



# Neurobiología del Yoga: Eje Hipotálamo- Hipofisario-Adrenal y Modelos Explicativos

Lorena Troyano Montegordo

Tutora: Francisca María Vera Fernández

# Índice

<b>RESUMEN .....</b>	<b>3</b>
<b>1.- INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.- Antecedentes históricos .....</b>	<b>4</b>
1.1.a.- Origen de la práctica del Yoga.....	4
1.1.b.- El Yoga en occidente: Yoga como estilo de vida (meditación y religión) .....	7
<b>1.2.- Interés de la comunidad científica en la práctica del Yoga.....</b>	<b>8</b>
<b>2.- DESARROLLO DEL TEMA .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.- Introducción .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.- Metodología de búsqueda bibliográfica .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3.- ¿Qué es el Hatha-Yoga?, ¿cómo se practica?.....</b>	<b>15</b>
<b>2.4.- Hatha-Yoga y sus posibles efectos terapéuticos en el ámbito psicológico. Neurobiología de la respuesta de estrés .....</b>	<b>17</b>
<b>2.5.- La práctica del Yoga y sus efectos en el eje hipotálamo-hipofisario-adrenal (HHA): Aspectos neuroendocrinos .....</b>	<b>21</b>
2.5.a.- Efectos de la práctica del Yoga en el funcionamiento del eje HHA: Cortisol .....	23
2.5.b.- Efectos del Yoga en el funcionamiento del eje HHA: Dehidroepianedrosterona (DHEA) .....	32
<b>2.c.- Modelos neurobiológicos explicativos del efecto terapéutico del Yoga: ¿Por qué funciona el Yoga? .....</b>	<b>33</b>
2.c.1., Modelo genético .....	33
2.c.2.- Modelo fisiológico .....	34
2.c.3.- Teoría neurobiológica de la respiración .....	36
2.c.4.- Modelos neurobiológicos en vías de desarrollo .....	37
<b>3.- CONCLUSIONES .....</b>	<b>39</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>41</b>

## Resumen

El Yoga es considerado una de las disciplinas mente-cuerpo que mayores efectos terapéuticos ofrece en la actualidad. Actualmente, dicha práctica dista, en gran medida, de aquellos principios sobre los que fue fundada y difundida hasta nuestros días. La comunidad científica se plantea, cada vez con mayor grado de acuerdo, que la práctica del Yoga puede ser considerada como una terapia complementaria en el tratamiento de multitud de desórdenes y/o enfermedades físicas y psíquicas. Gran parte de dichos efectos terapéuticos del Yoga pueden explicarse por las modificaciones de corte neurobiológico que la práctica de esta disciplina ejerce en algunos sistemas corporales. En concreto, en el presente documento nos centraremos en la realización de una revisión actualizada de cómo la práctica de esta disciplina milenaria modifica el funcionamiento del Eje Hipotálamo-Hipofisario-Adrenal en diversas poblaciones: población sana, embarazadas, dolor crónico, cáncer y diabetes. Ciertamente, a día de hoy, el mecanismo exacto por el que la práctica del Yoga ejerce sus múltiples efectos terapéuticos es desconocido. Se recogen algunos modelos neurobiológicos propuestos para dar cuenta de cómo la práctica de esta disciplina modifica terapéuticamente el funcionamiento de algunos sistemas corporales. Finalmente, se exponen algunos aspectos críticos en referencia a la bibliografía recopilada así como aspectos a tener en cuenta en la investigación futura.

**Palabras claves:** Yoga, Hatha-Yoga, Cortisol, DHEA, modelos neurobiológicos.

## 1.- Introducción

### 1.1.- Antecedentes históricos

#### 1.1.a.- Origen de la práctica del Yoga

El Yoga es una práctica casi tan antigua como la civilización humana. Sus primeros rastros se encuentran en las ruinas prehistóricas del Valle del Indo, lo que se conoce actualmente como Pakistán; en este lugar se descubrieron grabados en los que se mostraban figuras sentadas en posición de Yoga (Stewart, 2005). Normalmente, se acepta que el Yoga es una disciplina nacida y desarrollada en la India aproximadamente en el año 3.000 a.C. Esta práctica nace ligada a la religión hindú (Field, 2009). De forma más concreta, dicha disciplina comprendería un conjunto de prácticas interpretadas como aquellas orientaciones descritas de forma precisa por la religión hindú para poder desarrollar las capacidades del hombre. Por lo tanto, el Yoga es entendido como un conjunto de técnicas de dominio del sí mismo y de meditación que en el hinduismo puede adoptar diferentes modalidades. Así, bajo el término “Yoga” se acogería toda instrucción o disciplina que iría encaminada hacia la liberación (Román, 1998).

