante interacciones agonísticas, en donde un organismo ataca a sus oponentes alejándolos del acceso a los recursos (Huntingford y Turner, 1987). Sin embargo, aunque literatura reciente muestre que los hombres de diversas tribus de cazadores-recolectores se enfrentan mediante encuentros físicos directos y agresivos para ganar y mantener estatus social (p. ej., los Tsimane de Bolivia, von Rueden y col., 2011), otros autores sugieren que la competencia intrasexual directa o agresiva ha sido disminuida dentro de las sociedades urbanizadas en comparación con las tribus de cazadores-recolectores y con sociedades ancestrales (Puts, 2010; Cerda-Molina y Borráz-León, 2012).

Por lo tanto, en lugar de competir mediante interacciones directas, agresivas y potencialmente mortales, además de energéticamente costosas, la selección pudo haber favorecido el desarrollo de mecanismos de competencia indirecta con la finalidad de adquirir recursos valiosos como el estatus social y parejas sexuales (Mazur, 1973; Buss, 1988; Cunningham y col., 1990; Regan y col., 2000; Stevens y Price, 2000), evitando los costos típicos de la competencia directa.

El desarrollo de estos mecanismos de competencia intrasexual indirecta tales como la identificación de rivales potenciales mediante la observación de características físicas del rostro (Watkins y col., 2010; Borráz-León y col., 2014), el aroma corporal (Borráz-León y col., 2017), o mediante la exhibición de comportamientos dominantes (Slatcher y col., 2011), podría estar a su vez relacionado con la expresión de algunos rasgos de la personalidad, así como con variables endocrinas como la concentración de testosterona, los cuales serían útiles en la modulación de las conductas competitivas en el humano al incrementar la probabilidad de adquirir beneficios y al mismo tiempo disminuir los costos potenciales derivados de involucrarse en competencias sociales.

A este respecto, Charles Darwin en su libro titulado *El origen de las Especies* (1859) escribió: *“La psicología encontrará una nueva base, la de la necesaria adquisición gradual de cada facultad y capacidad mental. Se arrojará luz sobre el origen del hombre y su historia...”* En este sentido, Darwin pronosticó que la conducta humana, al igual que cualquier otro órgano corporal, sería entendida como el resultado de un proceso gradual de evolución por selección natural, selección sexual, o inclusive, ambas.

Esta tesis pretende contribuir a este cometido aportando un grano más de información, el entendimiento de la conducta humana desde una perspectiva biológico-evolutiva, tomando en cuenta variables psicosociales y ecológicas particularmente importantes para entender la competencia intrasexual en el hombre.

Marco teórico

Testosterona

La testosterona (17 β -hidroxi-4-androsteno-3-ona) es una hormona esteroide de la familia de los andrógenos derivada del ciclopentanoperhidrofenantreno, la cual está compuesta por 19 átomos de carbono, con grupos metilo en el carbono 10 y carbono 13, y un grupo hidroxilo en el carbono 17 (Wilson, 1988). Dicha hormona se sintetiza a partir del colesterol en las células de Leydig de los testículos, en las células de la teca del ovario y en menor concentración en la zona reticular de las glándulas suprarrenales y en algunas zonas del cerebro (Dixson, 1998; Matsunaga y col., 2002). Durante la síntesis de la testosterona se pueden seguir dos rutas metabólicas: 1) La ruta de la 17-hidroxi-pregnenolona (ruta Δ 5), o 2) la ruta de la 17-hidroxi-progesterona (ruta Δ 4). En el testículo humano la ruta más común es la Δ 5, mientras que en los roedores es la Δ 4 (Bellido, 1999) (en la **Figura 1** se muestran ambas rutas).

Los testículos también secretan, aunque en menores concentraciones, otro tipo de andrógenos como la androstenediona, la dehidroepiandrosterona (DHEA) y la dihidrotestosterona (DHT) —éste considerado el principal metabolito activo de la testosterona—. Dichos andrógenos, incluyendo a la testosterona, son liberados en el torrente sanguíneo para ser transportados a sus órganos blanco. Alrededor del 98% de los andrógenos viajan unidos a proteínas transportadoras, de las cuales, el 60% corresponde a la globulina transportadora de hormonas sexuales (SHBG por sus siglas en inglés), mientras que el 38% viaja unido laxamente a la albumina. Solamente el 2% de la testosterona se encuentra libre y corresponde a la testosterona biológicamente activa (Weinbauer y col., 1997).

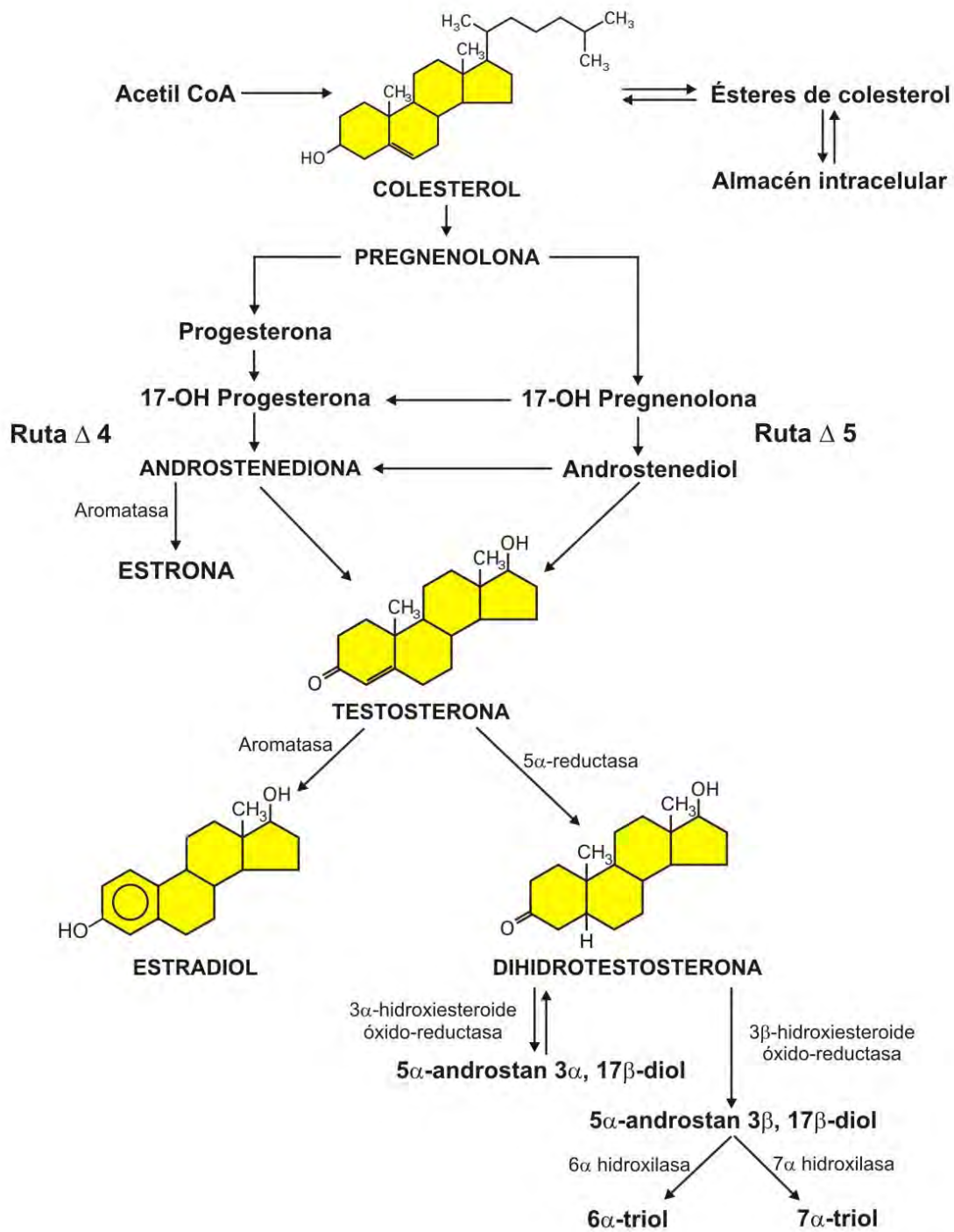


Fig. 1. Rutas metabólicas durante la síntesis de testosterona en el testículo: ruta $\Delta 4$ y ruta $\Delta 5$ (Adaptado de Bellido, 1999).

Efectos fisiológicos de la testosterona

Durante la séptima semana de gestación, las células de Leydig inician la esteroidogénesis. En este periodo la testosterona comienza la diferenciación del Sistema Nervioso Central (SNC) y del tracto reproductor masculino, ya sea por acción directa de esta hormona o por la de alguno de sus metabolitos (para una discusión ver Motta-Mena y Puts, 2017; Luoto y Rantala, 2017). Mientras que, en las siguientes etapas del desarrollo, la testosterona ejerce efectos definidos sobre diversos tejidos, por ejemplo:

a) Sobre el aparato reproductor: Funciona como regulador paracrino en el testículo, y de forma indirecta, estimula y mantiene la espermatogénesis en conjunto con las células de Sertoli (Nelson, 2005).

b) Sobre los caracteres sexuales: Durante la pubertad, estimula el alargamiento de la laringe y el engrosamiento de las cuerdas vocales, lo que da como resultado el engrosamiento de la voz. Su metabolito 5α -reducido, la DHT, estimula el crecimiento del vello corporal en zonas como la cara, el pubis, las axilas y la parte anterior del tórax, mientras que disminuye el crecimiento del cabello en la parte alta de la cabeza, por esta razón se ha asociado con la calvicie masculina. La testosterona también aumenta el espesor de la piel, la resistencia de los tejidos subcutáneos, e incrementa la actividad de las glándulas sebáceas (Bribiescas, 2001).

c) Sobre el SNC: Modula comportamientos relacionados con la reproducción al estimular la potencia sexual y la libido. Asimismo, actúa sobre el complejo Hipotálamo-Hipófisis (HH) para regular la liberación de gonadotropinas secretadas por la hipófisis anterior. La testosterona también tiene un papel relevante sobre funciones no reproductivas ni sexuales, (p. ej., el mantenimiento de poblaciones

neuronales, los sistemas de neurotransmisión, la plasticidad neuronal y la neuroprotección) (Bellido, 1999).

d) Acción anabólica: La testosterona tiene un potente efecto anabólico sobre el tejido muscular, incrementa la síntesis de proteínas y mantiene un balance de nitrógeno positivo (Bellido, 1999).

Regulación neuroendocrina de la secreción de la testosterona

La secreción de la testosterona está regulada por el eje Hipotálamo-Hipófisis-Gónadas (HHG). En principio, las neuronas GnRH-érgicas del hipotálamo secretan la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH por sus siglas en inglés), la cual estimula la secreción de gonadotropinas por la adenohipófisis: la hormona luteinizante y la hormona foliculoestimulante (LH y FSH por sus siglas en inglés respectivamente), mediante células especializadas llamadas gonadotropos. Posteriormente, dichas gonadotropinas son liberadas en el torrente sanguíneo donde viajan a diversos órganos blanco para ejercer efectos específicos al unirse al receptor a andrógenos (RA) en el citoplasma de las células. En los machos, la LH estimula a las células de Leydig en los testículos para comenzar tanto la síntesis de testosterona como la de otros andrógenos. La secreción de dichas hormonas está regulada por procesos de retroalimentación.

Por ejemplo, una alta concentración de testosterona ejerce un efecto inhibitorio del hipotálamo y de la hipófisis (retroalimentación negativa), lo que produce un decremento en la concentración de esta hormona, mientras que un decremento en la concentración de testosterona ejerce un efecto estimulante sobre el hipotálamo y la hipófisis (retroalimentación positiva), lo que incrementa su síntesis.

La regulación de la testosterona puede estar modulada de manera indirecta por otras señales neuronales y endocrinas, entre ellas, algunos neurotransmisores y hormonas como el ácido γ -aminobutírico (GABA por sus siglas en inglés), la hormona liberadora de corticotropina (CRH por sus siglas en inglés), los péptidos opioides y el cortisol, que inhiben la secreción de la GnRH y en consecuencia a la testosterona. Por el contrario, algunos otros neurotransmisores como la kisspeptina, dopamina, noradrenalina, glutamato y acetilcolina, estimulan la secreción de GnRH y en consecuencia a la testosterona (Kronenberg y col., 2008). En la **Figura 2** se resume el proceso de regulación neuroendocrina de la síntesis de la testosterona.

Regulación ambiental y ecológica de la secreción de la testosterona

Wingfield y col. (1990) mostraron que la testosterona es modulada por factores ecológicos relacionados con la competencia intrasexual y con la elección de pareja en aves. Los autores observaron que la concentración de testosterona se incrementa cuando comienza el periodo reproductivo, lo que podría estar asociado con un incremento en la agresividad, en la dominancia, así como un incremento en la frecuencia de cortejo, mientras que esta hormona disminuye durante el periodo de crianza, probablemente asociado con una disminución de la agresividad y un incremento en las conductas relacionadas con una mayor inversión parental.

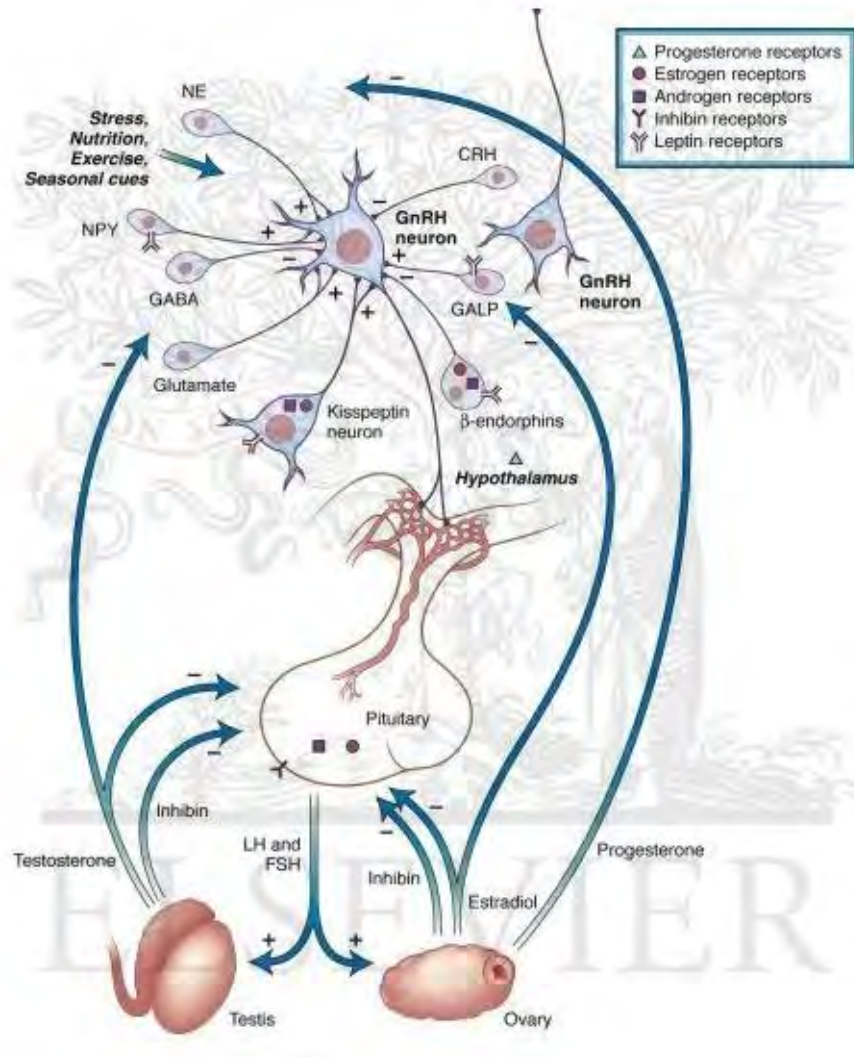


Fig. 2. Regulación neuronal y endocrina del eje HHG en el humano, (Kronenberg y col., 2008).

Asimismo, la testosterona presenta un marcado ciclo circadiano. Durante las mañanas, las concentraciones de testosterona son altas, con un pico alrededor de las 08:00 horas. Durante la tarde, comienza a disminuir y vuelve a incrementar durante la noche (Diver y col., 2003) (**Figura 3**).

Además, diversos estudios muestran que la concentración de la testosterona puede variar de acuerdo con diversos factores biológicos y psicosociales tales como el

peso, la edad, el estatus socioeconómico, las fluctuaciones hormonales, y el estilo de vida que incluye hábitos como fumar, beber alcohol, tipo de alimentación etc. (Wu y col., 2008; van Anders, 2010), lo que puede producir diferencias individuales en la concentración de esta hormona.

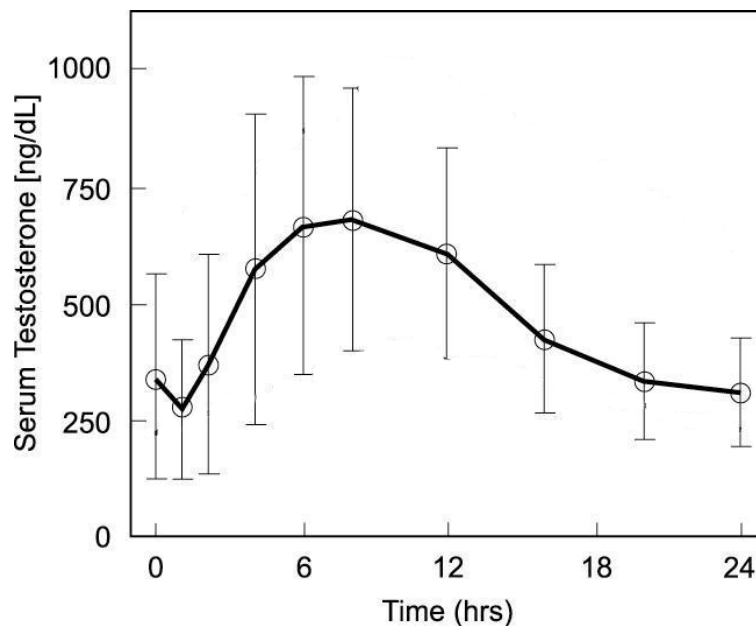


Fig. 3. Fluctuación circadiana de la testosterona en el hombre (Diver y col., 2003).

Efectos de la testosterona sobre el comportamiento y los rasgos de la personalidad en el humano

La testosterona está involucrada en la expresión de diversas conductas tanto sexuales como no sexuales (Nelson, 2005; Boksem y col., 2013) mediante la unión a receptores intracelulares, a través de la modulación de los canales iónicos activados por ligando y mediante la interacción con diversos neurotransmisores (Sher y col., 2012). Además de los efectos anabólicos previamente mencionados, la

testosterona ejerce un efecto modulador en la expresión de algunos comportamientos y rasgos de la personalidad en el hombre (Alvergne y col., 2010). Diversos estudios muestran que durante las etapas del desarrollo embrionario y la pubertad, la testosterona actúa sobre el SNC para dirigir y organizar la diferenciación sexual e influir en la identidad de género y en la personalidad, de hecho, hay literatura que reporta que esta acción prenatal produce diferencias sexuales en algunas habilidades cognitivas y emocionales (Ebinger y col., 2009; Hines, 2010).

Por ejemplo, se ha demostrado que la empatía, que se refiere a la capacidad de identificar y compartir la experiencia emocional o afectiva que otro expresa, se puede reducir por la exposición prenatal a testosterona, lo que explicaría por qué generalmente los hombres son menos empáticos que las mujeres. Al respecto, Mathews y col. (2009) mostraron que las mujeres con hiperplasia suprarrenal congénita, condición que se caracteriza por la secreción excesiva de andrógenos, tienen menor capacidad empática y exhiben mayor agresión, rasgos relacionados comúnmente con los hombres debido a su mayor concentración de testosterona. Estos resultados pueden resultar controversiales debido a los aspectos culturales relacionados al género.

Asimismo la literatura muestra que hombres jóvenes que poseen una alta concentración de testosterona también presentan una mayor frecuencia de conductas tales como: agresión (Carré y McCormick, 2008, ver Batrinos, 2012 para una revisión), inclinación para competir con otros individuos (Archer, 2006), aumento en la expresión de conductas riesgosas en el ámbito económico (Stanton y col., 2011), mayor dominancia y mantenimiento del estatus social (Mazur y Booth, 1998; van Honk y col., 1999; Slatcher y col., 2011), incremento de la hostilidad hacia otros individuos (Hartgens y Kuipers, 2004), entre otras. Resultados similares han

sido reportados también en mujeres con altas concentraciones de testosterona (ver Campbell, 1999, 2013).