La palabra *Yoga* deriva de una de las primeras denominadas “lenguas sagradas” hindúes conocida como *Sanskrit* (Field, 2009). Así pues, la palabra Yoga puede presentar diferentes acepciones. Dejando a un lado ciertos matices, tradicionalmente, esta palabra ha sido entendida como “unión”: unión con Dios o unión del alma con lo divino. De forma más concreta, la palabra Yoga poseería una doble connotación: por un lado significaría unir y, por otro lado, someter a un adiestramiento; por lo tanto y por definición general, el Yoga sería un método de adiestramiento en orden a conseguir una integración o unión. El Yoga clásico partiría de esta idea en tanto que defiende una metafísica dualista diferenciando así entre materia y espíritu (Smith, 2000).

Esta antigua disciplina mente-cuerpo fue difundida desde su lugar de origen hacia otros lugares orientales por diferentes practicantes, seguidores y filósofos. En concreto, fue el filósofo *Patañjali* quien escribió y difundió uno de los textos clásicos en dicha disciplina denominado “*Yoga-Sûtra*” (Zimmer, 1979). El contenido de la obra versaba sobre los ocho tipos de prácticas o habilidades que todo practicante de Yoga debiese adquirir de forma progresiva en orden a alcanzar la “concentración del espíritu”. A continuación, se exponen dichas habilidades de acuerdo con Vivekananda (1975):

- *Yama*. Traducido del *Sanskrit* como “disciplina”. Dicha disciplina deberá observarse en el pensamiento, en la palabra y en la obra del practicante.
- *Niyama*. Traducido como “control”. Este término acoge a una serie de disciplinas psicofísicas como son la purificación externa e interna, la satisfacción, el estudio y la adoración a Dios.
- *Asana*. Se entiende por dicho término el “sentarse de forma cómoda y agradable”. Estas serían las diferentes posturas o posiciones corporales que el practicante de Yoga adoptaría durante la realización de los ejercicios espirituales.
- *Prânâyâma*. Este término se traduce como “control del aliento”. En general, constituye el componente respiratorio de la práctica del Yoga.
- *Prâtyâhâra*. Entendido como “alejarse de”. Dicha habilidad consistiría en una especie de aislamiento sensorial respecto a los estímulos externos; es decir, consistiría en conseguir que la actividad sensorial del practicante de Yoga sea independiente de la estimulación que le llega desde el ambiente.
- *Dhâranâ*. “Concentración” o fijación de la atención sobre un objeto cualquiera, real o ficticio, ya sea este interior o exterior.
- *Dhyâna*. Cuando el practicante domina el *Dhâranâ* alcanza el *Dhyâna*; este sería entendido como el componente de tipo meditativo de la práctica del Yoga.
- *Samâdhi* o “fijación”. En este punto, la mente quedaría absorbida por el objeto en el que la atención ha sido anclada. El psiquismo queda ligado totalmente al objeto.

Finalmente, cuando el practicante de Yoga ha conseguido dominar todas y cada una de estas habilidades durante un largo periodo de tiempo conseguiría el fin último o culminación de todos sus esfuerzos. Este punto es conocido como la “iluminación”; así, la persona consigue un conocimiento que va más allá del razonamiento, este es de naturaleza metafísica. El practicante conocería la verdad última y queda entonces “iluminado”.