La literatura también ha mostrado que la relación entre la testosterona y el comportamiento es bidireccional, es decir, por una parte la testosterona estimula la expresión de comportamientos competitivos y, por otra parte, el comportamiento modula cambios en la concentración de testosterona (Carré y McCormick, 2008; Carré y col., 2009). Por ejemplo, Mehta y Josephs (2006) observaron que aquellos hombres que perdieron después de participar en una competencia y que tuvieron un incremento de testosterona, estuvieron más inclinados a competir una vez más, mientras que aquellos que tuvieron un decremento optaron por alguna otra prueba que no implicara una competencia.

En general, los estudios citados previamente revelan el papel que ejerce la testosterona sobre la expresión de comportamientos considerados “normales” o “comunes” en los humanos y que están más relacionados con la personalidad competitiva y con la búsqueda de estatus social. No obstante, la experimentación sistemática en humanos ha mostrado que la asociación entre la testosterona y diversos aspectos de la personalidad es muy compleja, y que los mecanismos fisiológicos y neurológicos que la subyacen aún se desconocen (Booth y Mazur, 2006; Boksem y col., 2013).

La hipótesis recalibracional y la competencia intrasexual

La vida en grupo, típica de las especies sociales como los primates no-humanos y humanos, supone importantes ventajas y desventajas. Entre las ventajas están la seguridad inherente de vivir dentro de un grupo y la cooperación para obtener recursos. Entre las desventajas están los conflictos de interés por obtener

dichos recursos. En la naturaleza, la forma más común para resolver dichos conflictos es la interacción agonística en la que un animal agrede a su oponente para alejarlo de los recursos (Huntingford y Turner, 1987).

Sin embargo la auto-promoción, así como algunos comportamientos para exhibir fuerza física y dominancia, pueden evitar confrontaciones directas pues son señales que expresan pocas probabilidades de ganar con dicho oponente. Es decir, la confrontación y la evitación del conflicto son parte de un proceso de negociación, en donde los individuos evalúan la magnitud del costo que ellos pueden infligir en otros individuos, así como los costos que ellos pueden evitar por parte de otros. Parker (1974) denominó a este evento como el Potencial de Retención de Recursos (RHP por sus siglas en inglés). Lo que se traduce como la capacidad que tienen los organismos de maximizar los beneficios (p. ej., incrementar su territorio y acceder a un mayor número de parejas sexuales) y disminuir los costos (p. ej., agresiones por parte de posibles rivales) durante situaciones de conflicto.

En las especies sociales, la selección natural a menudo promueve el desarrollo de adaptaciones que incrementan la capacidad de los organismos para producir daño a sus congéneres —o en su defecto, evitar un posible daño por parte de los mismos—, con el fin de tomar decisiones ventajosas sobre cuándo perseverar o cuándo declinar durante situaciones de conflicto. De esta manera, los individuos requieren de adaptaciones cognitivas para poder hacer evaluaciones precisas de las diferencias en los fenotipos o en las conductas exhibidas por sus congéneres (p. ej., despliegues de dominancia, fortaleza física o agresividad) y así beneficiarse del RHP.

De hecho, los encuentros ritualizados de animales son interpretados como anuncios de su RHP, durante los cuales los animales demuestran (y a menudo

exageran) las señales de su capacidad de lucha, asimismo, los individuos utilizan sus observaciones y evaluaciones acerca de otros organismos para modular de manera adecuada sus acciones posteriores (Krebs y Davies, 1993).

De manera similar al RHP propuesto por Parker (1974), Sell y col. (2009a) propusieron la Hipótesis Recalibracional, la cual sugiere que los humanos poseen mecanismos cognitivos que les permiten evaluar sus propias características físicas y las de posibles rivales, con el fin de tomar decisiones ventajosas. Por ejemplo ser agresivo con alguien menos fuerte o declinar cuando alguien es más fuerte que uno mismo, y así reducir costos tales como daños físicos e incluso la muerte por involucrarse en una competencia intrasexual con alguien físicamente superior. Por lo tanto, estos mecanismos deben ejercer su función a cierta distancia visual y de manera previa a un posible combate. De acuerdo con lo anterior, Sell y col., (2009b) mostraron que los hombres son capaces de evaluar adecuadamente la fuerza física de un individuo mediante la observación de una fotografía del rostro, lo cual podría influir en su decisión para competir.

A su vez, diversos autores han argumentado que las presiones de selección sexual que han estado presentes a lo largo de la evolución humana, han hecho que los hombres estén más dispuestos a tomar decisiones riesgosas, a involucrarse en competencias intrasexuales, y a invertir más recursos en la búsqueda de una pareja sexual (Byrnes y col., 1999). Por ejemplo, Baker y Maner (2008) sugieren que los hombres toman decisiones riesgosas con la finalidad de incrementar sus oportunidades de conseguir parejas sexuales. Para garantizar este éxito, dicha toma de riesgos debería depender de diversos factores, tales como la autoevaluación (p. ej., de la capacidad competitiva, agresividad, fuerza física, autoestima, etc.), así como la evaluación de atributos atractivos de posibles parejas sexuales (p. ej.,

atractivo físico, cociente cintura-cadera, disponibilidad sexual, etc.), a la hora de tomar decisiones riesgosas (p. ej., competir con otros hombres).

Asimismo, estudios en aves y en primates humanos y no-humanos muestran que la concentración de testosterona puede incrementar de manera previa ante un posible conflicto. Wingfield y col. (1990) y Archer (2006) llamaron a este proceso La Hipótesis del Reto. Para poder observar un cambio significativo en la concentración basal de esta hormona, se necesita coleccionar una segunda muestra a los 15 minutos después de haber sido sometido a un estímulo visual, olfatorio, auditivo, etc., que pueda ser percibido como indicador de una posible amenaza (Josephs y col., 2006; Mehta y Josephs, 2010). Dichos cambios en la concentración de testosterona han sido asociados con la expresión de conductas relacionadas con la competencia intrasexual. Al respecto, Borráz-León et al. (2018) mostraron una correlación positiva entre la concentración de testosterona y la competencia intrasexual masculina medida mediante un cuestionario escrito.

La Hipótesis Recalibracional involucra la autopercepción de atributos que contribuyen a evitar una confrontación o a decidir competir, por lo que es posible que la testosterona pueda modular dicha decisión. Además, no solamente la autoevaluación, sino la existencia de alguna motivación o beneficio podría modular la decisión de competir o no. Hasta el momento, no existe literatura que investigue la participación de testosterona en estas hipótesis.

El valor de la motivación (o el atractivo femenino) en la elección de competidores potenciales

Se sabe que ciertos rasgos faciales femeninos como un alto grado de simetría y de feminidad han sido considerados como universalmente atractivos. Sin embargo, existen otros atributos corporales igualmente importantes, tal es el caso de la proporción cintura-cadera (WHR por sus siglas en inglés), característica que depende, entre otros factores, de las hormonas esteroides. Dicho rasgo se ha considerado como un indicador de fertilidad y de buena salud o de menor riesgo de enfermedad (Singh, 2002). Diversos estudios han analizado diversas proporciones de cociente cintura-cadera como estímulos visuales motivadores para los hombres, y han encontrado que los hombres califican o evalúan como más atractivas siluetas de mujeres con una proporción cercana a 0.7 (Lassek y Gaulin, 2016).

De acuerdo con la literatura previamente citada, se puede sugerir que los hombres que posean una mayor concentración de testosterona podrían sentirse más motivados para competir con otro individuo cuando la motivación sea altamente valuada, es decir una cita con una mujer cuya WHR sea coincidente con valores cercanos a 0.7.

Planteamiento del problema

El conocimiento actual acerca de la expresión de conductas relacionadas con la competencia intrasexual en el *Homo sapiens* se ha estudiado de forma independiente de variables endocrinas (p. ej., la concentración de testosterona) y ecológicas (p. ej., los costos y beneficios relacionados con la competencia intrasexual). Lo que ha limitado la interpretación de resultados proveniente de distintas áreas del conocimiento, las cuales, más allá de ser opuestas, son complementarias y pueden ser integradas en un modelo más completo que permita una visión global de las bases biológicas del comportamiento humano.

Con base en nuestros antecedentes, resulta viable proponer que de acuerdo a la Hipótesis Recalibracional y al RHP, la decisión de involucrarse o no en una competencia intrasexual dependerá de diversos factores, entre ellos la autoevaluación de características físicas, algunos rasgos de la personalidad como la autoestima, la competencia intrasexual o la agresividad, así como la existencia de una motivación para competir (p. ej., la obtención de una pareja), la calidad del motivador y la fortaleza percibida del posible rival.

Hipótesis

Hipótesis 1

De acuerdo con la Hipótesis Recalibracional y el RHP, los hombres que posean alta concentración de testosterona basal, autoevaluaciones altas de dominancia, masculinidad y mayores puntajes de competencia intrasexual, autoestima y agresividad elegirán competir con individuos que presenten rasgos físicos más masculinos (p. ej., individuos con mayor masa muscular, dominancia y masculinidad facial), mientras que los hombres con bajos puntajes de estos mismos rasgos elegirán competir con individuos menos masculinos.

Hipótesis 2

La decisión de competir con individuos que posean rasgos más masculinos será más frecuente cuando la motivación de elegir competir con dichos individuos presente un beneficio alto, en este caso, tener una cita con una mujer físicamente atractiva. Además, estos mismos individuos experimentarán un cambio en su concentración de testosterona después de elegir a un competidor.

A continuación se resumen las hipótesis nulas (H_0) y las hipótesis alternativas (H_a):

H_{01} = La concentración de testosterona basal y los puntajes de personalidad no influirán sobre la elección de un competidor.

H_{a1} = Los hombres con alta concentración basal de testosterona y altos puntajes de competitividad, agresividad y autoestima decidirán competir con un hombre dominante-masculino.

Ho₂ = La frecuencia en la elección de un competidor que posea rasgos más masculinos no estará motivada por el acceso a una cita con una mujer físicamente atractiva, además las concentraciones de testosterona permanecerán estables.

Ha₂= La posibilidad de tener una cita con una mujer físicamente atractiva motivará a los voluntarios a elegir un competidor con rasgos físicos más masculinos y se observará una modificación en su concentración de testosterona.

Objetivo general

Estudiar si la decisión de un hombre para competir o no con un posible rival depende de las características asociadas con la Hipótesis Recalibracional y el RHP — la autoevaluación de dominancia-masculinidad, la competitividad, la autoestima, la agresividad, la concentración de testosterona, así como de la evaluación visual del rival. — Además, analizar el papel del factor motivador en la decisión de competir (interacción con una mujer físicamente atractiva), y de un cambio en la concentración de testosterona.

Objetivos particulares

1) Analizar si la concentración basal de testosterona está relacionada con los puntajes de competencia intrasexual mediante la aplicación de un cuestionario escrito.

2) Estudiar si la concentración de testosterona basal está relacionada con la motivación para competir con individuos que poseen rasgos físicos muy masculinos.

3) Investigar si las autoevaluaciones de dominancia, masculinidad, competencia intrasexual, autoestima y agresividad están relacionadas con la motivación para competir con individuos que poseen rasgos físicos muy masculinos.

4) Analizar si la posibilidad de interactuar con una mujer físicamente atractiva incide en la decisión de los hombres para competir con individuos que posean rasgos físicos muy masculinos.

Consideraciones éticas

Los estudios mostrados en la presente tesis fueron aprobados por el Comité de Ética y Bioseguridad del Instituto Nacional de Psiquiatría "Ramón de la Fuente Muñiz". En todos los estudios los investigadores involucrados siguieron las normas mexicanas establecidas para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos (NOM-012-SSA3-2012). Asimismo, los datos personales de cada voluntario fueron resguardados de acuerdo a la normativa aplicable y consultada únicamente por los investigadores involucrados en los estudios. En ningún caso se administró sustancia alguna que pudiera atentar contra la integridad física o moral de los participantes.

CAPÍTULO II



Testosterone and intrasexual competition in men: is there any relation with digit ratio (2D:4D)?

Javier I. Borráz-León¹ · Ana Lilia Cerda-Molina¹ · Damee Choi² · Lilian Mayagoitia-Novales¹

Received: 18 November 2016 / Revised: 4 August 2017 / Accepted: 17 January 2018 / Published online: 26 January 2018
© Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature and ISPA 2018

Cita: **Borráz-León, J.I., Cerda-Molina, A.L., Choi, D., & Mayagoitia-Novales, L. (2018). Testosterone and intrasexual competition in men: is there any relation with digit ratio (2D:4D)? *Acta Ethologica*, 21 (2), 137–140. DOI: 10.1007/s10211-018-0284-9**

Testosterone and intrasexual competition in men: Is there any relation with Digit Ratio (2D:4D)?

Javier I. Borráz-León^{1,2}, Ana Lilia Cerda-Molina², Damee Choi³, Lilian Mayagoitia-Novales²

- 1) Postgraduate Program in Biological Sciences, National Autonomous University of Mexico. Mexico City, Mexico.
- 2) Department of Ethology, National Institute of Psychiatry "Ramon de la Fuente Muñiz", México City, México.
- 3) Faculty of Design, Kyushu University, 4-9-1Shiobaru, Minami-ku, Fukuoka, Japan.

*Corresponding author: Javier I. Borráz-León, National Institute of Psychiatry "Ramón de la Fuente Muñiz", Calzada México-Xochimilco 101, Col. San Lorenzo Huipulco, Tlalpan 14370, México City, México. Tel: +52 5541605109; fax: +52 55 5 6559980.

e-mail address: borraz@comunidad.unam.mx

Abstract

Digit Ratio 2D:4D is a sexually dimorphic characteristic and it is believed that this difference is related to high levels of prenatal testosterone and circulating testosterone in men. High levels of testosterone are also associated with traits related to competitiveness. Therefore this study aimed to examine the relation between intrasexual competition and 2D:4D in men. 113 college men answered a questionnaire to measure their scores of intrasexual competition and donated a saliva sample to measure their testosterone levels; finally, the finger length from both hands was measured. It was found a positive correlation between testosterone levels and intrasexual competition scores, and a negative correlation between testosterone levels and left 2D:4D. Finally we did not find a significant association between Digit Ratios 2D:4D and intrasexual competition scores. Our study shows that men with higher testosterone levels also have higher intrasexual competition scores and lower values of left Digit Ratio 2D:4D. Further studies will have to take into account fluctuations in testosterone over the time to observe if the relation between competitiveness scores and Digit Ratios 2D:4D becomes significant.

Keywords: testosterone, intrasexual competition, Digit Ratio 2D:4D, competitiveness

Introduction

Digit Ratio –the relative length of index finger (2D) to ring finger (4D)– is a sexually dimorphic characteristic, in which men typically having lower values of 2D:4D than women (i.e., a longer 4D in comparison to 2D). Some studies have shown that this sex difference in 2D:4D is determined during the ontogeny in the end of the first trimester (Manning et al. 2014), and remains constant through childhood and puberty (Trivers et al. 2006). Manning (2008) reported that Digit Ratio 2D:4D is associated with variations in fetal exposure to testosterone, with high levels of testosterone increasing the relative length of the ring finger. In addition some studies have suggested that high levels of circulating testosterone in men are also associated with lower values of 2D:4D (e.g., Kilduff et al. 2013). On the other hand, during puberty and adulthood high levels of testosterone also stimulate some behaviors and personality traits related to intrasexual competition such as aggression (Carré and McCormick 2008), hostility (Hartgens and Kuipers 2004), maintaining of high social status (Slatcher et al. 2011), identification of possible rivals (Borráz-León et al. 2014), etc. In general, previous literature shows an association between high levels of testosterone and both, intrasexual competition and low values of 2D:4D in men. This association suggests that 2D:4D might be an indirect indicator of the levels of testosterone. According to these previous studies our hypothesis is that Digit Ratio 2D:4D could be related to intrasexual competition in men. Therefore this study aimed to examine the relation between these parameters.

Methods

Participants

A group of 113 college men was recruited via posters and e-mail advertisements asking for male volunteers willing to participate in a research on intrasexual competition and physical traits at the Department of Ethology of the National Institute of Psychiatry "Ramón de la Fuente Muñiz". Participants belonged to Sciences, Engineer, and Medicine Faculties of the National Autonomous University of Mexico in Mexico City. All were heterosexual and with an age range of 18-30 years (mean \pm SD = 21.57 \pm 2.48). All volunteers received \$10 USD for their participation, and all signed an informed consent letter in which the procedure and objective were clearly explained to them. All participants were Hispanic.

Experimental procedure

Experimental sessions were conducted in the morning (9:00 - 13:00 hrs.) when the concentration of testosterone is higher (Diver et al. 2003). Each participant collected a saliva sample of 6 ml in a polypropylene vial to measure their baseline concentrations of testosterone; then, the volunteers completed a general data questionnaire and a twelve-item self-ascribed test about intrasexual competition developed by Buunk and Fisher (2009) and previously applied on Hispanic population by Borráz-León et al. (2016). The self-ascribed test assessed participants' propensity to engage in a competition (e.g., "I want to be just a little better than other men", "I always want to beat other men", "I tend to look for negative characteristics in attractive men"). Finally, the finger length from right hand (R2D:4D) and left hand (L2D:4D) was measured following the methodology reported by Manning et al. (1998).

Hormonal measurements

As soon as each volunteer ended, saliva samples were immediately frozen in acetone and dry ice and stored at -20°C . Samples were subjected to three subsequent freeze-thaw cycles in order to free them from mucopolysaccharides and proteins. Upon thawing, samples were centrifuged at 3000 rpm during 30 min, the supernatants were collected, frozen again and stored at -20°C until processing (Schultheiss et al. 2003). We measured testosterone by ELISA technique (Testosterone Direct Saliva 11-TESHU-E01-SLV, ALPCO). Inter-assay and intra-assay coefficients for T were 9.8% and 7.1%. The concentrations of T were reported in pg/ml.

Statistical analyses

Data were expressed as mean (M) and standard deviation (SD). First we transformed testosterone values into log-testosterone values to normalize them, then we performed Pearson correlations to study the association between testosterone levels, Digit Ratio 2D:4D for both hands and intrasexual competition scores. All tests were two-tailed and the significance was set at $p \leq 0.05$. The data were analyzed using SPSS version 21 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Ethical note

This study adheres to the Declaration of Helsinki and the Mexican Official Norm for Research with Human Beings (NOM-012-SSA3-2012, http://dof.gob.mx/nora_detalle.php?codigo=52848&fecha=04/01/2013) and it was approved by the Bioethics Committee of the INPRFM.

Results

Descriptive data of Digit Ratios (R2D:4D and L2D:4D), intrasexual competition scores and testosterone levels were as follows: R2D:4D: $M = 0.957$, $SD = 0.028$, range: 0.882-1.000; L2D:4D: $M = 0.958$, $SD = 0.025$, range: 0.883-0.998; Intrasexual competition scores: $M = 36.18$, $SD = 11.94$, range: 12-65; Testosterone levels: $M = 2.01$, $SD = 0.42$, range: 1.01-2.96.

As we expected, Pearson correlation showed a significant positive relationship between testosterone levels and intrasexual competition scores ($r = .22$, $n = 113$, $p = .01$, see Figure 1.), likewise, the statistical analysis showed a significant negative relationship between testosterone levels and L2D:4D ($r = -.19$, $n = 113$, $p = .04$, see Figure 2.), but the relationship between testosterone levels and R2D:4D was not statistically significant ($r = -.07$, $n = 113$, $p = .40$). Finally, our hypothesis suggested that Digit Ratio 2D:4D could be related to intrasexual competition in men, however, we did not find a significant association between these variables (R2D:4D: $r = .04$, $n = 113$, $p = .61$; L2D:4D: $r = -.06$, $n = 113$, $p = .47$).

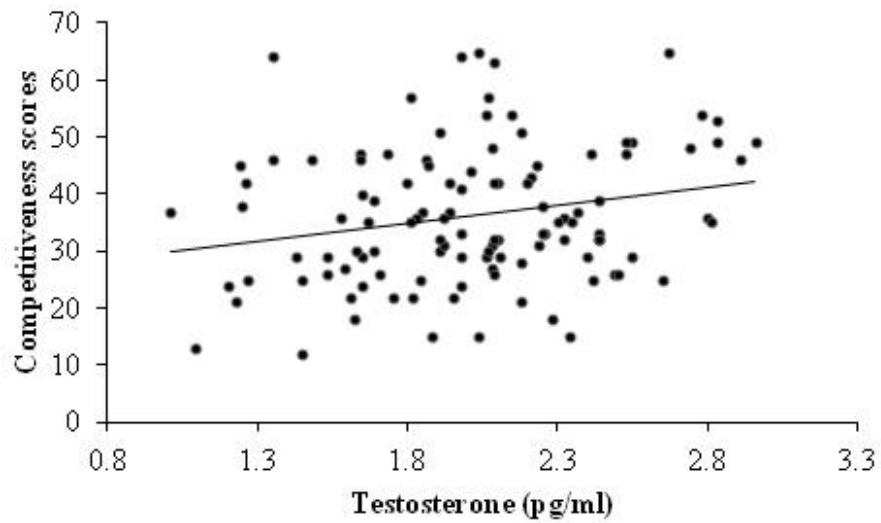


Fig. 1 Positive correlation between competitiveness scores and testosterone levels
 ($r = .22$, $n = 113$, $p = .01$).