La mencionada disciplina desarrollada por el filósofo *Patañjali* constituiría lo que actualmente es conocido como Yoga Clásico que estaría basado a su vez en los ocho *Yoga-Sûtras* antes expuestos. Así pues, este tipo de Yoga comprende una serie de reglas y prácticas que, como se ha podido observar, quedan muy ligadas a los principios

de la religión hindú. No obstante, existirían varios tipos de Yoga, cada uno de ellos se centraría de forma más o menos concreta en cada uno de los mencionados *Yoga-Sûtras* (López, 1998).

A continuación se realiza una breve descripción de cada una de las variantes de la disciplina del Yoga que se pueden encontrar en la actualidad de acuerdo con Román (1998):

- **Mantra-Yoga:** Este tipo de práctica se centra, en líneas generales, en el sonido; defiende que todo aquello que hay dentro y fuera de nosotros es vibración o sonido. Su objetivo sería el de unificar la conciencia por medio de la recitación y el canto; se basaría en la contemplación de ciertos sonidos conocidos como “mantras”.
- **Râja-Yoga:** Esta práctica podría decirse que constituye el fin último o la meta superior de todos los demás tipos de Yoga. Es conocido como “el Yoga del dominio psíquico”. En él se dota de especial relevancia a la disciplina aplicada a lo moral, a lo psíquico y lo físico.
- **Hatha-Yoga:** Es uno de los tipos de Yoga más practicados en occidente y, por lo tanto, en el que nos centraremos posteriormente. En este tipo de Yoga se busca la autotransformación y la autotranscendencia a través de una intensa purificación física y el fortalecimiento del propio individuo.
- **Bhakati-Yoga:** Es el Yoga del amor y la devoción. Este se basa en el desarrollo de la afectividad para obtener acceso al plano superior de la conciencia. Así, los ejercicios espirituales realizados irían encaminados hacia Dios; además dichos ejercicios quedarían acompañados con música y oración. Es una de las ramas del Yoga menos conocida y practicada.
- **Karma-Yoga:** Este tipo de Yoga nos ofrece el propio oficio como una forma o vía para descubrir quiénes somos. Es el Yoga de la vida cotidiana y la acción. El único beneficio extraído de su práctica es el de la influencia de nuestra actividad diaria sobre nuestro psiquismo.
- **Jñâna-Yoga:** Esta práctica queda reservada para los intelectuales puros. Utiliza determinadas estrategias para ejercer su acción sobre la conciencia. Se basa en la meditación y en la sabiduría a través de la autoobservación y la conciencia.

- Otros tipos de Yoga que se practican de forma menos frecuente serían el Laya-Yoga, Kriyâ-Yoga, Nâda-Yoga, Sidda-Yoga, Tantra-Yoga o Kundalini-Yoga. Cada una de estas prácticas utilizaría diferentes métodos en orden a conseguir objetivos concretos.

### **1.1.b.- El Yoga en occidente: Yoga como estilo de vida (meditación y religión)**

Hoy en día es el estrés una de las grandes enfermedades de la sociedad occidental moderna debido a las múltiples consecuencias que este tiene sobre la salud. Entre algunas de ellas nos encontramos: el aumento de la presión arterial (con el consecuente riesgo de accidente cardíaco de diversa índole), insomnio, dolores de cabeza, ansiedad y depresión, entre otros (Gothe et al., 2016). Ante el padecimiento de los efectos del estrés en sus múltiples variantes, cada vez más personas optan por poner freno a dicha situación. De entre todas las estrategias llevadas a cabo en occidente para paliar los efectos del estrés, una de las prácticas más elegidas son las disciplinas mente-cuerpo, entre las que se encuentran de forma claramente predominante el Yoga (Lauricella, 2016).

Tradicionalmente, el Yoga ha sido una práctica inherente a la religión, sobre todo cuando esta era practicada en su lugar de origen. En la actualidad, al hablar de Yoga, no entendemos a esta como una práctica ligada a una religión pese a que en su origen así lo fuese. Así, Lauricella, (2016) encontró tras una extensa revisión bibliográfica de artículos científicos en los que se hablaba de la práctica de dicha disciplina en occidente, que en un 87% de los artículos consultados se entendía el Yoga como una práctica no religiosa, frente a sólo un 13% de los artículos en los que sí se hacía referencia al Yoga como una práctica ligada a la religión. Por lo tanto, y de acuerdo con Bond et al., (2009), a pesar de que en su origen el Yoga y/o la Meditación eran prácticas o ejercicios de naturaleza espiritual, en el occidente se han convertido principalmente en estrategias terapéuticas complementarias para aliviar una gran variedad de problemas relacionados con la salud.

Como ya se ha dejado ver en párrafos anteriores, en occidente, es el Hatha Yoga una de las variantes del Yoga más conocidas y practicadas (Muñoz, 2016). Es por ello que, posteriormente, describiremos este tipo de práctica de forma detallada.

## 1.2.- Interés de la comunidad científica en la práctica del Yoga

El interés científico en relación con el Yoga se remonta a varios años atrás, ya que desde hace bastante tiempo se intenta concretar algunos de sus aspectos terapéuticos de forma científica (véase Figura 1).

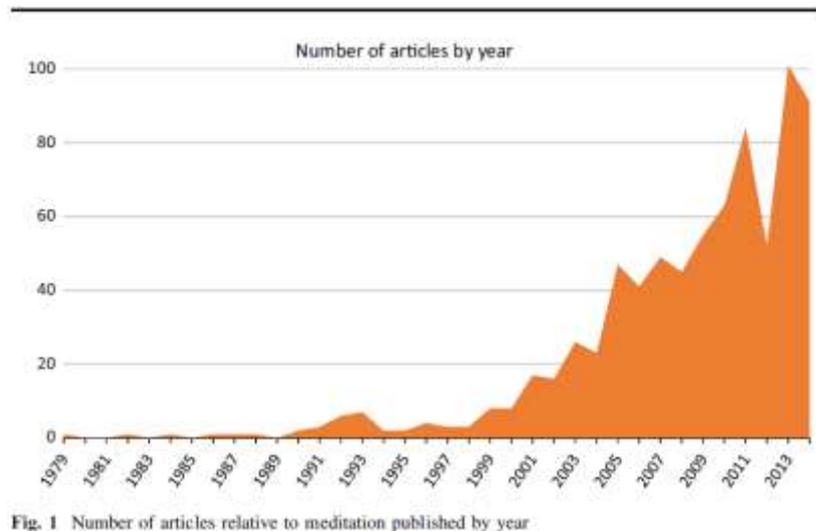


Figura 1.- Número de artículos publicados en relación al Yoga y la Meditación desde Septiembre de 1979 hasta Septiembre de 2014. Tomado de Lauricella, (2016).

Actualmente, se comienzan a aceptar técnicas alternativas con fines terapéuticos dentro de la práctica de la medicina y la psicología (Barnett y Shale, 2012). Así pues, el Yoga ha sido una de las primeras técnicas mente-cuerpo en verse ampliamente aceptada en su uso para el cuidado de la salud en diversos países (Park, 2013).

De acuerdo con la evidencia que los datos aportan, el Yoga resulta, de forma clara, muy eficaz en la mejora del padecimiento de enfermedades físicas tales como enfermedades óseas (Lu et al., 2016), musculares (Ross y Thomas, 2010), de origen metabólico (diabetes tipo II) (Singh, Khandelwal y Sherpa, 2014) y palia la sintomatología asociada al cáncer (Galliford et al., 2017; Bower et al., 2014). Además, dicho efecto terapéutico parece manifestarse a nivel interno del organismo por lo que es de gran interés para la comunidad científica el determinar su potencia y diversidad en cuanto a las modificaciones que produciría en la actividad fisiológica. No es hasta ahora que se