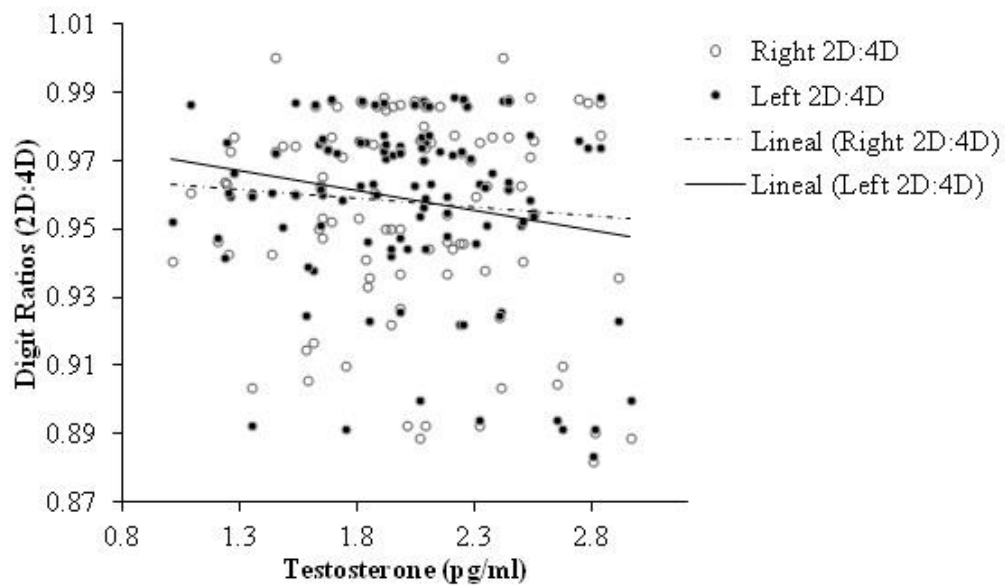


Fig. 2 Pearson correlations between testosterone levels and R2D:4D ($r = -.07$, $n = 113$, $p = .40$), and testosterone levels and L2D:4D ($r = -.19$, $n = 113$, $p = .04$).

Discussion

This study supports previous literature showing a positive correlation between salivary testosterone and intrasexual competition scores. According to this, high levels of testosterone increases the expression of some behaviors related to competitiveness and maintaining of high social status in humans. Also previous investigations have shown that a low 2D:4D is an indicator of the effects of prenatal testosterone and circulating testosterone, but only in some cases (see Hönekopp et al. 2007 for a review). In our study, we reported that salivary testosterone in adult men is negatively related to 2D:4D but only in the left hand (L2D:4D). In this regard, the literature has shown that most of the significant associations with target traits tend to be stronger for R2D:4D. However, for links with sports performance the L2D:4D is of equal importance (Hönekopp and Schuster 2010). Competitiveness is strongly related to sports ability so that intrasexual competition scores and L2D:4D could be related. Nevertheless, we did not find an association between these traits. This result confirms previous findings showing that links between 2D:4D and some personality traits are weak (Lippa 2006). However, Kilduff et al. (2013) showed that L2D:4D was negatively correlated with aggression scores after volunteers watched an aggressive video. Kilduff et al. (2013) suggested that this association could be a result of the increase in testosterone levels due to perception of a challenge. An increase of testosterone levels after a challenge allows individuals to have a better performance in a conflict situation.

In our study we did not use a challenge (i.e., an aggressive video or a direct competitive task) and possibly this could explain why we did not find a correlation between Digit Ratios 2D:4D and intrasexual competition scores.

We conclude that high levels of salivary testosterone are positively related to intrasexual competition scores and they are also negatively related to low L2D:4D.

However, there was no relation between Digit Ratios 2D:4D and competitiveness. Further studies will have to take into account fluctuations in testosterone levels after a challenge to observe if the relationship between competitiveness scores and Digit Ratios 2D:4D becomes significant.

Author contributions

JIBL and LMN collected the data and performed the hormonal measurements. JIBL, ALCM and DC wrote and reviewed all versions of the article.

Acknowledgments

The authors are grateful to the volunteers who participated in the study.

Conflict of interest

The authors declare that there are no conflicts of interest.

References

Borráz-León JI, Cerda-Molina AL, Hernández-López L, Chavira-Ramírez R, de la O-Rodríguez C (2014) Steroid hormones and facial traits in the recognition of a potential rival in men. *Ethology* 120: 1013–1023.

Borráz-León JI, Cerda-Molina AL, Mayagoitia-Novales L (2016). Resource holding potential in human males: testosterone, personality and benefits. The 16th Congress of the International Society for Behavioral Ecology. Exeter, United Kingdom.

Buunk AP, Fisher M (2009) Individual differences in intrasexual competition. *J Evol Psychol* 7 (1): 37–48.

Carré JM, McCormick CM (2008) Aggressive behavior and change in salivary testosterone concentrations predict willingness to engage in a competitive task. *Horm Behav* 54: 403–409.

Diver MJ, Imtaz K-E, Ahmad A-M, Vora JP, Fraser WD (2003) Diurnal rhythms of serum total, free and bioavailable testosterone and shbg in middle-aged men compared with those in young men. *Clin Endocrinol* 58: 710–717.

Hartgens F, Kuipers H (2004) Effects of androgenic-anabolic steroids in athletes. *Sports Med* 34 (8): 513–554.

Hönekopp J, Bartholdt L, Beier L, Liebert A (2007) Second to fourth digit length ratio (2D:4D) and adult sex hormone levels: New data and a meta-analytic review. *Psychoneuroendocrinology* 32: 313–321.

Hönekopp J, Schuster M (2010). A meta-analysis on 2D:4D and athletic prowess: Substantial relationships but neither hand out predicts the other. *Pers Individ Dif* 48: 4–10.

Kilduff LP, Hopp RN, Cook CJ, Crewther BT, Manning JT (2013) Aggression and testosterone in men exposed to an aggressive video stimulus. *Evol Psychol* 11 (5): 953–964.

Lippa RA (2006) Finger lengths, 2D:4D ratios, and their relation to gender-related personality traits and the Big Five. *Biol Psychol* 71: 116–121.

Manning JT (2008) *The finger ratio: Sex, behavior and disease revealed in the fingers*. London: Faber and Faber.

Manning JT, Fink B, Trivers R (2014) Digit ratio (2D:4D) and gender inequalities across nations. *Evol Psychol* 12 (4): 757–768.

Manning JT, Scutt D, Wilson J, Lewis-Jones DI (1998) The ratio of 2nd to 4th digit length: A predictor of sperm numbers and concentrations of testosterone, luteinizing hormone and oestrogen. *Hum Reprod* 13: 3000–3004.

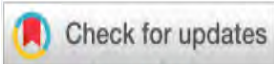
Schultheiss OC, Dargel A, Rohde W (2003) Implicit motives and gonadal steroid hormones: Effects of menstrual cycle phase, oral contraceptive use, and relationship status. *Horm Behav* 43: 293–301.

Slatcher RB, Mehta PH, Josephs RA (2011) Testosterone and self-reported dominance interact to influence human mating behavior. *Soc Psychol Person Sci* 0: 1–9.

Trivers R, Manning JT, Jacobson A (2006) A longitudinal study of digit ratio (2D:4D) and other finger ratios in Jamaican children. *Horm Behav* 49: 150–155.

CAPÍTULO III

Artículo de requisito



Original Article

Choosing Fighting Competitors Among Men: Testosterone, Personality, and Motivations

Evolutionary Psychology
January-March 2018: 1–10
© The Author(s) 2018
Reprints and permissions:
sagepub.com/journalsPermissions.nav
DOI: 10.1177/1474704918757243
journals.sagepub.com/home/evp

Javier I. Borráz-León^{1,2}, Ana Lilia Cerda-Molina², Markus J. Rantala^{3,4},
and Lilian Mayagoitia-Novales²

Cita: Borráz-León, J.I., Cerda-Molina, A.L., Rantala, M., & Mayagoitia-Novales, L. (2018). Choosing fighting competitors among men: testosterone, personality, and motivations. *Evolutionary Psychology*, 1–10. DOI: 10.1177/1474704918757243.

Choosing fighting competitors among men: testosterone, personality, and motivations

**Javier I. Borráz-León^{1,2*}, Ana Lilia Cerda-Molina², Markus J. Rantala^{3,4}, Lilian Mayagoitia-
Novales²**

¹Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México,
UNAM, Ciudad de México, México

²Departamento de Etología, Instituto Nacional de Psiquiatría "Ramón de la Fuente
Muñiz" Ciudad de México, México

³Department of Biology, University of Turku, Turku, Finland

⁴Turku Brain and Mind Center, University of Turku, Turku, Finland

*Corresponding author: Javier I. Borráz-León, Instituto Nacional de Psiquiatría
"Ramón de la Fuente Muñiz", Calzada México-Xochimilco 101, Col. San Lorenzo
Huipulco, Tlalpan 14370, México D.F., México. Tel.: 0155 41605109; fax: 0155
56559980.

e-mail: borraz@comunidad.unam.mx

Abstract

Higher testosterone levels have been positively related to a variety of social behaviors and personality traits associated with intrasexual competition. The aim of this study was to evaluate the role of testosterone levels and personality traits such as aggressiveness, competitiveness, and self-esteem, on the task of choosing a fighting competitor (a rival) with or without a motivation to fight. In Study 1, a group of 119 men participated in a task for choosing a rival through pictures of men with high dominance-masculinity vs. low dominance-masculinity. Participants completed three personality questionnaires and donated two saliva samples (pre-test and post-test sample) to quantify their testosterone levels. We found that the probability of choosing high dominant-masculine men as rivals increased with higher aggressiveness scores. In Study 2, the task of choosing rivals was accompanied by motivations to fight (pictures of women with high or low waist to hip ratio). In this context, we observed that the probability of choosing dominant-masculine men as rivals depended on the waist to hip ratio of the women. Overall, average levels of post-test testosterone, aggressiveness, and high self-esteem increased the probability to fight for women with low waist to hip ratio independently of the dominance-masculinity of the rivals. Our results indicate that human decisions, in the context of intrasexual competition and mate choice, are regulated by physiological and psychological mechanisms allowing men to increase their biological fitness. We discuss our results in the light of the plasticity of human behavior according to biological and environmental forces.

Keywords: Testosterone; Self-esteem; Aggressiveness; Mate value; Waist-to-Hip Ratio; Intrasexual competition

Introduction

Testosterone (T) is one of the major sex hormones produced by the male body and it is mainly synthesized by the Leydig cells of the testes (Dixson 1998; Eisenegger et al. 2011). Among their activational effects, T is responsible for the development and maintenance of primary and secondary sexual characteristics such as the penis, muscles, beard, and masculinity (Penton-Voak and Chen 2004; Pound et al. 2009). In humans and other primates, T has been also related to a variety of social behaviors and personality traits (e.g., Dixson 1980; Mehta and Josephs 2007). For example, throughout puberty and adulthood high baseline T levels are related to higher dominance (Mazur and Booth 1998), hostility (Hartgens and Kuipers 2004), vigilance for status threats (Wirth and Schultheiss 2007), aggressive personality (Harris et al. 1996), and aggressive domination (Salvador et al. 1999). Therefore, it has been suggested that high baseline T levels allow individuals a better performance in a contest for social (e.g., food) and sexual resources (e.g., mates), similar to phenomena observed in other species (Wobber et al. 2010; Surbeck et al. 2012; Martínez-Padilla et al. 2014).

On the other hand, changes in T levels have been observed in challenging social situations. According to the "Challenge Hypothesis" there are increases in T levels during intrasexual competition that would be associated with aggressive behavior (Wingfield et al. 1990; Archer 2006). Other kinds of challenges such as cognitive competitions or sports lead to winners and losers, where the increases in T levels are higher in winners than in losers (Fry et al. 2011). In these particular contexts, personality traits may confer an advantage to win. For example, increases in T levels in conjunction to self-esteem and self-perceptions of dominance and masculinity could allow men to be more prone to get possible mates and to fight for them in comparison to those men who have lower levels of these traits.

Likewise, hormones and behavior affect each other and may be regulated by ecological and social factors as proposed by the “Biosocial Model of Status” (Mazur and Booth 1998; Mazur 1985, 2013). In fact, it has been observed that the relationship between T and behavior in humans is regulated by external issues such as the context of mate choice and mate value (van der Meij et al. 2012).

Mate value is a theoretically quantified estimate of how valuable a person would be as a partner in a reproductive relationship (Sugiyama 2005). The perception of traits related to attractiveness is an evolved adaptation which promotes preferential mating with individuals of high mate value (i.e., individuals who increase their partner’s reproductive success above the level expected in case of random mating) (Hönekopp et al. 2007). Many variables may contribute to increase mate value, including physical, personality, and demographic factors (see Buss 1999 for a complete description). Some investigations have shown that Waist-to-Hip Ratio (WHR), the index of the circumference of the waist divided by that of the hips in women is a physical attractive visual trait for men in many cultures around the world (Henss 2000; Singh 2002; Streeter and McBurney 2003; Wilson 2005). Such that women with low WHR may be assessed as high mate value, whereby, men could take more risks in a competition for accessing to them in order to increase their biological fitness.

Previous literature has suggested that men have cognitive systems that allow them to accurately assess the strength and the fighting ability of other men from visual traits such as the face and the body (Sell et al. 2009a), as well as to accurately assess their own strength (Sell et al. 2009b). Although direct competition is commonly observed in nature, it could be less obvious in modern human beings (Puts 2010). At the present, men could use indirect mechanisms of competition to acquire a better social position and to achieve acceptance among possible mates

(Regan et al. 2000; Stevens and Price 2000; Cerda-Molina and Borráz-León 2012). When individuals decide to compete with others, it is important the evaluation of characteristics of potential rivals such as strength, dominance, masculinity, or symmetry. For instance, Watkins et al. (2010) found that less dominant men were more likely to associate masculine facial characteristics with dominance, compared to their relatively dominant peers. Likewise, Borráz-León et al. (2014) showed that men are able to recognize in others, facial characteristics that are attractive for women (e.g., facial symmetry and assertiveness) as a strategy to identify possible rivals.

Besides the evaluation of own strength and that of the rivals, the assessment of the physical attractiveness of possible mates (based on mate value) could be a motivation to confront a stronger rival. These evaluations would affect the expression of appropriate behaviors in the decision of confronting or not with an opponent according to the social context. Considering that T levels together with some personality traits such as aggressiveness, self-esteem, and self-evaluations of competitiveness, masculinity, and dominance are important to get better performance in direct contests, it would be possible that these traits could be also modulated by the context.

For Study 1, the goal was to evaluate for the first time, the role of male T and personality traits (self-assessment of masculinity and dominance, competitiveness, aggressiveness, and self-esteem) on the task of choosing as a fighting competitor (a rival) a high dominant-masculine or a low dominant-masculine man. For study 2, the goal was to evaluate the same variables as in the study 1, but the task of choosing a rival was accompanied by a motivation to fight (a date with a woman with high or low WHR). For the Study 1, we proposed that men with higher T levels, higher self-assessment of masculinity, dominance, competitiveness, aggressiveness,

and self-esteem will choose high dominant-masculine men as rivals, whereas men low in these same variables will choose the contrary, low dominant-masculine men. This reasoning is in line with the “Biosocial Model of Status” because males with high levels of T and higher scores of these personality traits could have experienced higher success in previous social contests increasing their T levels and reaffirming their personality traits allowing them to take more risks in future intrasexual competitions. For the Study 2, we predicted that the decision to fight with masculine-dominant men will be more frequent when the motivation is to have a date with a high value woman (with a low WHR), because according to the “Challenge Hypothesis” the use of direct intrasexual competition components such as aggressiveness and dominance, or indirect components such as masculinity or self-esteem are expressed during challenges to males in contexts that are relevant to reproduction.

Methods

Study 1

Visual stimuli

To obtain the visual stimuli, a group of 10 college men (age $M \pm SD = 21.70 \pm 2.11$) was recruited via posters, e-mail advertisements, or personally. Volunteers signed a letter of informed consent where the procedure was explained to them in detail; after that, men were photographed from the front at a constant distance of 2 meters with a digital camera (Sony DSC-W800, 20.1MPx). They were clothed only in dark-colored pants. Photographs were standardized on grayscale to avoid color interference in the visual assessment (Borráz-León and Cerda-Molina 2015). In addition, a second group of 40 college women (age $M \pm SD = 20.05 \pm 3.17$) and 48 college men (age $M \pm SD = 22.06 \pm 3.10$) were recruited to rate the masculinity-

dominance of the bodies of men from the photographs previously obtained. Ratings were completed using a 7-point Likert scale (0 = none at all, 6 = very much). All participants received 10 USD for their participation.

Of the total assessed bodies, we used three with the highest rating values of masculinity-dominance in men and three with the lowest rating values of this same. These photographs were used as visual incentives during the rival choice test described below.

Evaluators

It was recruited a group of 120 heterosexual college men (age $M \pm SD = 22.05 \pm 2.77$). The sample size was calculated with a confidence level of 95% according to Daniel (1982). In individual sessions, each participant signed a letter of informed consent and proceeded to donate a first saliva sample of 6 ml in a sterile polypropylene tube (pre-test sample) to measure their baseline T levels. Participants were instructed to brush their teeth before coming to the test and not to eat or smoke anything for one hour before the test.

Participants answered four questionnaires on a personal computer: the first was about general data such as age, weight, height, and marital status. The second assessed the degree of intrasexual competition in a self-ascribed twelve-item (e.g., "I can't stand it when I meet another man who is more attractive than I am") using a 7-point Likert scale (1 = Not at all applicable, 7 = Completely applicable) (Buunk and Fisher 2009); the third assessed the degree of aggressiveness in a self-ascribed twelve-item (e.g., "I have threatened people I know") using a 5-point Likert scale (1 = Not at all applicable, 5 = Completely applicable) (Gallardo-Pujol et al. 2006); the fourth assessed the degree of self-esteem in a self-ascribed twenty one-item (e.g., "I am proud of myself") using a 5-point Likert scale (1 = Never, 5 = Always) (Caso

et al. 2011). In addition, participants reported self-assessments of dominance in a self-ascribed single item (“how dominant do you consider yourself?”) and masculinity (“how masculine do you consider yourself?”) employing a 5-point Likert scale (1 = No dominant / masculine, 5 = Very dominant / masculine).

Rival choice test

After a pre-test sampling and answering the questionnaires, participants were instructed to imagine a hypothetical situation where they would be involved in a sport wrestling contest and that they would have the opportunity to choose the rival with whom they have to compete. Afterwards volunteers were visually exposed to a two-option forced choice test through a Power Point presentation containing: a picture of a man with high dominance-masculinity and the opposite, a picture of a man with low dominance-masculinity (Figure 1). Their decisions allowed us to observe whether personality traits and T levels were related to take bigger risks.

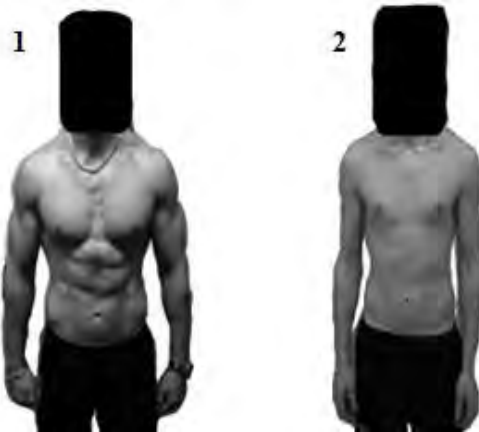


Fig. 1. Example of photographs randomly presented in the first study. 1) A low dominant-masculine man. 2) A high dominant-masculine man.

Finally, participants collected the second saliva sample after 15 minutes of finished the test (post-test sample) in order to observe possible changes in their T levels. It has been observed that a change in salivary T level in men becomes sizeable at 15 minutes following the psychological stimulus (e.g., Hellhammer et al. 1985; Mehta and Josephs 2006; Borráz-León et al. 2017). The experimental sessions were conducted between 9:00 and 13:00 hours. We used this period of time based on previous studies that have shown no effect of collecting-time on the individual differences in T levels (e.g., Cerda-Molina et al., 2013, 2014; Borráz-León et al., 2014, 2017).

Testosterone quantification

Immediately after collection, saliva samples were frozen with acetone and dry ice, and stored at -20°C. Samples were subjected to three subsequent freeze-thaw cycles to free them from mucopolysaccharides and proteins. Upon thawing, samples were centrifuged at 3000 rpm during 30 min at 4°C; the supernatants were collected, frozen again and stored at -20°C until processing (Schultheiss et al. 2003). T levels were measured with Enzyme Linked Immunosorbent Assays (Testosterone Direct Saliva 11-TESTU-E01-SLV, ALPCO). Inter-assay and intra-assay coefficients for T were 9.8% and 7.1%. The concentrations of T were reported in pg/ml.

Statistical analysis

One participant was discarded because his saliva samples were contaminated with blood. Our final sample consisted of 119 men. Kolmogorov-Smirnov test (K-S) was used to assess the criteria of normality in the data; pre-test

and post-test T levels were transformed to logarithm values (Log10) to normalize them (pre-test: $Z = 0.805$, $p = 0.536$; post-test: $Z = 0.637$, $p = 0.813$). To analyze the probability of the participants to choose a rival according to the evaluation of dominance-masculinity of possible competitors, we established a Generalized Estimating Equations Model (GEE). The choice of rivals was introduced as binomial 0-1 dependent variable, i.e., 0 corresponding to the high dominance-masculine choice, and 1 to the low dominance-masculine choice. Each individual was included as a subject variable, and pre-test T, post-test T, self-assessments of dominance, masculinity, and scores of intrasexual competition, aggressiveness, and self-esteem were included as covariates. To avoid problems associated with multicollinearity in the variables (Freckleton 2011), we computed the variance inflation factor (VIF) before running our models, which was < 2 for all the variables.

The results are graphically represented as means \pm standard error (SE). All tests were performed using SPSS version 21 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) and the level of statistical significance was set as $p \leq 0.05$.

Results and Discussion

Personality traits

Descriptive data of questionnaires are shown in Table 1. The scores of personality questionnaires had a normal distribution ($p > 0.05$ in all cases).

Choice of a possible rival

We proposed that men higher in T levels (pre and post-test), self-assessment of dominance, self-assessment of masculinity, intrasexual competition, aggressiveness, and self-esteem will choose men with high dominance-masculinity as possible rivals. The number of participants who chose high dominant-masculine

men as competitors was $n = 48$ (40.3%), and the number of participants who chose low dominant-masculine men as competitors was $n = 71$ (59.7%). The analysis showed that the probability of choosing men with high dominance-masculinity as rivals increased with higher scores of aggressiveness of the participants ($B = 0.037$,

Wald = 4.245, $p = 0.039$ (Figure 2). We did not find significant results for pre-test T, post-test T, intrasexual competition, self-esteem, self-assessment of dominance, and self-assessment of masculinity (Table 2).

Table 1. Descriptive data of personality questionnaires.

Personality trait	Mean	SD	Range
Intrasexual competition	31.78	11.57	12-57
Self-esteem	81.12	10.05	50-102
Aggressiveness	27.80	7.54	14-53
Self-assessment of dominance	3.13	0.84	1-5
Self-assessment of masculinity	3.82	0.71	2-5

Table 2. Effects of testosterone and personality traits for the choice of rivals (* $p \leq 0.05$; $n = 119$).

	B	Wald	P
Pre-test testosterone	-0.198	0.310	0.577
Post-test testosterone	0.421	1.079	0.299
Self-assessment of dominance	-0.039	0.067	0.796
Self-assessment of masculinity	0.279	2.248	0.134
Intrasexual competition	-0.019	2.636	0.104
Aggressiveness	0.037	4.245	0.039*
Self-esteem	0.019	1.759	0.185

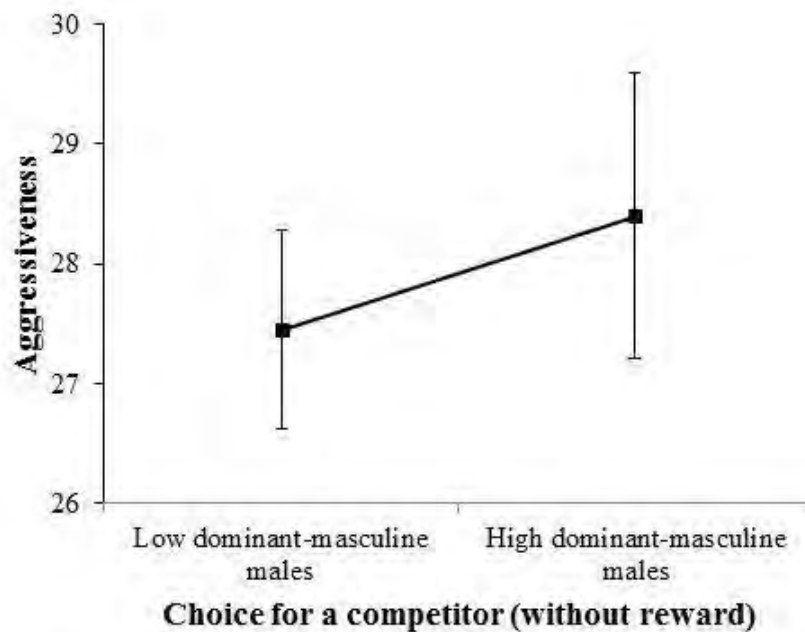


Fig. 2. Mean (\pm SE) scores for aggressiveness of men according to their choice of rivals. The probability of choosing a high dominant-masculine man as competitor increases with the scores for aggressiveness of the participants. ($B = 0.037$, Wald = 4.245, $p = 0.039$).

According to Batrinos (2012) aggressiveness includes a broad spectrum of manifestations from a tendency to aggressive behavior to physical violence. While violent and aggressive behavior is a natural useful trait to acquire resources or to fight for mates and territory, it has been attenuated in modern humans (Puts 2010). According to the "Biosocial Model of Status" this could explain the non-significant relationship between T and aggressiveness in men. However, aggressiveness could be a legacy from our ancestors making men more willing to compete with high dominant-masculine men, even in the absence of apparent T changes or rewards. This behavior may be motivated by an inherent search of high social status.

Study 2

To study whether the decision on choosing a possible rival changes by another when there is a motivation to fight, i.e., a date with a woman; we carried out a second study as follows.

Female WHR as stimuli

We recruited a group of 10 college women (age $M \pm SD = 21.10 \pm 2.05$) with the same specification that we used for men in the Study 1. Each woman was photographed from the back in "T" position. They were instructed to wear tight and dark clothes in order to adequately assess their WHR as an indicator of mate value and attractiveness. The photographs were evaluated according to their physical attractiveness by the same group of men and women that rated the photographs of men in the Study 1. Ratings were completed using a 7-point Likert scale (0 = none at all, 6 = very much). All participants received 10 USD for their participation.

As in the previous study, of the total assessed bodies, we used three with the highest rating values of physical attractiveness (coincident with WHR of: $M \pm SD = 0.713 \pm 0.011$) and three with the lowest rating values (coincident with WHR of: $M \pm SD = 0.890 \pm 0.010$). We employed the highest and lowest values of attractiveness to test whether the possibility to access to a mate with high or low attractiveness has a role in the decisions of men.

Procedure

The same group of men previously used in the Study 1 was used as participants in this second study. Participants were instructed to choose again a possible rival to fight under the same hypothetical situation and following the same instructions given in the Study 1, but this time the task was accompanied by

another factor: a motivation to fight. We included after every picture of potential rivals, a picture of a woman with high or low WHR with whom they would have a date if they decided to compete either with the high dominant-masculine or the less dominant-masculine man. This second presentation was organized as follows: a photograph of a man with high dominance-masculinity followed by a photograph of a woman with high or low attractiveness and a photograph of a man with low dominance-masculinity followed by a photograph of a female body with high or low attractiveness (see Figure 3 for graphic example). These pairs of pictures were randomly assigned to each volunteer.

Statistical analysis

To analyze the probability of the participants to choose a rival according to the possible mate, we established a second Generalized Estimating Equations Model (GEE) by using the multinomial model introducing the choice of possible rivals with a possible mate (four possible options from 1 to 4 in the multinomial model). The other variables were introduced as in the Study 1. The results are graphically represented as means \pm standard error (SE). All tests were performed using SPSS version 21 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) and the level of statistical significance was set as $p \leq 0.05$.

Ethical note

This study adheres to the Declaration of Helsinki and the Mexican Official Norm for Research with Human Beings (NOM-012-SSA3-2012, http://dof.gob.mx/nora_detalle.php?codigo=52848&fecha=04/01/2013) and it was approved by the Bioethics Committee of the INPRFM.

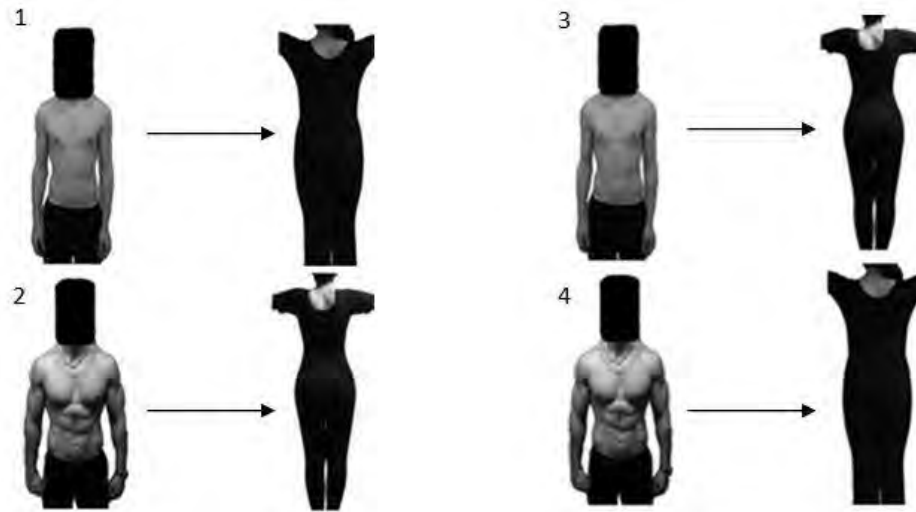


Fig. 3. Example of photographs randomly presented in the second study. 1) A low dominant-masculine man with a low mate value woman. 2) A high dominant-masculine man with a high mate value woman. 3) A low dominant-masculine man with a high mate value woman. 4) A high dominant-masculine man with a low mate value woman.

Results and Discussion

Choice of possible rivals according to the mate value of possible mates

The number of participants for each possible choice is shown in Figure 4. The analyses indicated that post-test T levels, self-esteem, and aggressiveness were related to the choice of possible rivals according to the mate value of the women (post-test T: $B = 0.937$, $Wald = 7.134$, $p = 0.008$; self-esteem: $B = 0.037$, $Wald = 8.372$, $p = 0.004$; aggressiveness: $B = 0.041$, $Wald = 6.163$, $p = 0.013$). (Figure 5 a, b, and c respectively). Non-significant results were found for the other variables (Table 3).

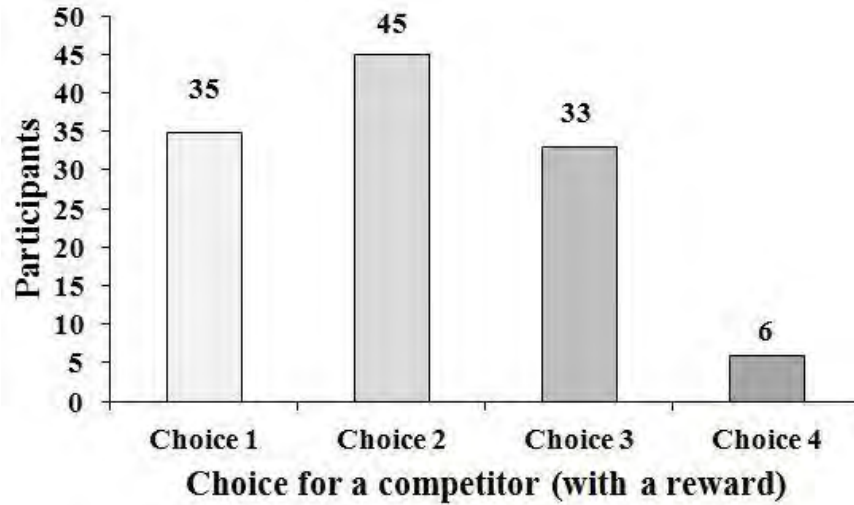


Fig. 4. Number of participants for each choice (n = 119).

Choice 1: Low dominant-masculine men with low mate value women.

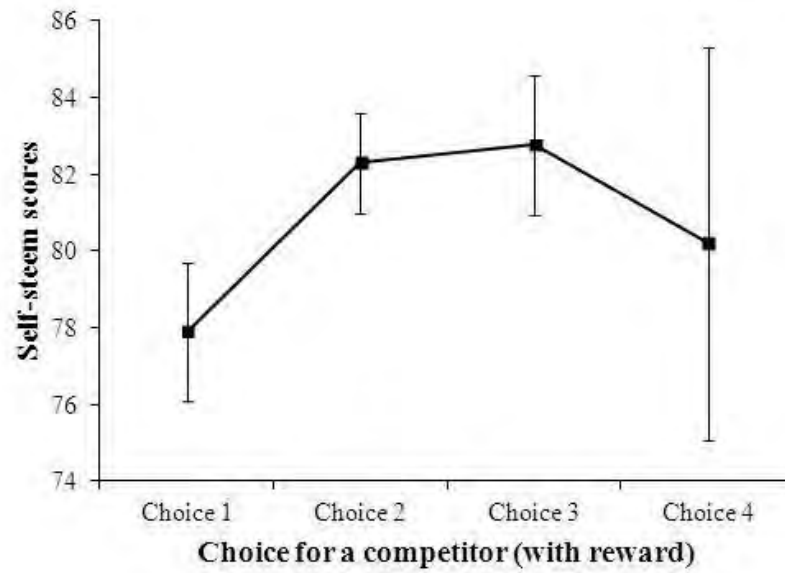
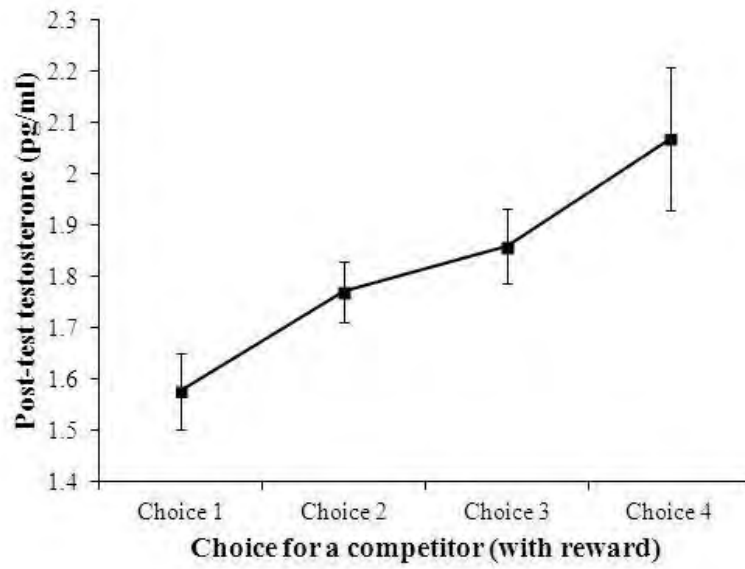
Choice 2: High dominant-masculine men with high mate value women.

Choice 3: Low dominant-masculine men with high mate value women.

Choice 4: High dominant-masculine men with low mate value women.

Table 3. Effects of testosterone and personality traits for the choice of rivals and mates (*p ≤ 0.05; **p ≤ 0.01; n = 119).

	B	Wald	P
Pre-test testosterone	-0.271	0.919	0.338
Post-test testosterone	0.937	7.134	0.008**
Self-assessment of dominance	0.056	0.246	0.620
Self-assessment of masculinity	-0.159	1.077	0.299
Intrasexual competition	0.001	0.004	0.949
Aggressiveness	0.041	6.163	0.004**
Self-esteem	0.037	8.372	0.013*



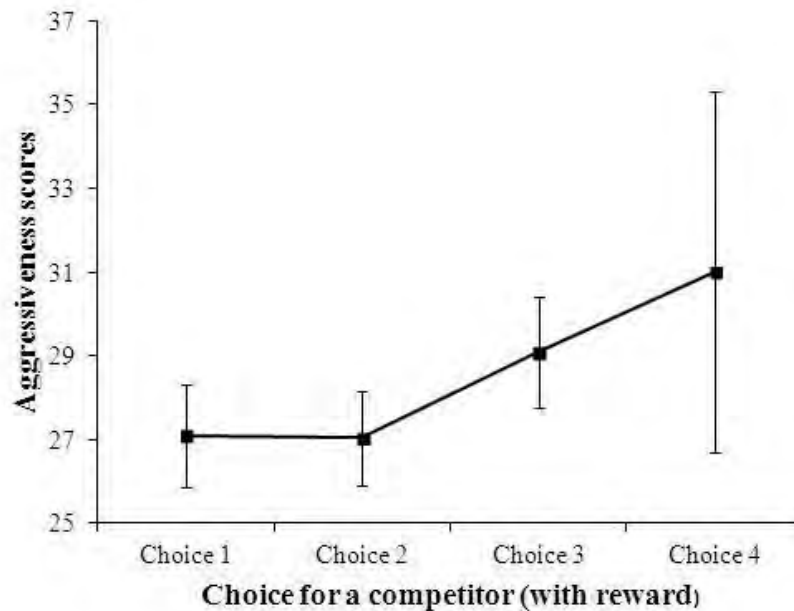


Fig. 5. Means (\pm SE) for post-test testosterone (a), self-esteem (b), and aggressiveness (c) of men according to their choice for rivals and mates. (post-test testosterone: $B = 0.937$, $Wald = 7.134$, $p = 0.008$; self-esteem: $B = 0.037$, $Wald = 8.372$, $p = 0.004$; aggressiveness: $B = 0.041$, $Wald = 6.163$, $p = 0.013$). *Note: Choice 1: Low dominant-masculine men with low mate value women; Choice 2: High dominant-masculine men with high mate value women; Choice 3: Low dominant-masculine men with high mate value women; Choice 4: High dominant-masculine men with low mate value women.

In this second choice test, there was a high probability of choosing to compete with high dominant-masculine men related to high aggressiveness scores of participants even if the possible mate had a low mate value (Choice 4). However, having average scores of aggressiveness allowed men to decide to compete with less dominant-masculine men when the possible mate had a high mate value (Choice 3). Thus having average scores of aggressiveness allow men to take the

best decision that could be related to decreasing costs and at the same time to increasing the achievement of highly valued benefits. It was also observed that in this same choice, self-esteem and post-test T levels may influence the choice of possible competitors according to the mate value of possible mates.

Self-esteem can be defined as an overall view of self (Frost and McKelvie 2005) or as a global emotional placement of self (Robins et al. 2001). This emotion could be understood as an evolved adaptation that allows individuals to increase their biological fitness in several contexts such as mate choice, intrasexual competition, and maintenance of high social status. In fact, previous literature has shown positive outcomes and benefits related to high self-esteem (e.g., Rubinstein 1977; Costea et al. 2010). Our results showed that higher self-esteem scores increased the probability to compete for a date with a woman with high mate value independently of the dominance-masculinity of the possible rivals (Choice 2 and 3). According to the previous literature, we suggest that men with higher self-esteem have greater confidence concerning their own mental and physical capabilities. Therefore, they can take greater risks in several social contexts, especially when they have the opportunity to obtain valuable resources such as an attractive mate, high social status, or even some social and sexual benefits independently of the possible costs. Thus, men with higher scores of self-esteem could be more motivated to fight for getting the most valuable resources; in this case a highly valued mate.

Finally, post-test T had a similar effect as aggressiveness on making the decision to compete with an individual according to the possible mate. It was found that there is a high probability of choosing to compete with high dominant-masculine men when there was a woman with a low mate value (Choice 4). However, having average levels of post-test T allowed men to make an optimal

decision, (i.e., the Choice 3). These observations suggest that endocrine factors are related to mechanisms that promote competitive behaviors according to the mate value of women.

General Discussion

The aim of this study was to evaluate the role of T levels and some personality traits when men choose possible rivals, with and without a motivation to fight. In the first study (men choosing possible rivals) we found that the probability of choosing a high dominant-masculine man as a competitor increased with higher scores of aggressiveness, even though the low dominant-masculine men were the most selected. Whereas in the second study (men choosing possible rivals according to the mate value of women as motivations) we found that self-esteem, aggressiveness, and post-test T regulate the decision to compete with high dominant-masculine or less dominant-masculine men according to the mate value of women.

High T levels are positively related to a variety of personality traits and behaviors associated with intrasexual competition (Mehta and Josephs 2007), such as aggression (Rowe et al. 2004), dominance (Mazur and Booth 1998), and risk taking behaviors (Stanton et al. 2011). Our results exhibited the importance of several external factors that could be associated with T levels and personality traits in the analysis of human behavior. Thus, we propose that having average T levels and average aggressiveness as well as high self-esteem in men may increase the probability of making the best decision under an intrasexual competition context, in order to obtain highly valued resources such as possible mates with low WHR to increase their biological fitness and their potential reproductive rate (van der Meij et al. 2012).

One of the adaptive problems faced by ancestral human males could have been the assessment of mate value of human females, or the degree at which a potential mate could enhance his reproductive success (Singh 2002). It has been suggested that the preference for traits related to health and mate value have produced psychological mechanisms in men to attend to bodily features to assess mate value and physical attractiveness of a woman (Buss 1994; Gangestad and Thornhill 1997). In this regard, the WHR has been proposed as one of the main traits that signals high mate value (Singh 2002; Lassek and Gaulin 2016). For example, Singh and Singh (2011) suggested that a low WHR is negatively associated with mortality related to vascular diseases, gall bladder disease, type 2 diabetes, lung function impairment, carcinomas, anovulatory cycles, and low fertility.

Thus, men could be more motivated to fight for highly valued resources that could increase their biological fitness and this motivation may vary according to T levels and differences in personality traits. In fact, it is possible to suggest that self-perceptions of intrasexual competition, dominance, and masculinity could be less associated with the motivation for competing with other men than aggressiveness or self-esteem. This idea is supported by the observation that aggressiveness and self-esteem could be interpreted as a legacy from our ancestors making human males more willing to compete for getting highly valued mates or for increasing their social status and their reproductive fitness (see Costea et al. 2010; Puts 2010). Likewise, it has been proposed that T may be understood as a hormone that has regulated, through the evolutionary history of species, the expression of behavior according to the influence of information that comes from conspecifics and the specific context (Borráz-León et al. 2017).

This study provides important evidence about the plasticity of human behavior and it supports that the choice of possible rivals is determined and regulated by endocrinal and personality factors such as T levels, self-esteem, aggressiveness, and the physical evaluation of possible mates and possible rivals. We recommend for future studies to implement a real-based contest where men would be able to compete for high valued resources in order to obtain ecological validity and to confirm the hypotheses suggested in this study and to test the premises of the "Challenge Hypothesis" in a real-based contest.

Limitations of this study

A limitation could emerge from this study because direct measurements of strength and muscular attributes were not evaluated. Further studies will have to take them into account to observe whether men with high muscle size or high physical strength choose dominant-masculine men as competitors what would represent a challenge providing an opportunity to emphasize their social status and to impress possible mates.

Acknowledgements

The research project reported in this article was submitted in partial fulfillment of the requirements for the Ph.D. degree for the first author at Programa de Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, and partially supported by a scholarship (270074) from Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) to the first author. We acknowledge the support received from the Instituto Nacional de Psiquiatría "Ramón de la Fuente Muñiz" and the volunteers who participated in the study. We also acknowledge the Academic Writing Team of the Centro de Estudios de Posgrado, UNAM for their help with this manuscript.

Disclosure of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

References

Archer, J. (2006). Testosterone and human aggression: an evaluation of the challenge hypothesis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *30*(3), 319–345.

Batrinós, M.L. (2012). Testosterone and aggressive behavior in man. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, *10*(3), 563–568.

Borráz-León, J.I., & Cerda-Molina, A.L. (2015). Facial asymmetry is negatively related to assertive personality but unrelated to dominant personality in men. *Personality and Individual Differences*, *75*, 94–96.

Borráz-León, J.I., Cerda-Molina, A.L., & Mayagoitia-Novales, L. (2017). Testosterone changes after perceiving the body odour of a potential rival in human males. *Behaviour*, *154*(6), 677–691.

Borráz-León, J.I., Cerda-Molina, A.L., Hernández-López, L., Chavira-Ramírez, R., & de la O-Rodríguez, C. (2014). Steroid hormones and facial traits in the recognition of a potential rival in men. *Ethology*, *120*(10), 1013–1023.

Buss, D.M. (1994). *The Evolution of Desire: Strategies of Human Mating*. New York: Basic Books.

Buss, D.M. (1999). *Evolutionary Psychology: The New Science of the Mind*. NY: Doubleday.

Buunk A.P., & Fisher, M. (2009). Individual differences in intrasexual competition. *Journal of Evolutionary Psychology*, *1*, 37–48.

Caso, N.J., Hernández-Guzmán, L., & González-Montesinos, M. (2011). Prueba de autoestima para adolescentes. *Universitas Psychologica*, *10*(2), 535–543.

Cerda-Molina, A.L., & Borráz-León, J.I. (2012). *Testosterone: Physiological Effects, Dominance and Fluctuating Asymmetry*. In Konstantin Chichinadze Editor. *Biochemistry, Therapeutic Uses and Physiological Effects* (1-11 pp).

Cerda-Molina, A.L., Hernández-López, L., Borráz-León, J.I., De la O-Rodríguez, C., & Chavira-Ramírez, R. (2014). Men's exposure to women's odors: The effect of women's waist to hip ratio and steroid hormones. *Journal of Steroids and Hormonal Science*, *5*(3), 1000141.

Cerda-Molina, A.L., Hernández-López, L., de la O, C.E., Chavira-Ramírez, R., & Mondragon-Ceballos, R. (2013). Changes in men's salivary testosterone and cortisol levels, and in sexual desire after smelling female axillary and vulvar scents. *Frontiers in Endocrinology*, *4*(159), 1-9.

Costea, I., Palosa, R., & Munteanua, A. (2010). Competitive behavior and self-esteem – relevant factors that influence young couples' life. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, *5*, 398–402.

Daniel, W. 1982. *Biostatistics*. México: Limusa, 91–95.

Dixson, A.F. (1980). Androgens and aggressive behavior in primates: A review. *Aggressive Behavior*, *6*(1), 37–67.

Dixson, A.F. (1998). *Primate Sexuality*. Comparative Studies of the Prosimians, Monkeys, Apes and Human Beings. Oxford University Press, Oxford.

Eisenegger, C., Haushofer J., & Fehr, E. (2011). The role of testosterone in social interaction. *Trends in Cognitive Sciences*, *15*(6), 263–271.

Freckleton, R.P. (2011). Dealing with collinearity in behavioural and ecological data: Model averaging and the problems of measurement error. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *65*, 91–101.

Frost, J., & McKelvie, S. (2005). The relationship of self-esteem and body satisfaction to exercise activity for male and female elementary school, high school, and university students. *The Online Journal of Sport Psychology*, *7*(4), 36–49.

Fry, A.C., Schilling, B.K., Fleck, S.J., & Kraemer, W.J. (2011). Relationships between competitive wrestling success and neuroendocrine responses. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *25*(1), 40–45.

Gallardo-Pujol, D., Kramp, U., Garcia-Franco, C., Pérez-Ramírez, M., & Andrés-Pueyo, A. (2006). Assessing aggressiveness quickly and efficiently: the Spanish adaptation of Aggression Questionnaire-Refined version. *European Psychiatry*, *7*, 487–494.

Gangestad, S.W., & Thornhill, R. (1997). *Human Sexual Selection and Developmental Stability*. In: Simpson, J., Kenrick, D. Eds. *Evolutionary Social Psychology*. Mahwah: Erlbaum.

Harris, J.A., Rushton, J.P., Hampson, E., & Jackson, D.N. (1996). Salivary testosterone and self-report aggressive and pro-social personality characteristics in men and women. *Aggressive Behavior*, *22*(5), 321–331.

Hartgens, F., & Kuipers, H. (2004). Effects of androgenic-anabolic steroids in athletes. *Sports Medicine*, *34*(8), 513–554.

Hellhammer, D.H., Hubert, W., & Schümeyer, T. (1985). Changes in saliva testosterone after psychological stimulation in men. *Psychoneuroendocrinology*, *10*, 77–81.

Henss, R. (2000). Waist-to-hip ratio and female attractiveness. Evidence from photographic stimuli and methodological considerations. *Personality and Individual Differences*, *28*, 501–513.

Hönekopp, J., Bartholdt, L., Beier, L., & Liebert, A. (2007). Second to fourth digit length ratio (2D:4D) and adult sex hormone levels: new data and a meta-analytic review. *Psychoneuroendocrinology*, *32*, 313–321.

Lassek, W.D., & Gaulin, S.J.C. (2016). What makes Jessica Rabbit sexy? Contrasting roles of waist to hip size. *Evolutionary Psychology*, 1–6.

Martínez-Padilla, J., Pérez-Rodríguez, L., Mougeot, F., Ludwig, S., & Redpath, S.M. (2014). Intra-sexual competition alters the relationship between testosterone and ornament expression in a wild territorial bird. *Hormones and Behavior*, *65*(5), 435–444.

Mazur, A. (1985). A biosocial model of status in face-to-face primate group. *Social Forces*, *64*, 377–402.

Mazur, A. (2013). Biosocial model of status in face-to-face primate groups. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, *84*, 53–56.

Mazur, A., & Booth, A. (1998). Testosterone and dominance in men. *Behavioral and Brain Sciences*, *21*, 353–363.

Mehta, P.H., & Josephs, R. (2006). Testosterone change after losing predicts the decision to compete again. *Hormones and Behavior*, *50*, 684–692.

Mehta, P.H., & Josephs, R. (2007). *Testosterone*, in R. Baumeister & K.D. Vohs (Eds.9 Encyclopedia of Social Psychology. Thousand Oaks, CA: Sage.

Penton-Voak, I.S., & Chen, J.Y. (2004). High salivary testosterone is linked to masculine male facial appearance in humans. *Evolution and Human Behavior*, *25*(4), 229–241.

Pound, N., Penton-Voak, I.S., & Surridge, A.K. (2009). Testosterone responses to competition in men are related to facial masculinity. *Proceedings of the Royal Society of London B*, *276*(1654), 153–159.

Puts, D.A. (2010). Beauty and the beast: mechanisms of sexual selection in humans. *Evolution and Human Behavior*, *31*, 157–175.

Regan, P.C., Levin, L., Sprecher, S., Scott, C.F., & Cate, R. (2000). Partner preferences: What characteristics do men and women desire in their short-term sexual and long-term romantic partners? *Journal of Psychology & Human Sexuality*, *12*(3), 1–21.

Robins, R.W., Tracy, J.I., Trzesniewski, K.H., Potter, J., & Gosling, S.D. (2001). Personality correlates of self-esteem. *Journal of Research in Personality*, *35*, 463–482.

Rowe, R., Maughan, B., Worthman, C.M., Jane Costello, E., & Angold, A. (2004). Testosterone, antisocial behavior, and social dominance in boys: Puberal development and biosocial interaction. *Biological Psychiatry*, *55*, 546–552.

Rubinstein, R.P. (1977). Changes in self-esteem and anxiety in competitive and noncompetitive camps. *Journal of Social Psychology*, *102*, 55–57.

Salvador, A., Suay, F., Martínez-Sanchis, S., Simon, V.M., & Brain, P.F. (1999). Correlating testosterone and fighting in male participants in judo contests. *Physiology and Behavior, 68*, 205–209.

Schueltheiss, O.C., Dargel, A., & Rohde, W. (2003). Implicit motives and gonadal steroid hormones: effects of menstrual cycle phase, oral contraceptive use, and relationship status. *Hormones and Behavior, 43*, 293–301.

Sell, A., Cosmides, L., Tooby, J., Sznycer, D., von Rueden, C., & Gurvenm M. (2009a). Human adaptations for the visual assessment of strength and fighting ability from the body and face. *Proceedings of the Royal Society of London B, 276*, 575–584.

Sell, A., Tooby, J., & Cosmides, L. (2009b). Formidability and the logic of human anger. *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A, 106*, 15073–15078.

Singh, D. (2002). Female mate value at a glance: relationship of waist-to-hip ratio to health, fecundity and attractiveness. *Neuroendocrinology Letters, 23(4)*, 81–91.

Singh, D., & Singh, D. (2011). Shape and significance of feminine beauty: An evolutionary perspective. *Sex Roles, 64*, 723–731.

Stanton, S.J., Lienen, S.H., & Schultheiss, O.C. (2011). Testosterone is positively associated with risk taking in the Iowa Gambling Task. *Hormones and Behavior, 59*, 252–256.

Stevens, A., & Price, J. (2000). *Evolutionary Psychiatry: A new Beginning*, 2nd edn. Routledge, London.

Streeter, S.A., & McBurney, D.H. (2003). Wasit-hip ratio and attractiveness. New evidence and a critique of "a critical test". *Evolution and Human Behavior, 24*, 88-98.

Sugiyama, L. (2005). *Physical attractiveness in adaptationist perspective*. In D.M. Buss (Ed.), *The handbook of evolutionary psychology*. New York: Wiley.

Surbeck, M., Deschner, T., Schubert, G., Weltring, A., & Hohmann, G. (2012). Mate competition, testosterone and intrasexual relationships in bonobos, *Pan paniscus*. *Animal Behavior*, *83*(3), 659–669.

van der Meij, L., Almela, M., Buunk, A.P., Fawcett, T.W., & Salvador, A. (2012). Men with elevated testosterone levels show more affiliative behaviours during interactions with women. *Proceedings of the Royal Society of London B*. *1726*, 202–208.

Watkins, C.D., Jones, B.C., & DeBruine, L.M. (2010). Individual differences in dominance perception: dominant men are less sensitive to facial cues of male dominance. *Personality and Individual Differences*, *49*, 967–971.

Wilson, J.M.B. (2005). The relative contributions of waist-to-hip ratio and body mass index to judgments of attractiveness. *Sexualities, Evolution and Gender*, *7*, 245–267.

Wingfield, J.C., Hegner, R.E., Dufty Jr., A.M., & Ball, G.F. (1990). The 'challenge hypothesis': theoretical implications for patterns of testosterone secretion, mating systems, and breeding strategies. *The American Naturalist*, *136*, 829–846.

Wirth, M.M., & Schultheiss, O.C. (2007). Basal testosterone moderates responses to anger faces in humans. *Physiology and Behavior*, *90*, 496–505.

Wobber, V., Hare, B., Maboto, J., Lipson, S., Wrangham, R., & Ellison, P.T. (2010). Differential changes in steroid hormones before competition in bonobos and chimpanzees. *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A*, *107*, 12457–12462.

CAPÍTULO IV



Revisión

Testosterona y salud mental: una revisión



Javier I. Borráz-León^{a,b,*}, José J. Herrera-Pérez^c, Ana L. Cerda-Molina^a y Lucía A. Martínez-Mota^c

^a Departamento de Etología, Instituto Nacional de Psiquiatría «Ramón de la Fuente Muñiz», México D.F., México

^b Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, México D.F., México

^c Laboratorio de Farmacología Conductual, Instituto Nacional de Psiquiatría «Ramón de la Fuente Muñiz», México D.F., México

Cita: **Borráz-León, J.I., Herrera-Pérez, J.J., Cerda-Molina, A.L., y Martínez-Mota, L.A. (2015). Testosterona y salud mental: una revisión. *Psiquiatría Biológica*, 22 (2), 44-49. doi.org/10.1016/j.psiq.2015.10.005**

Testosterona y Salud Mental: Una Revisión

Testosterone and Mental Health: A Review

Javier I. Borráz-León^{1,2*}, José J. Herrera-Pérez³, Ana L. Cerda-Molina¹, Lucía A. Martínez-Mota³

¹Departamento de Etología, Instituto Nacional de Psiquiatría "Ramón de la Fuente Muñiz", México D.F., México.

²Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, México D.F., México.

³Laboratorio de Farmacología Conductual, Instituto Nacional de Psiquiatría "Ramón de la Fuente Muñiz", México D.F., México

email address: borraz@comunidad.unam.mx

*Correspondencia: Javier I. Borráz-León, Instituto Nacional de Psiquiatría "Ramón de la Fuente Muñiz", Calzada México-Xochimilco 101, Col. San Lorenzo Huipulco, Tlalpan 14370, México D.F., México. Tel.: 0155 41605109; fax: 0155 56559980.

Resumen

La testosterona es una hormona esteroide sintetizada a partir del colesterol en las células de Leydig de los testículos, y en menor concentración en las células de la teca del ovario y en la zona reticular de las glándulas suprarrenales. La testosterona interviene en la diferenciación testicular, cerebral y en el desarrollo de los caracteres sexuales primarios y secundarios. Además, modula la expresión de algunos comportamientos y rasgos de la personalidad, principalmente aquellos relacionados con el mantenimiento del estatus social y con la reproducción. Por ejemplo, altas concentraciones de testosterona están asociadas con una mayor agresividad, competitividad, dominancia, libido sexual, búsqueda de pareja, entre otras. No obstante, la testosterona también ha sido asociada con algunos padecimientos relacionados con la salud mental, entre los que se encuentran los trastornos del estado de ánimo (ansiedad, depresión y trastorno bipolar), psicóticos (esquizofrenia), y trastornos de la personalidad. El objetivo del presente estudio fue realizar una revisión exhaustiva acerca de las principales investigaciones al respecto y ofrecer un panorama general sobre el papel de la testosterona en la incidencia de estos trastornos.

Palabras clave: Testosterona, Salud Mental, Trastornos Mentales.

Abstract

Testosterone is a steroid hormone synthesized from cholesterol in the Leydig cells of the testes, and in lower concentrations in the theca cells of the ovary and the zona reticularis of the adrenal glands. Testosterone is involved in the differentiation of the brain and the testes and in the development of primary and secondary sexual characteristics. Also, this hormone modulates the expression of certain behaviors and personality traits, especially those related to the maintenance of social status and reproduction. For example, high levels of testosterone are associated with aggressiveness, competitiveness, dominance, sexual libido, seeking mate, etc. However, testosterone has also been associated with some disorders related to mental health, mainly the mood disorders (anxiety, depression and bipolar disorder), psychotic disorders (schizophrenia), and personality disorders. The aim of this study was to conduct an exhaustive review of the main research on the matter and to provide an overview on the role of testosterone in the incidence of those disorders.

Keywords: Testosterone, Mental Health, Mental Disorders.

Testosterona

La testosterona (4-androstene, 14 β ol, 3-ona) es una hormona esteroide de la familia de los andrógenos derivada del ciclopentanoperhidrofenantreno, está compuesta por 19 átomos de carbono, con grupos metilo en el carbono 10 y carbono 13, y con un grupo hidroxilo en el carbono 17,¹ (Figura 1). Esta hormona se sintetiza a partir del colesterol principalmente en las células de Leydig en los testículos, aunque también se sintetiza en las células de la teca del ovario y en menor concentración en la zona reticular de las glándulas suprarrenales.²

Durante la síntesis de la testosterona se pueden seguir dos rutas metabólicas: a) La ruta de la 17-hidroxi-pregnenolona (Δ 5), o b) la ruta de la 17-hidroxi-progesterona (Δ 4). En el testículo humano la ruta más importante es la Δ 5, mientras que en los roedores es la Δ 4,⁴ (Figura 2).

Los testículos también secretan, aunque en menores concentraciones, otro tipo de andrógenos como la androstenediona y la dehidroepiandrosterona (DHEA), precursores de la síntesis de testosterona, y la dihidrotestosterona (DHT), principal metabolito activo de la testosterona.

La testosterona ejerce dos tipos de efectos: 1) organizacionales, los cuales ocurren durante periodos críticos del desarrollo de los organismos, dando como resultado la diferenciación sexual en el cerebro y el desarrollo de las estructuras reproductivas, y 2) activacionales, los cuales son agudos, transitorios y comúnmente ocurren sobre los tejidos ya diferenciados. Aunque dependiendo del tejido, su efecto puede ser indirecto mediante la transformación a estradiol o DHT. En general, la testosterona ejerce efectos anabólicos en diversos órganos blanco, entre ellos el músculo y el hueso, participa en el mantenimiento de la espermatogénesis y en el desarrollo de caracteres sexuales secundarios masculinos

como el alargamiento de la laringe, el engrosamiento de las cuerdas vocales, el crecimiento del vello corporal, etc. En las mujeres, el efecto de los andrógenos es menos predominante, de hecho el exceso de éstos puede masculinizar algunos rasgos físicos, y producir por ejemplo hirsutismo, acné, interrupción del ciclo menstrual así como desarrollo de ovario poliquístico.

Testosterona y comportamiento

La testosterona estimula la expresión de diversas conductas tanto sexuales como no sexuales ^{5,6} mediante la unión a receptores intracelulares, a través de la modulación de los canales iónicos activados por ligando y mediante la interacción con algunos neurotransmisores.⁷ Además de los conocidos efectos anabólicos de la testosterona, esta hormona también tiene un papel importante en la modulación de algunos comportamientos y rasgos de la personalidad.⁸ Por ejemplo, durante algunas etapas del desarrollo –etapa embrionaria, la pubertad, etc.– la testosterona actúa sobre el Sistema Nervioso Central (SNC) para influir en la identidad de género, la personalidad, las habilidades cognitivas, la orientación sexual, etc.^{9,10}

De hecho, se han reportado diferencias sexuales en rasgos de personalidad y habilidades cognitivas, las cuales son dependientes de la exposición prenatal a la testosterona.¹⁰ Por ejemplo, la empatía, que se refiere a la capacidad de compartir la experiencia que otro expresa, se ha demostrado que puede ser reducida por la exposición prenatal de testosterona, este hecho podría explicar por qué los hombres son menos empáticos que las mujeres. Al respecto, Mathews y col.¹¹ mostraron que las mujeres con hiperplasia suprarrenal congénita, condición que se caracteriza por la secreción excesiva de andrógenos, tienen menor capacidad empática y mayor agresión, rasgos relacionados comúnmente con los hombres debido a su mayor concentración de testosterona.

Asimismo, la literatura muestra que hombres jóvenes que poseen una alta concentración de testosterona también presentan una mayor frecuencia de conductas tales como: agresión,^{12,13} inclinación por competir con otros individuos,¹⁴ aumento en la expresión de conductas riesgosas,¹⁵ mayor dominancia y mantenimiento del estatus social,¹⁶⁻¹⁸ incremento de la hostilidad hacia otros individuos,¹⁹ identificación de posibles competidores,²⁰ entre otras. Resultados similares han sido reportados también en mujeres con altas concentraciones de testosterona.^{21,22}

En general, los estudios previamente citados revelan el papel que ejerce la testosterona sobre la expresión de comportamientos considerados “normales” o “comunes” en los humanos y que están más relacionados con la personalidad competitiva y con la búsqueda de estatus social. Pero además, también existen investigaciones dedicadas al estudio de esta hormona en relación con algunos padecimientos asociados con la salud mental.^{23,24} En el presente escrito se discuten las principales investigaciones al respecto.

Salud mental y testosterona

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define a la salud mental como el estado de bienestar en el cual el individuo es consciente de sus propias capacidades, puede afrontar las tensiones normales de la vida, puede trabajar de forma productiva y fructífera y es capaz de hacer una contribución a su comunidad.²⁵

Dentro de los padecimientos que afectan a la salud mental podemos encontrar a los trastornos del estado de ánimo (ansiedad, depresión y trastorno bipolar), psicóticos (esquizofrenia), y trastornos de la personalidad.²⁶

Al respecto, la literatura en animales y humanos han mostrado asociaciones entre algunos de estos padecimientos y la concentración de testosterona cuantificada en suero y saliva.

Trastornos del estado de ánimo

Ansiedad, depresión y testosterona

La ansiedad y la depresión son trastornos comunes en la salud mental.²⁷ Estudios en roedores han revelado que, aquellos individuos que son tratados con testosterona antes de ser sometidos a una prueba conductual de agresión y cuidado parental, presentan una menor incidencia de conductas que sugieren ansiedad.²⁸ Contrariamente, ratones macho que presentan disfuncionalidad en el receptor a andrógenos, causada por una mutación espontánea tienen una mayor frecuencia de estas conductas.²⁹

De igual modo, estudios realizados en humanos han mostrado que la ansiedad y la depresión son evidentes en hombres con hipogonadismo, una condición asociada a una deficiente funcionalidad de las gónadas, el hipotálamo, o la hipófisis, lo que resulta en una baja secreción de testosterona.^{30,31} Reportes provenientes de hombres con cáncer de próstata tratados con fármacos que inhiben la síntesis de testosterona, sugieren que estos sujetos tienen una gran probabilidad de desarrollar dichos trastornos.³² Además, en hombres adolescentes el descenso de testosterona a lo largo del día, controlado por el ciclo circadiano, se relaciona con un incremento de ansiedad y de depresión.³³ (En la **Tabla 1** se resumen las principales investigaciones al respecto).

Asimismo, se ha mostrado que las mujeres tienen dos veces más probabilidad de presentar estos trastornos en comparación con los hombres.^{34,35} De hecho, la

concentración de testosterona en los hombres es nueve veces más alta que en las mujeres,^{7,36} lo que sugiere que la testosterona podría tener un efecto protector contra estos trastornos. Aunque hay algunas excepciones.^{24,37} Además, la evidencia clínica sugiere que la testosterona tiene un efecto ansiolítico y antidepresivo, lo que mejora el humor y la salud mental tanto en hombres como en mujeres. Sin embargo, los mecanismos neurobiológicos que subyacen a la relación entre la testosterona y la ansiedad, o entre la testosterona y la depresión son poco claros.²⁷

Tabla 1. Artículos relevantes sobre testosterona, depresión y ansiedad en humanos

Autores, año y número de identificación	Descripción de la muestra	Edad	Resultados
Shores et al. (2004) ³⁰	Hombres sanos n = 255 <hr/> Hombres con hipogonadismo n = 23	> 45 años	Mayor incidencia de depresión en hombres con hipogonadismo en comparación con hombres sanos ($x^2 = 6.0$, $p = 0.01$).
Zarrouf et al. (2009) ³¹	<i>Meta-análisis</i> n = 364 hombres		Tratamiento con testosterona disminuyó depresión en comparación con tratamiento placebo ($z = 4.04$, $p = < 0.0001$).
DiBlasio et al. (2008) ³²	Hombres con cáncer de próstata y algún trastorno mental n = 101	M = 71.7 años	Hombres tratados con fármacos inhibidores de andrógenos durante 87.4 meses fueron diagnosticados con depresión (n = 57, 56.4%) y ansiedad (n = 9, 8.9%).
Granger et al. (2003) ³³	Niños n = 106 <hr/> Niñas n = 107	M = 13.66 años	Niños con baja concentración de testosterona tuvieron mayores niveles de depresión y ansiedad ($p < 0.05$). <hr/> No hubo relación entre las concentraciones de testosterona y depresión o ansiedad en niñas ($p > 0.05$).
Seidman et al. (2001) ²⁴	Hombres diagnosticados con depresión y baja concentración de testosterona n = 32	M = 52.10 años	No se encontró diferencia en la disminución de los niveles de depresión entre hombres tratados con testosterona y aquellos tratados con un placebo ($p > 0.05$).
Kenny et al. (2003) ³⁷	Hombres con baja concentración de testosterona n = 11	M = 80 años	No se encontró diferencia en la disminución de los niveles de depresión entre hombres tratados con testosterona y aquellos tratados con un placebo ($p > 0.05$).

Trastorno bipolar y testosterona

El trastorno bipolar, formalmente conocido como enfermedad maniaco-depresiva, es un padecimiento del cerebro que causa ciclos extremos en el humor, energía, nivel de pensamiento y comportamiento de una persona. Este trastorno es usualmente caracterizado por episodios de manía y depresión, así como una combinación de ambos al mismo tiempo, llamado estado mixto.³⁸

Actualmente existen pocas investigaciones que estudien la relación entre la concentración de testosterona y este trastorno. Por ejemplo, Sher y col.⁷ mostraron que la concentración de testosterona estuvo altamente correlacionada con episodios maníacos e intentos de suicidio en pacientes con trastorno bipolar.

De igual forma, Sher y Landers³⁹ reportaron el caso de un hombre con hipogonadismo y con trastorno bipolar quien asesinó a su esposa poco tiempo después de habersele administrado una inyección de testosterona. Estos resultados sugieren que una alta concentración de testosterona se asocia con episodios maníacos así como agresivos, de manera similar a lo reportado previamente para hombres sanos.^{13,14} No obstante, aunque se trata de un solo caso clínico, éste indica la necesidad de continuar estudiando dicho trastorno, así como las dosis de testosterona que pueden ser administradas a los pacientes de modo seguro.

Por el contrario, se esperaría que en una persona con trastorno bipolar, los periodos depresivos estén asociados con una baja concentración de testosterona, de manera similar a la relación observada específicamente en los trastornos depresivos y de ansiedad.^{30,31,33} No obstante la relación entre la concentración de testosterona cuantificada a partir de muestras de saliva y la fluctuación entre periodos depresivos y maníacos en las personas con trastorno bipolar es muy compleja y aún faltan investigaciones que puedan explicar el mecanismo de acción.

Por ejemplo, en un estudio reciente Sher y col.⁴⁰ reportaron que la concentración de testosterona estuvo positivamente relacionada con el número de episodios depresivos e intentos de suicidio en mujeres con este trastorno. Lo que nos insta a pensar que el papel de la testosterona varía de acuerdo a múltiples factores, tales como el sexo del paciente, la edad, su historial clínico, rasgos de la personalidad, etc. (Vease **Tabla 2**).

Tabla 2. Artículos relevantes sobre testosterona y trastorno bipolar en humanos

Autores, año y número de identificación	Descripción de la muestra	Edad	Resultados
Sher et al. (2012) ⁷	Hombres con trastorno bipolar n = 16 <hr/> Mujeres con trastorno bipolar n = 51	18 – 75 años	Controlando por sexo, se encontró una correlación positiva entre la concentración de testosterona y los episodios maníacos (r = 0.32, p = 0.02).
Sher y Landers (2014) ³⁹	<i>Estudio de caso</i> Hombre con hipogonadismo y trastorno bipolar		Hombre con hipogonadismo que recibió una inyección de testosterona asesinó a su esposa. Altas concentraciones de testosterona podrían estar asociadas con el comportamiento homicida (<i>no se muestran valores estadísticos</i>).
Sher et al. (2014) ⁴⁰	Mujeres con trastorno bipolar n = 51	18 – 75 años	La concentración de testosterona se correlacionó positivamente con el número de episodios depresivos (r = 0.353, p = 0.014) y con el número de intentos de suicidio (r = 0.408, p = 0.003).

Esquizofrenia (psicosis) y testosterona

La esquizofrenia es un trastorno mental grave con un impacto profundo sobre los pacientes, sus cuidadores y la comunidad en general. La etiología de la esquizofrenia es desconocida. Sin embargo, se acepta que el desarrollo de la psicosis implica un impacto del estrés sobre una predisposición biológica, a esta hipótesis se le conoce como el modelo de estrés-vulnerabilidad.^{41,42} En los pacientes con esquizofrenia se pueden observar síntomas negativos como la apatía, el aislamiento social y la capacidad limitada de pensamiento y de expresión. También son comunes los síntomas positivos que incluyen delirios y alucinaciones.

Al respecto, algunas investigaciones han reportado diferencias sexuales en cuanto a la edad de inicio de la enfermedad, en el desarrollo de los síntomas y en los efectos secundarios del tratamiento. De hecho, la prevalencia y los síntomas de esta enfermedad son ligeramente más marcados en hombres que en mujeres.^{43,44} Estas diferencias sexuales han permitido proponer que la testosterona tiene un papel importante en el desarrollo de la enfermedad.

Por ejemplo, Akhondzadeh y col.⁴⁵ reportaron bajas concentraciones plasmáticas de testosterona total y testosterona libre en pacientes con síntomas negativos pero no con síntomas positivos. Resultados similares han sido mostrados por diversas investigaciones.⁴⁶⁻⁴⁹ Sin embargo otros estudios han reportado resultados nulos.⁵⁰ (En la **Tabla 3** se muestran las principales investigaciones al respecto).

Asimismo, algunas investigaciones han expuesto una relación positiva entre la concentración de DHEA –un precursor de testosterona–, la memoria verbal y la función ejecutiva en hombres con esquizofrenia.^{51,52}

En general se ha propuesto que variaciones en la concentración de testosterona pueden estar involucradas en algunos aspectos del comportamiento afectivo y del comportamiento social, así como en el desempeño cognitivo en pacientes con esquizofrenia.⁵⁰ Por lo que futuras investigaciones tendrán que tomar en cuenta las diferencias individuales en la concentración de testosterona en conjunto con múltiples variables biológicas, sociales y clínicas para tener un panorama más completo sobre la etiología de este trastorno.

Tabla 3. Artículos relevantes sobre testosterona y esquizofrenia en humanos

Autores, año y número de identificación	Descripción de la muestra	Edad	Resultados
Akhondzadeh et al. (2006)⁴⁵	Hombres con esquizofrenia n = 54 Hombres sanos (grupo control) n = 25	M = 34.25 años	Los síntomas negativos de la esquizofrenia estuvieron negativamente correlacionados con la concentración de testosterona total (0.71, p = 0.0001) y de testosterona libre (0.59, p = 0.0001).
Shirayama et al. (2002)⁴⁶	Hombres con esquizofrenia n = 28 Hombres sanos (grupo control) n = 13	M = 43.2 años M = 38.5 años	Los síntomas negativos de la esquizofrenia estuvieron negativamente correlacionados con la concentración de testosterona (0.54, p < 0.05).
Goyal et al. (2004)⁴⁷	Hombres con esquizofrenia (síntomas positivos) n = 5 Hombres con esquizofrenia (síntomas negativos) n = 5		Los pacientes con síntomas negativos tuvieron menores concentraciones de testosterona que los pacientes con síntomas positivos (p < 0.05).
Ko et al. (2007)⁴⁸	Hombres con esquizofrenia n = 35	M = 33.6 años	Los síntomas negativos se correlacionaron negativamente con la concentración de testosterona total (0.50, p = 0.002) y de testosterona libre (0.48, p = 0.003).
Sisek-Sprem et al. (2015)⁴⁹	Hombres con esquizofrenia n = 60 agresivos n = 60 no agresivos	18 – 40 años	Se encontró una correlación negativa entre la concentración de testosterona y los síntomas negativos en el grupo de pacientes no agresivos (p = 0.04).

Trastornos de la personalidad y testosterona

Los trastornos de la personalidad incluyen la exhibición de comportamientos, de pensamientos y de reacción más rígida, así como señales de inadaptación que suelen perturbar la vida personal, profesional y social de las personas que los padecen.⁵³

Al respecto, los estudios han revelado la existencia de una relación entre la concentración de testosterona, la agresión, la violencia, la personalidad antisocial y otros padecimientos asociados con los trastornos de la personalidad.^{13,14,54-57} (Ver **Tabla 4**). En general, la literatura sugiere que altas concentraciones de testosterona pueden ser usadas como predictoras de una amplia variedad de trastornos mentales y de personalidad.

Sin embargo, la investigación al respecto continúa y ahora se sabe que muchas de estas relaciones son mucho más complejas de lo que se creían en un inicio, debido a que intervienen una gran cantidad de factores biológicos, sociales, ambientales y psicológicos, por mencionar algunos.^{58,59}

De hecho es muy probable que más de una hormona esté involucrada en el desarrollo de alguno de los múltiples trastornos psiquiátricos. Por ejemplo, un estudio reciente mostró que algunos rasgos relacionados con los trastornos de la personalidad (p. ej., inestabilidad emocional, antipatía, etc.) estuvieron asociados de manera positiva con la concentración de testosterona, únicamente en aquellos individuos que tuvieron baja concentración de cortisol.⁶⁰ El cortisol es el principal glucocorticoide secretado por la corteza suprarrenal humana, el cual regula el metabolismo de la glucosa, la respuesta del organismo al estrés y suprime el crecimiento y diferenciación de los linfocitos T y B.⁶¹

Estos resultados sugieren que la interacción entre diversas hormonas podría explicar, de una manera más precisa, el desarrollo de algún trastorno mental.

Tabla 4. Artículos relevantes sobre testosterona y trastornos de la personalidad en humanos

Autores, año y número de identificación	Descripción de la muestra	Edad	Resultados
Batrinos (2012)¹³	<i>Artículo de Revisión</i> Hombres sanos		Hombres con mayores concentraciones de testosterona tienden a ser más agresivos (<i>no se muestran valores estadísticos</i>).
Archer (2006)¹⁴	<i>Artículo de Revisión</i> Hombre sanos		Altas concentraciones de testosterona facilitan comportamientos de competencia, incluyendo agresión (<i>no se muestran valores estadísticos</i>).
Tackett et al. (2014)⁶⁰	47 hombres adolescentes <hr/> 59 mujeres adolescentes	M = 16.01 años	Alta concentración de testosterona en conjunto con baja concentración de cortisol estuvieron asociadas con algunos trastornos de la personalidad, (egocentrismo: $p = 0.002$, impulsividad: $p < 0.001$, irritabilidad: $p < 0.001$, y labilidad emocional: $p < 0.001$).

Conclusión

La literatura muestra que la testosterona tiene un efecto sobre el comportamiento durante diferentes etapas del desarrollo por lo que es necesaria para el mantenimiento de la salud mental. En su mayoría, se ha descrito el efecto típico de esta hormona sobre las conductas relacionadas con la agresión, la dominancia, la competitividad, la libido, entre otras, las cuales varían entre

hombres y mujeres debido al dimorfismo sexual observado en la concentración de testosterona. En general estas conductas son más evidentes en los hombres que en las mujeres.

Asimismo, diversos estudios muestran que las variaciones en la concentración de testosterona se asocian con el desarrollo de diferentes trastornos mentales. Por ejemplo, una baja concentración de esta hormona ha sido asociada con el desarrollo de ansiedad, depresión y síntomas negativos en la esquizofrenia. Por otra parte, la alta concentración de testosterona se ha relacionado con episodios maníacos en individuos con trastorno bipolar y con diversos trastornos de la personalidad (p. ej., personalidad violenta, antisocial, etc.).

A pesar de las múltiples evidencias que relacionan a la concentración de testosterona con diversos trastornos en la salud mental, se piensa que la complejidad del fenómeno es mucho mayor, debido a que el número de variables que podrían estar involucradas es muy grande. No obstante, el conocimiento cada vez más profundo del papel de la testosterona en el desarrollo de estos trastornos permitirá crear alternativas de tratamiento en los que se tome en cuenta a esta hormona.

Conflicto de intereses

Los autores declararon no tener conflicto de intereses.

Referencias

1. Wilson JD. Androgen abuse by athletes. *Endocr Rev* 1988;9:2-5.
2. Dixon AF. *Primate Sexuality. Comparative Studies of the Prosimians, Monkeys, Apes and Human Beings.* Oxford University Press; 1998.
3. Cairns T, Siegmund EG, Savage TS. Structural determination of testosterone esters in oil injectables by thermospray mass spectrometry. *Pharm Biol* 1988;5(1):31-5.
4. Rojas Durán F, Manzo Denes J, Soto-Cid AH, Aranda-Abreu GE, Juárez Aguilar E, Coria-Ávila GA, Toledo Cárdenas R, Locia Espinoza J, Hernández Aguilar ME. El receptor a andrógenos en la fisiología prostática. *Revista Eneurobiologia* 2011;2(4):230511.
5. Nelson RJ. *An introduction to behavioral endocrinology.* 3rd Ed. Sunderland, MA: Sinauer Associates; 2005.
6. Boksem MAS, Mehta PH, Van den Verg B, van Son V, Trautmann ST, Roelofs K, Smidts A, Sanfey AG. Testosterone inhibits trust but promotes reciprocity. *Psychol Sci* 2013;24(11):2306-14.
7. Sher L, Grunebaum MF, Sullivan GM, Burke AK, Cooper TB, Mann JJ, Oquendo MA. Testosterone levels in suicide attempters with bipolar disorder. *J Psychiat Res* 2012;46(10):1267-1271.
8. Alvergne A, Jokela M, Faurie C, Lummaa V. Personality and testosterone in men from a high-fertility population. *Pers Individ Differ* 2010;49:840-44.

-
9. Ebinger M, Sievers C, Ivan D, Schneider HJ, Stalla GK. Is there a neuroendocrinological rationale for testosterone as a therapeutic option in depression? *J Psychopharmacol* 2009;23(7):841-53.
 10. Hines M. Sex-related variation in human behavior and the brain. *Trends Cogn Sci* 2010;14:448-56.
 11. Mathews GA, Fane BA, Conways GS, Brook C, Hines M. Personality and congenital adrenal hyperplasia: possible effects of prenatal androgen exposure. *Horm Behav* 2009;55:285-91.
 12. Carré JM, McCormick CM. Aggressive behavior and change in salivary testosterone concentrations predict willingness to engage in a competitive task. *Horm Behav* 2008;54:403-09.
 13. Batrinos ML. Testosterone and aggressive behavior in man. *Int J Endocrinol Metab* 2012;10(3):563-68.
 14. Archer J. Testosterone and human aggression: an evaluation of the challenge hypothesis. *Neurosci Biobehav R* 2006;30:319-45.
 16. Mazur A, Booth A. Testosterone and dominance in men. *Behav Brain Sci* 1998;21:353-63.
 17. van Honk J, Tuiten A, Verbaten R, van den Hout M, Koppeschaar H, Thijssen J, et al. Correlations among salivary testosterone, mood, and selective attention to threat in humans. *Horm Behav* 1999;36:17-24.
 18. Slatcher RB, Mehta PH, Josephs RA. Testosterone and self-reported dominance interact to influence human mating behavior. *Soc Psychol Personal Sci* 2011;0:1-9.

-
19. Hartgens F, Kuipers H. Effects of androgenic-anabolic steroids in athletes. *Sports Med* 2004;34(8):513-54.
 20. Borráz-León JI, Cerda-Molina AL, Hernández-López L, Chavira-Ramírez R, de la O-Rodríguez C. Steroid hormones and facial traits in the recognition of a potential rival in men. *Ethology* 2014;120(10):1013-23.
 21. Campbell A. Staying alive: Evolution, culture, and women's intrasexual aggression. *Behav Brain Sci* 1999;22:203-52.
 22. Campbell A. The evolutionary psychology of women's aggression. *Philos T Roy Soc B* 2013;368:20130078.
 23. Seidman SN, Walsh BT. Testosterone and depression in aging men. *Am J Geriatr Psychiatry* 1999;7(1):18-33.
 24. Seidman SN, Spatz E, Rizzo C, Roose SP. Testosterone replacement therapy for hypogonadal men with major depressive disorder: a randomized, placebo-controlled clinical trial. *J Clin Psychiatry* 2001;62:406-12.
 25. Vidal G. A modo de presentación. En: *Enciclopedia Iberoamericana de Psiquiatría*, Tomo I. Vidal G, Alarcón R, Lolas F. (Eds.). Editorial Médica Panamericana: Buenos Aires; 1995.
 26. Sandoval De Escurdia JM, Richard Muñoz MP. *La salud mental en México*. Servicio de Investigación y Análisis: División de Política Social;2004.
 27. McHenry S, Carrier N, Hull E, Kabbaj M. Sex differences in anxiety and depression: Role of testosterone. *Front Neuroendocrinol* 2014;35:42-57.

-
28. Raynaud J, Schradin C. Experimental increase of testosterone increases boldness and decreases anxiety in male African striped mouse helpers. *Physiol Behav* 2014;129:57-63.
29. Chen CV, Brummet JL, Lonstein JS, Jordan CL, Breedlove SM. New knockout model confirms a role for androgen receptors in regulating anxiety-like behaviors and HPA response in mice. *Horm Behav* 2014;65:211-18.
30. Shores MM, Sloan KL, Matsumoto AM, Mocerri VM, Felker B, Kivlahan DR. Increased incidence of diagnosed depressive illness in hypogonadal older men. *Arch Gen Psychiat* 2004;61:162-67.
31. Zarrouf FA, Artz S, Griffith J, Sirbu C, Kommor M. Testosterone and depression: systematic review and meta-analysis. *J Psychiatr Pract* 2009;15:289-305.
32. DiBlasio CJ, Hammett J, Malcolm JB, Judge BA, Womack JH, Kincade MC, Ogles ML, Mancini JG, Patterson AL, Wake RW, Derweesh IH. Prevalence and predictive factors for the development of de novo psychiatric illness in patients receiving androgen deprivation therapy for prostate cancer. *Can J Urol* 2008;15:4249-56.
33. Granger DA, Shirtcliff EA, Zahn-Waxler C, Usher B, Klimes-Dougan B, Hastings P. Salivary testosterone diurnal variation and psychopathology in adolescent males and females: individual differences and developmental effects. *Dev Psychopathol* 2003;15:431-49.
34. Kessler RC, Berglund P, Demler O, Jin R, Merikangas KR, Walters EE. Lifetime prevalence and age-of-onset distributions of DSM-IV disorders in the National Comorbidity Survey Replication. *Arch Gen Psychiat* 2005;62:593-602.

-
35. Bekker MH, van Mens-Verhulst J. Anxiety disorders: sex differences in prevalence, degree, and background, but gender-neutral treatment. *Gender Med* 2007;S178-S193.
 36. Molina PE. *Endocrine Physiology*. Blacklick, OH: McGraw-Hill Medical Publishing Division; 2006.
 37. Kenny AM, Fabregas G, Song C, Biskup B, Bellatonio S. Effects of testosterone on behavior, depression, and cognitive function in older men with mild cognitive loss. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2004;59:75-8.
 38. Kessler RC, Mc.Gonagle KA, Zhao S, Nelson CB, Hughes M, Eshleman S, Wittchen HU, Kendler K.S. Lifetime and 12-month prevalence of DSM-III-R psychiatric disorders in the United States. Results from the National Comorbidity Survey. *Arch Gen Psychiat* 1994;51:8-19.
 39. Sher L, Landers S. Bipolar disorder, testosterone administration, and homicide: A case report. *Int J Psychiatry Clin Pract* 2014;18 (3):215-16.
 40. Sher L, Grunebaum MF, Sullivan GM, Burke AK, Cooper TB, Mann JJ, Oquendo MA. Association of testosterone levels and future suicide attempts in females with bipolar disorder. *J Affect Disorders* 2014;166:98-102.
 41. Anderson NC. Schizophrenia: the fundamental questions. *Brain Res Rev* 2000;31:106-112.
 42. Mohammadi MR, Akhondzadeh S. Schizophrenia: etiology and pharmacotherapy. *IDrugs* 2001;4:1167-72.
 43. Aleman A, Kahn RS, Selten JP. Sex differences in the risk of schizophrenia: evidence from meta-analysis. *Arch Gen Psychiat* 2003;60:565-71.

-
44. Abel KM, Drake R, Goldstein JM. Sex differences in schizophrenia. *Int Rev Psychiatr* 2010;22:417-28.
45. Akhondzadeh S, Rezaei F, Larijani B, Nejatisafa AA, Kashani L, Abbasi SH. Correlation between testosterone, gonadotropins and prolactin and severity of negative symptoms in male patients with chronic schizophrenia. *Schizophr Res* 2006;84:405-10.
46. Shirayama Y, Hashimoto K, Suzuki Y, Higuchi T. Correlation of plasma neurosteroid levels to the severity of negative symptoms in male patients with schizophrenia. *Schizophr Res* 2002;58:69-74.
47. Goyal RO, Sagar R, Ammini AC, Khurana ML, Alias AG. Negative correlation between negative symptoms of schizophrenia and testosterone levels. *Ann NY Acad Sci* 2004;1032:291-94.
48. Ko Y, Jung S, Joe S, Lee C, Jung H, Jung I, Lee MS. Association between serum testosterone levels and the severity of negative symptoms in male patients with chronic schizophrenia. *Psychoneuroendocrino* 2007;32:385-91.
49. Sisek-Sprem M, Krizaj A, Jukic V, Milosevic M, Petrovic Z, Herceg M. Testosterone levels and clinical features of schizophrenia with emphasis on negative symptoms and aggression. *Nord J Psychiat* 2015;69(2):102-109.
50. Moore L, Kyaw M, Vercammen A, Lenroot R, Kulkarni J, Curtis J, O'Donnell MO, Carr VJ, Weickert CS, Weickert TW. Serum testosterone levels are related to cognitive function in men with schizophrenia. *Psychoneuroendocrino* 2013;38(9):1717-28.

-
51. Halari R, Kumari V, Mehrotra R, Wheeler M, Hines M, Sharma T. The relationship of sex hormones and cortisol with cognitive functioning in schizophrenia. *J Psychopharmacol* 2004;18:366-74.
52. Ritsner MS, Strous RD. Neurocognitive deficits in schizophrenia are associated with alterations in blood levels of neurosteroids: A multiple regression analysis of findings from a double-blind, randomized, placebo-controlled, crossover trial with DHEA. *J Psychiat Res* 2010;44:75-80.
53. Johnson SL, Leedon LJ, Muhtadie L. The dominance behavioral system and psychopathology: Evidence from self-report, observational and biological studies. *Psychol Bull* 2012;138:692-743.
54. Archer J. The influence of testosterone on human aggression. *Brit J Psychol* 1991;82:1-28.
55. Aromäki AS, Lindman RE, Peter Eriksson CJ. Testosterone, aggressiveness, and antisocial personality. *Aggressive Behav* 1999;25:113-23.
56. Räsänen P, Hakko H, Visuri S, Paanila J, Kapanen P, Suomela T, Tiihonen J. Serum testosterone levels, mental disorders, and criminal behavior. *Acta Psychiat Scand* 1999;99(5):348-52.
57. Coccaro EF, Beresford B, Minar P, Kaskow J, Geriocioti T. CSF testosterone: Relationship to aggression, impulsivity, and venturesomeness in adult males with personality disorder. *J Psychiat Res* 2007;41(6):488-92.
58. Lienesch SH, Josephs RA. It is not just about testosterone: physiological mediators and moderators of testosterone's behavioral effects. *Soc Personal Psychol Compass* 2010;4(11):982-94.

59. van Anders S. Social modulation of hormones. En *The Mind in Context*, New York, NY; 2010.

60. Tackett JL, Herzhoff K, Harden KP, Page-Gould E, Josephs RA. Personality X hormone interactions in adolescents externalizing psychopathology. *Personal Disord* 2014;5(3):235-46.

61. Kriegsfeld LJ, Silver R. The regulation of neuroendocrine function: Timing is everything. *Horm Behav* 2006;49:557-74.

CAPÍTULO V

Discusión general

El presente estudio provee evidencia sólida acerca de la plasticidad del comportamiento humano, y muestra que la elección de posibles rivales está determinada y regulada por factores endocrinos, ecológicos y de la personalidad, tales como la concentración de testosterona, la autoestima, la agresividad, y la evaluación física de posibles parejas y posibles rivales. En el presente estudio, no se encontró relación entre la decisión de competir y la concentración basal de testosterona. Sin embargo, la testosterona post-estímulo, la autoestima y la agresividad estuvieron relacionadas con una mayor probabilidad de elegir competidores en función de la calidad del motivador.

En la situación sin motivación, se encontró que la probabilidad de elegir hombres dominantes-masculinos como posibles rivales sexuales incrementó con altos puntajes de agresividad, aun cuando los hombres menos dominantes-masculinos fueron los más elegidos. La decisión de enfrentarse a los sujetos menos dominantes-masculinos es una elección ventajosa, pues la probabilidad de ganar ante un hombre que luce menos fuerte es mayor y por lo tanto, los costos son menores. En esta parte del estudio, la hipótesis planteada se cumplió de manera parcial, ya que la decisión de competir dependió únicamente de los puntajes de agresividad y no de las concentraciones basales de testosterona, el grado de autoestima, de competitividad, ni de la autoevaluación de dominancia-masculinidad.

En la situación con la motivación femenina, se encontró que los individuos tomaron la decisión de competir con un hombre muy dominante-masculino cuando tuvieron el estímulo visual de una mujer físicamente atractiva (con bajo cociente cintura-cadera). Además la agresividad, la autoestima, y la testosterona post-estímulo predijeron la decisión de competir con hombres dominantes-masculinos u

hombres no dominantes-masculinos con respecto al cociente cintura-cadera de las mujeres. En este sentido, los resultados apoyaron la segunda hipótesis y sugieren que una motivación para competir, en este caso, el acceso a una mujer físicamente atractiva, podría compensar la desventaja o el posible costo de enfrentarse al rival más dominante-masculino.

La autoestima, uno de las variables que predijeron la elección de competidores de acuerdo a la calidad del motivador, puede ser definida como la visión global de uno mismo (Frost y McKelvie, 2005), o como la evaluación emocional de uno mismo (Robins y col., 2001). Dada la importancia de este rasgo en la decisión para involucrarse en una competencia, podemos sugerir que la autoestima puede ser entendida como una adaptación evolutiva o como el resultado de una adaptación, la cual le ha permitido a los individuos que la poseen, incrementar los resultados positivos bajo circunstancias cruciales tales como: la elección de pareja, la competencia intrasexual, el incremento y mantenimiento del estatus social, etc.

En este sentido, la literatura ha mostrado resultados positivos, así como beneficios sociales, relacionados con altos puntajes de autoestima (p. ej., Rubinstein, 1977; Costea y col., 2010). De acuerdo con la Hipótesis Recalibracional, es posible proponer que los hombres que poseen autoestima alta pueden tener mayor confianza y ser más conscientes de sus capacidades físicas y mentales, de tal manera que podrían tomar mayor riesgo en una competencia intrasexual, especialmente cuando tienen la oportunidad de obtener recursos valiosos, estatus social alto, u otros beneficios sociales, en este caso una interacción con una mujer atractiva.

Uno de los principales problemas a los que se enfrentaron los ancestros humanos fue la capacidad de evaluar adecuadamente el “valor de pareja”. De acuerdo con

las teorías de selección sexual, el “valor de pareja” hace referencia al grado en el cual la presencia de una pareja incrementa el éxito reproductivo de un individuo (Singh, 2002). Por lo cual, se ha sugerido que a lo largo de la historia evolutiva del hombre se han producido mecanismos psicológicos que incrementaron la preferencia de ciertas características físicas femeninas durante la evaluación visual de una posible pareja sexual (Buss, 1994; Gangestad y Thornhill, 1997). Se ha propuesto que un cociente bajo de cintura-cadera, es decir, una relación del diámetro de la cintura con respecto al diámetro de la cadera cercano a 0.7 es utilizado como uno de los principales rasgos físicos asociados con un alto valor de pareja (Singh, 2002; Lassek y Gaulin, 2016).

Por ejemplo, Singh y Singh (2011) mostraron que un alto cociente cintura-cadera está asociado con una mayor mortalidad por enfermedades vasculares, enfermedades de la vesícula biliar, diabetes tipo 2, deterioro de la función pulmonar, desarrollo de carcinoma, ciclos anovulatorios y una baja fertilidad. De tal manera que, los hombres podrían encontrar una mayor motivación por involucrarse en una competencia por acceder a una pareja sexual que posea un bajo cociente cintura-cadera y, de esta manera, incrementar su aptitud biológica.

En este sentido, nuestros resultados muestran que la testosterona podría ser entendida como una hormona que ha regulado a través de la historia evolutiva de las especies, la expresión o inhibición de comportamientos de acuerdo con la influencia de la información que proviene de los conoespecíficos así como del contexto ecológico (Borráz-León y col., 2017), los cuales, en última instancia, podrían modular la evaluación y preferencia de rasgos físicos femeninos atractivos. De hecho, la expresión de cualquier conducta es el resultado de la interacción de variables hormonales, genéticas y ambientales (Durdiakova y col., 2011).

No obstante, gran parte de la investigación realizada en el campo de la neuroendocrinología de la conducta humana, ha utilizado una aproximación unidireccional, en donde es la alta concentración de testosterona la que promovería la expresión de la conducta. Sin embargo, la testosterona también puede fluctuar y ser modificada en respuesta a interacciones competitivas o en anticipación de algún otro tipo de conducta (Wingfield y col., 1990; Mazur y Booth, 1998; Archer, 2006). Estos antecedentes nos permiten sugerir que un bajo cociente cintura-cadera puede ser un estímulo motivador que modularía la concentración de testosterona e influiría sobre la elección de competidores.

Estas observaciones han conducido a algunos investigadores a especular que las fluctuaciones agudas de testosterona, en lugar de las concentraciones basales, podrían ser más relevantes para explicar el comportamiento (McGlothlin y col., 2007; Carré y col., 2011). En este sentido, la concentración de testosterona de la muestra post-estímulo podría estar relacionada con mecanismos neuronales y cognitivos que regulan conductas competitivas cuando el beneficio de involucrarse en dicha competencia es altamente valorado. Esto explica por qué, en el presente estudio, se observó que únicamente aquellos hombres con bajos puntajes de competencia intrasexual tuvieron una disminución en su concentración hormonal después de la prueba experimental.

Una de las grandes limitantes en el estudio de la endocrinología de la conducta humana, es el amplio desconocimiento de los mecanismos neuronales y fisiológicos mediante los cuales las hormonas regulan la conducta y, por el cual las hormonas son moduladas ésta. No obstante, se han realizados diversas aproximaciones provenientes de estudios con animales humanos y no humanos en cuanto a la relación entre la agresión (una conducta cercanamente relacionada con

la competitividad) y el SNC. Por ejemplo, estudios como los de Siegel y col. (2007) y Blair (2010) han mostrado que la activación de los receptores a andrógenos presentes en diversas estructuras del SNC como la amígdala media, el hipotálamo medio y el periacueducto gris modulan de manera positiva la expresión de la agresividad.

En el caso de los humanos, las investigaciones se han enfocado más en el papel de la Corteza Orbitofrontal (COF), una estructura asociada con la toma de decisiones y con la planificación de la conducta asociada con recompensa y castigo. Por ejemplo, se ha mostrado que la COF tiene conexiones neuronales con el hipotálamo (Nelson y Trainor, 2007), lo que permite proponer que la COF podría modular, de manera indirecta, la síntesis de testosterona a través de la síntesis de GnRH y por lo tanto la expresión de conductas relacionadas con la competitividad. Sin embargo, se desconoce si el resultado de una competencia o de un evento antagónico puede modificar la arquitectura de la COF, y a su vez, modificar las concentraciones de testosterona, y de ser así, se desconoce el tiempo en que podrían observarse dichas modificaciones.

Diversas investigaciones han calculado el tiempo promedio necesario para observar un cambio significativo de testosterona después de una competencia (entre 10 y 15 minutos aproximadamente). No obstante, estudios como los de Veldhuis e Iranmanesh (2004) han sugerido que el cambio observado en la concentración de testosterona después de una competencia es muy rápido como para ser mediado por el eje HHG, debido a que se ha mostrado que se necesitan de 40 a 70 minutos para observar una respuesta de este eje y por lo tanto de la testosterona. Por lo cual, los autores han sugerido que la respuesta rápida de la testosterona podría estar mediada por respuestas no genómicas de esta hormona, las cuales se ha mostrado son más rápidas, o por la secreción de algunos otros neurotransmisores

como las catecolaminas simpáticas. De hecho, se ha observado que cuando se administra clorisondamina, un bloqueador de catecolaminas, se inhibe el rápido incremento en la concentración de testosterona (Veldhuis e Iranmanesh, 2004).

En general, los mecanismos moleculares por los cuales actúa la testosterona se pueden resumir en dos vías. En la vía genómica clásica, la unión de la hormona con el receptor citoplasmático funciona como un factor de transcripción que regula la expresión de genes involucrados en la proliferación celular, la conducta, el metabolismo y la apoptosis. Mientras que en la vía no genómica, no está involucrada la transcripción ni traducción de genes, por lo que resulta en una respuesta más rápida que la vía genómica (Durdiakova y col., 2011). Dada la rapidez de las respuestas de la testosterona ante una competencia, resulta viable sugerir que éstas sean principalmente reguladas por vías no genómicas, aunque la vía genómica seguiría siendo importante en la planificación de conductas futuras. Sin embargo, es necesario continuar con las investigaciones para dilucidar los mecanismos fisiológicos y neuronales involucrados.

Con el conocimiento actual de las bases neuroendocrinas de la conducta, es posible proponer un esquema hipotético en donde se muestran las áreas del cerebro que podrían estar involucradas en la regulación genómica y no genómica de la testosterona y a su vez en la motivación para competir. Ver **Figura 4**.

Conclusiones

a) Un alto puntaje de agresividad promueve la elección de competidores dominantes-masculinos aún en ausencia de posibles beneficios.

b) La autoestima y la agresividad influyen en la decisión de competir con un individuo que posee rasgos muy masculinos cuando existe una motivación para competir, en este caso, una posible interacción con una mujer físicamente atractiva (con bajo cociente cintura-cadera).

c) La concentración de testosterona basal no está involucrada en la elección de un competidor, pero la elección de un competidor de acuerdo a la calidad del motivador sí puede modificar la concentración de testosterona.

Finalmente, se recomienda diseñar una situación en donde los hombres realmente tengan que competir para acceder a algún recurso valioso, esto con la finalidad de obtener validez ecológica y así poner a prueba las hipótesis sugeridas a lo largo del presente estudio.

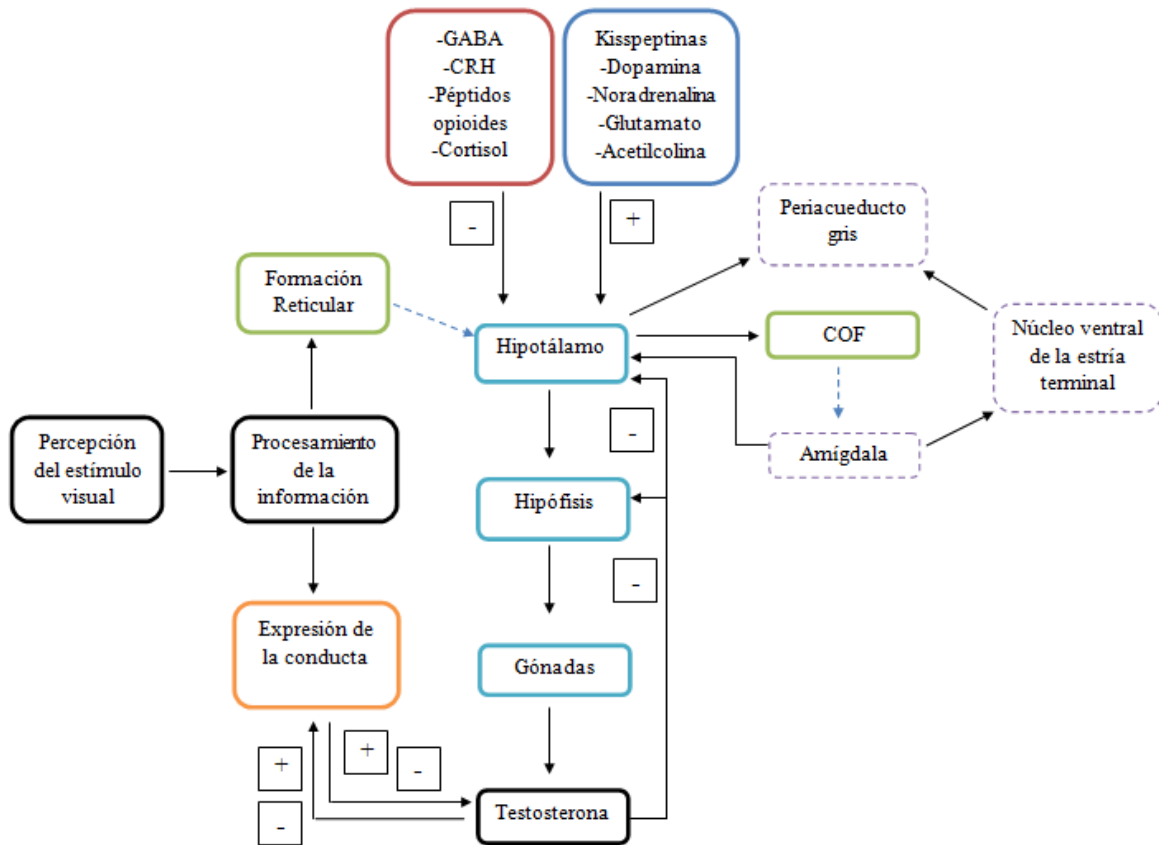


Fig. 4. Después de la percepción del estímulo, la información procesada por la Formación Reticular es enviada al hipotálamo lo que incrementa la actividad del eje Hipotálamo-Hipófisis-Gónadas (cuadros con línea continua azul) y, en consecuencia, aumenta la concentración de testosterona. El incremento de esta hormona regula la expresión de las conductas de competencia mediante efectos fisiológicos a través de mecanismos genómicos y no genómicos en diversas áreas cerebrales (cuadros con línea punteada morada). La concentración de testosterona es regulada de manera indirecta por diversos neurotransmisores y hormonas (cuadro con línea continua roja y cuadro con línea continua azul marino), así como por las mismas conductas (cuadro con línea continua naranja).

Literatura citada

- Alvergne, A.**, Jokela, M., Faurie, C., y Lummaa, V. 2010. Personality and testosterone in men from a high-fertility population. *Personality and Individual Differences*, 49: 840–844.
- Andersson, M.** 1994. Sexual Selection. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Archer, J.** 2006. Testosterone and human aggression: an evaluation of the challenge hypothesis. *Neuroscience and Biobehavioral Review*, 30: 319–345.
- Baker, M.D.** y Maner, J.K. 2008. Risk-taking as a situationally sensitive male mating strategy. *Evolution and Human Behavior*, 29: 391–395.
- Batrinós, M.L.** 2012. Testosterone and aggressive behavior in man. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, 10 (3): 563–568.
- Bellido, M.C.** 1999. *Reproducción en el varón*. En Fisiología Humana. Editado por Tresguerres J.A.F. Madrid, España: McGraw-Hill-Interamericana, 1033–1047.
- Blair, R.J.R.** 2010. Neuroimaging of psychopathy and antisocial behavior: a targeted review. *Current Psychiatry Reports*, 12: 76–82.
- Boksem, M.A.S.**, Mehta, P.H., Van den Verg, B., van Son, V., Trautmann, S.T., Roelofs, K., Smidts, A. y Sanfey, A.G. 2013. Testosterone inhibits trust but promotes reciprocity. *Psychological Science*, 24 (11): 2306–2314.
- Booth, A.** y Mazur, A. 2006. Testosterone and social behavior. *Social Forces*, 85 (1): 179–204.
- Borráz-León, J.I.**, Cerda-Molina, A.L. y Mayagoitia-Novales, L. 2017. Testosterone level changes after perceiving the body odour of a possible rival in human males: the role of facial symmetry. *Behaviour*, 154: 677–691.

-
- Borráz-León, J.I.**, Cerda-Molina, A.L., Choi, D. y Mayagoitia-Navales, L. 2018. Testosterone and intrasexual competition in men: is there any relation with digit ratio (2D:4D)? *Acta Ethologica*, <https://doi.org/10.1007/s10211-018-0284-9>
- Borráz-León, J.I.**, Cerda-Molina, A.L., Hernández-López, L., de la O-Rodríguez, C. y Chavira-Ramírez, R. 2014. Steroid hormones and facial traits in the recognition of a potential rival in men. *Ethology*, 120: 1013–1023.
- Bribiescas, R.G.** 2001. Reproductive ecology and life history of the human male. *American Journal of Physical Anthropology Supplement*, 33: 148–176.
- Buss, D.M.** 1994. *The Evolution of Desire: Strategies of Human Mating*. New York: Basic Books.
- Buss, D.M.** 1988. The evolution of human intrasexual competition: Tactics of mate attraction. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54(4): 616–628.
- Buunk, A. P.** y Massar, K. 2012. Intrasexual competition among males: Competitive towards men, prosocial towards women. *Personality and Individual Differences*, 52: 818–821.
- Byrnes, J.P.**, Miller, D.C. y Schafer, W.D. 1999. Gender differences in risk-taking: a meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 125: 367–383.
- Campbell, A.** 1999. Staying alive: Evolution, culture, and women's intrasexual aggression. *Behavioral and Brain Sciences*, 22: 203–252.
- Campbell, A.** 2013. The evolutionary psychology of women's aggression. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 368: 20130078.

Carré, J.M. y McCormick, C.M. 2008. Aggressive behavior and change in salivary testosterone concentrations predict willingness to engage in a competitive task. *Hormones and Behavior*, 54: 403–409.

Carré, J.M., McCormick, C.M. y Hariri, A.R. 2011. The social neuroendocrinology of human aggression. *Psychoneuroendocrinology*, 36: 935–944.

Carré, J.M., Putnam, S.K. y McCormick, C.M. 2009. Testosterone responses to competition predict future aggressive behavior at a cost to reward in men. *Psychoneuroendocrinology*, 34: 561–570.

Cerda-Molina, A. L. y Borráz-León, J.I. 2012. Testosterone: Physiological Effects, Dominance and Fluctuating Asymmetry. In Konstantin Chichinadze, Editor. *Testosterone: Biochemistry, Therapeutic Uses and Physiological Effects*. Nova Publishers, NY.

Costea, I., Palosa, R. y Munteanua, A. 2010. Competitive behavior and self-esteem – relevant factors that influence young couples' life. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 5: 398–402.

Cunningham, M.R., Barbee, A.P. y Pike, C.L. 1990. What do women want? Facial metric assessment of multiple motives in the perception of male facial physical attractiveness. *Journal of Personality and Social Psychology*, 59: 61–72.

Darwin, C. 1871. *The descent of man and selection in relation to sex*. London: John Murray.

Darwin, C. 1859. *On the origin of species*. New York: John Murray.

Diver, M.J., Imtiaz, K.E., Ahmad, A.M., Vora, J.P. y Fraser, W.D. 2003. Diurnal rhythms of serum total, free and bioavailable testosterone and of SHBG in middle-aged men compared with those in young men. *Clinical Endocrinology*, 58: 710–717.

Dixson, A.F. 1998. *Primate Sexuality. Comparative Studies of the Prosimians, Monkeys, Apes and Human Beings*. Oxford University Press, Oxford.

Durdiakova, J., Ostatnikova, D. y Celec, P. (2011). Testosterone and its metabolites –modulators of brain functions-. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 71: 434–454.

Ebinger, M., Sievers, C., Ivan, D., Schneider, H.J. y Stalla, G.K. 2009. Is there a neuroendocrinological rationale for testosterone as a therapeutic option in depression? *Journal of Psychopharmacology*, 23 (7): 841–853.

Frost, J. y McKelvie, S. 2005. The relationship of self-esteem and body satisfaction to exercise activity for male and female elementary school, high school, and university students. *Online Journal of Sport Psychology*, 7 (4): 36–49.

Gangestad, S.W., Thornhill, R. 1997. *Human Sexual Selection and Developmental Stability*. In: Simpson, J., Kenrick, D. Eds. *Evolutionary Social Psychology*. Mahwah: Erlbaum.

Hartgens, F. y Kuipers, H. 2004. Effects of androgenic-anabolic steroids in athletes. *Sports Medicine*, 34 (8): 513–554.

Hines, M. 2010. Sex-related variation in human behavior and the brain. *Trends in Cognitive Science*, 14: 448–456.

Huntingford, F. y Turner, A. 1987. *Animal conflict*. Chapman & Hall, London, 448 pp.

Josephs, R.A., Sellers, J.G., Newman, M.L. y Mehta, P.H. 2006. The mismatch effect: When testosterone and status are at odds. *Journal of Personality and Social Psychology*, 90: 999–1013.

Krebs, J. y Davies, N. 1993. *An Introduction to behavioural ecology*. 3rd edition. Oxford: Blackwell Scientific Publications.

Kronenberg, H.M., Memed, S., Polonsky, K.S. y Larsen, R. 2008. *Neuroendocrinology*. En Williams Textbook of Endocrinology. Elsevier, 138pp.

Lassek, W.D., Gaulin, S.J.C., 2016. What makes Jessica Rabbit sexy? Contrasting roles of waist to hip size. *Evolutionary Psychology*, 1–6.

Luoto, S. y Rantala, M.J. 2017. On estrogenic masculinization of the human brain and Behavior. *Hormones and Behavior*, 97: 1–2.

Mathews, G.A., Fane, B.A., Conways, G.S., Brook, C. y Hines, M. 2009. Personality and congenital adrenal hyperplasia: Possible effects of prenatal androgen exposure. *Hormones and Behavior*, 55: 258–291.

Matsunaga, M., Ukena, K., Tsutsui, K. (2002). Androgen biosynthesis in the quail brain. *Brain Research*, 948: 180–185.

Mazur, A. y Booth, A. 1998. Testosterone and dominance in men. *Behavioral and Brain Sciences*, 21: 353–363.

Mazur, A. 1973. A cross-species comparison of status in small established groups. *American Sociological Review*, 38: 513–530.

McGlothlin, J.W., Jawor, J.M. Ketterson, E.D. 2007. Natural variation in a testosterone-mediated trade-off between mating effort and parent effort. *The American Naturalist*, 170: 864–875.

-
- Mehta, P.** y Josephs, R. 2006. Testosterone change after losing predicts the decision to compete again. *Hormones and Behavior*, 50: 684–692.
- Mehta, P.H.** y Josephs, R.A. 2010. Testosterone and cortisol jointly regulate dominance: Evidence for a dual-hormone hypothesis. *Hormones and Behavior*, 58: 898–906.
- Motta-Mena, N.V.** y Puts, A. 2017. Endocrinology of human female sexuality, mating, and reproductive Behavior. *Hormones and Behavior*, 91: 19–35.
- Nelson, R.J.** 2005. *An introduction to behavioral endocrinology*, 3rd edn. Sunderland, MA: Sinauer Associates.
- Nelson, R.J.** y Trainor, B.C. 2007. Neural mechanisms of aggression. *Nature Reviews Neuroscience*, 8: 536–546.
- Parker, G.A.** 1974. Assessment strategy and the evolution of fighting behaviour. *Journal of Theoretical Biology*, 47: 223–243.
- Puts, D.A.** 2010. Beauty and the beast: mechanisms of sexual selection in humans. *Evolution and Human Behavior*, 31: 157–175.
- Regan, P.C.**, Levin, L., Sprecher, S., Scott, C. F. y Cate, R. 2000. Partner preferences: What characteristics do men and women desire in their short-term sexual and long-term romantic partners? *Journal of Psychology & Human Sexuality*, 12(3): 1–21.
- Robins, R.W.**, Tracy, J.I., Trzesniewski, K.H., Potter, J. y Gosling, S.D. 2001. Personality correlates of self-esteem. *Journal of Research in Personality*, 35: 463–482.

Rubinstein, R.P. 1977. Changes in self-esteem and anxiety in competitive and noncompetitive camps. *Journal of Social Psychology*, 102: 55–57.

Sell, A., Cosmides, L., Tooby, J., Sznycer, D., von Rueden C., y Gurven, M. 2009b. Human adaptations for the visual assessment of strength and fighting ability from the body and face. *Proceedings of the Royal Society of London, B*, 276: 575–584.

Sell, A., Tooby, J., y Cosmides, L. 2009a. Formidability and the logic of human anger. *Proceedings of the National Academy of Science*, 106 (35): 15073–15078.

Sher, L., Grunebaum, M.F., Sullivan, G.M., Burke, A.K., Cooper, T.B., Mann, J.J. y Oquendo, M.A. 2012. Testosterone levels in suicide attempters with bipolar disorder. *Journal of Psychiatric Research*, 46 (10): 1267–1271.

Siegel, A., Bhatt, S., Bhatt, R. y Zalcman, S.S. 2007. The neurobiological basis for development of pharmacological treatments of aggressive disorders. *Current Neuropsychopharmacology*, 5: 135–147.

Singh, D. 2002. Female mate value at a glance: relationship of waist-to-hip ratio to health, fecundity and attractiveness. *Neuroendocrinology Letters*, 23 (4): 81–91.

Singh, D. y Singh, D. 2011. Shape and significance of feminine beauty: An evolutionary perspective. *Sex Roles*, 64: 723–731.

Slatcher, R.B., Mehta, P.H. y Josephs, R.A. 2011. Testosterone and self-reported dominance interact to influence human mating behavior. *Social Psychological and Personality Science*, 0: 1–9.

Stanton, S.J., Mullette-Gillman, O.A., McLaurin, R.E., Kuhn, C.M., LaBar, K.S., Platt, M.L. y Huettel, S.A. 2011. Low -and high- testosterone individuals exhibit decreased aversion to economic risk. *Psychological Science*, 0: 1–7.

Stevens, A. y Price, J. (2000). *Evolutionary Psychiatry: A new Beginning*, 2nd edn. Routledge, London.

Tooby, J. y Cosmides, L. 1988. The evolution of war and its cognitive foundations. Institute for Evolutionary Studies Technical Report #88-1.

Trivers, R. 1972. Parental investment and sexual selection. In B. Campbell (Ed.), *Sexual selection and the descent of man: 1871-1971* (pp. 136-179) Chicago: Aldine.

van Anders, S. 2010. *Social modulation of hormones*. In *The Mind in Context*, New York, NY.

van Honk, J., Tuiten, A., Verbaten, R., van den Hout, M., Koppeschaar, H., Thijssen, J., et al. 1999. Correlations among salivary testosterone, mood, and selective attention to threat in humans. *Hormones and Behavior*, 36: 17-24.

Veldhuis, J.D. e Iranmanesh, A. 2004. Pulsatile intravenous infusion of recombinant human luteinizing hormone under acute gonadotropin-releasing hormone receptor blockade reconstitutes testosterone secretion in young men. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 89: 4474-4479.

von Rueden, C., Gurven, M. y Kaplan, H. 2011. Why do men seek status? Fitness payoffs to dominance and prestige. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 278: 223-2232.

Watkins, C.D., Jones, B.C. y DeBruine, L.M. 2010. Individual differences in dominance perception: dominant men are less sensitive to facial cues of male dominance. *Personality and Individual Differences*, 49: 967-971.

Weinbauer, G.F., Gromoll, J., Simoni, M., y Nieschlag, E. 1997. *Physiology of testicular function*. In: Nieschlag, E., Behre, H.M., ed. Male reproductive health and dysfunction. Berlin: Springer-Verlag; 25-57.

Wilson, J.D. 1988. Androgen abuse by athletes. *Endocrine Review*, 9: 2–5.

Wingfield, J.C., Hegner, R.E., Dufty, A.M. y Ball, G.F. 1990. The “Challenge Hypothesis”: Theoretical implications for the patterns of testosterone secretion, mating systems, and breeding strategies. *The American Naturalist*, 136: 829–846.

Wu, F.C., Tajar, A., Pye, S.R., Silman, A.J., Finn, J.D., O’Neill, T.W., Bartfai, G., et al. 2008. Hypothalamic-pituitary-testicular axis disruptions in older men are differentially linked to age and modifiable risk factors: the European male aging study. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 93 (7): 2737–2745.

Anexo:

Cuestionarios utilizados en la presente tesis

Cuestionario 1: Datos generales

Conteste según corresponda.

Edad

Peso

Altura

¿Actualmente estudia?

Escolaridad/Carrera:

¿Realiza algún tipo de deporte o actividad física?

Especifique cual:

¿Fuma? (al menos 1 cigarro al día)

¿Actualmente tiene pareja estable?

¿Toma algún tipo de medicamento para mejorar su desempeño sexual?

Cuestionario 2: Competencia intrasexual, 12 ítems, escala tipo Likert de 7 niveles (0 = totalmente irrelevante, 6 = totalmente relevante), (Buunk y Fisher, 2009).

Indique hasta qué punto está de acuerdo con cada oración.

1. No soporto encontrarme con otro hombre más atractivo que yo.

2. No soporto que las mujeres le presten más atención a mi amigo que a mí.

3. Tengo la tendencia a querer descubrir los defectos de los hombres que las mujeres encuentran atractivos.

4. Disfruto cuando en una fiesta las mujeres me prestan más atención a mí que a otros hombres.

5. Si yo fuera jefe de una empresa, no contrataría fácilmente a un hombre atractivo.

6. Tengo algo en contra de los hombres ambiciosos.

7. Tengo la tendencia a querer descubrir los defectos de los hombres que socialmente tienen mucho éxito.

8. Si yo fuera jefe de una empresa, no contrataría a un hombre muy competente.

9. Prefiero ser más gracioso y vivo que otros hombres.

10. Sólo quiero ser un poco mejor que otros hombres.

11. Siempre quiero ganarle a otros hombres.

12. No soporto si veo que otros hombres tienen una casa más bonita o un coche más bonito que la mía/el mío.

Cuestionario 3: Agresividad, 21 ítems, escala tipo Likert de 5 niveles (1 = Total desacuerdo, 5 = Total acuerdo), (Gallardo-Pujol y col., 2006).

Indique hasta qué punto está de acuerdo con cada oración.

1. Me gusta como soy.
 2. Hago enojar a mis mayores.
 3. Me siento fracasado.
 4. Estoy feliz de ser como soy.
 5. Si me enojo con un amigo(a) lo(a) insulto.
 6. Me siento bien cuando estoy con mi familia.
 7. Mi familia está decepcionada de mí
 8. Tengo una de las mejores familias del mundo.
 9. Soy muy lento para las tareas escolares.
 10. Soy tonto para hacer los trabajos escolares.
 11. Estoy orgulloso de mi trabajo escolar.
 12. Soy malo para muchas cosas.
 13. Me enojo cuando no puedo hacer lo que quiero.
 14. Estoy orgulloso de mí.
 15. Le echo la culpa a los demás de lo que no me sale bien.
 16. Pienso que mis padres serían felices si yo fuera diferente.
 17. Soy un buen amigo.
 18. Tengo una mala opinión de mi mismo.
 19. Me gustaría ser otra persona.
 20. Me gusta la forma en cómo me veo.
 21. Siento ganas de irme de mi casa.
-

Cuestionario 4: Autoestima, 12 ítems, escala tipo Likert de 5 niveles (1 = nunca, 5 = siempre), (Caso y col., 2011).

Indique hasta qué punto está de acuerdo con cada oración.

1...me doy cuenta que estoy en desacuerdo con los demás.

2... siento que la vida me ha tratado mal.

3... he amenazado a personas que conozco.

4... me pregunto porque me siento tan amargado.

5... tengo problemas para controlar mi mal genio.

6... mis amigos/as dicen que soy discutidor.

7... me enfado rápidamente aunque se me pasa deprisa.

8... si me provocan mucho puedo llegar a pegar a cualquiera.

9... no puedo evitar discutir con los que no están de acuerdo conmigo.

10... creo que siempre son los otros los que consiguen las mejores oportunidades.

11... hay personas que me hacen enfadar tanto que llegaríamos a los golpes.

12... me enfado mucho sin ninguna razón aparente.