está intentando comprender cómo influye el Yoga sobre las glándulas de secreción interna o sobre el psiquismo. Por lo tanto, la comunidad científica se enfrenta al reto de hacer explícitos estos fenómenos mencionados derivados de una práctica con milenios de experiencia y antigüedad (Jacquemart y Elkefi, 1994). Desde esta óptica, el interés científico en dicha disciplina milenaria recaería en cómo pueden verse modificados diferentes sistemas corporales que van a influir de forma decisiva en el comportamiento mostrado por el sujeto que lo practica. Consecuentemente, el interés científico se ha ido trasladando desde el ámbito físico al psíquico (Field, 2009); la comunidad científica se ha interesado en conocer los efectos del Yoga a nivel neurobiológico; es decir, los esfuerzos de esta comunidad irían en la dirección de determinar qué ocurre dentro del cerebro de la persona que practica Yoga para que se produzcan ciertos cambios en su comportamiento y cognición tales como la modulación emocional y la reducción de la sintomatología asociada al estrés (Rocha et al., 2012). Por otro lado, parte del interés en la neurobiología del Yoga reside en la insatisfacción sentida por las personas que padecen algunos trastornos psicológicos (como ansiedad o depresión) ante el actual repertorio de tratamientos psicofarmacológicos ya que existen datos a favor de la efectividad de este tipo de prácticas en multitud de trastornos de esta naturaleza (Pascoe y Bauer, 2015). (Véase Figura 2).

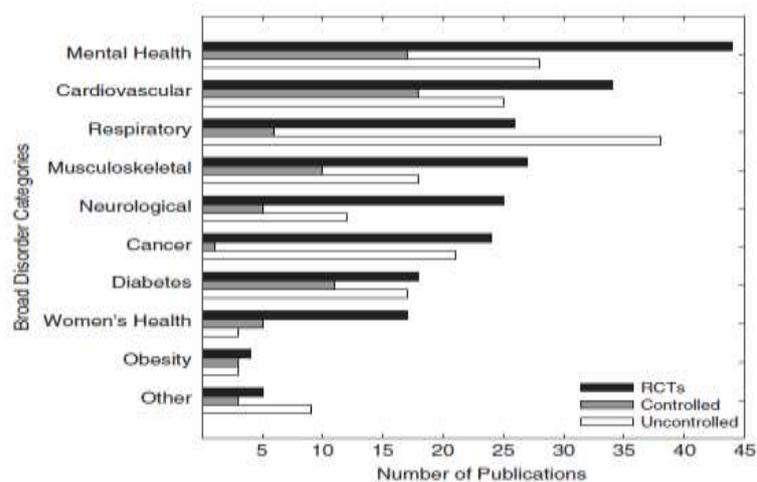


Figura2.- Publicaciones sobre los efectos del Yoga clasificadas según al trastorno psíquico o físico al que hacen referencia. Publicaciones comprendidas entre los años 1967 y 2013 (n=477). Tomado de Jeter et al., (2015).

De forma algo más concreta, los efectos psicobiológicos de la práctica del Yoga parecen repercutir en cambios en el funcionamiento del Sistema Nervioso Simpático y

del Eje Hipotálamo-Hipofisario-Adrenal (HHA en adelante) reduciendo o modulando la respuesta de estrés por parte del sujeto (Butzer, et al., 2014). Así pues, en base a la evidencia científica observada y acumulada hasta el momento, el objetivo del presente escrito será el de realizar una revisión bibliográfica actualizada sobre la neurobiología de la práctica del Yoga; concretamente, nos centraremos en sus efectos en el Eje HHA (donde se han incluido artículos desde el año 2010 en adelante) y en exponer algunos modelos explicativos de corte neurobiológico en los que se intenta dar cuenta de cómo dicha práctica mente-cuerpo ejerce sus múltiples efectos terapéuticos.

## **2.- Desarrollo del tema**

### **2.1.- Introducción**

Como bien expone la Organización Mundial de la Salud (OMS), la salud consiste en el bienestar físico, psíquico, social y espiritual. Actualmente, aquellos tratamientos encaminados a conseguir el bienestar físico parecen ser bien conocidos y la población general está bastante concienciada en que gozar de una buena salud conlleva la ausencia de enfermedad física. Sin embargo, aún no se puede afirmar que el ámbito de la salud psíquica esté totalmente cubierto y los usuarios de los sistemas de salud estén plenamente satisfechos con las intervenciones que, como norma general, se proponen como primera opción de tratamiento (Kulkarni y Bera, 2009). Ciertamente, la enfermedad de origen psicológico no puede ser tratada meramente a nivel orgánico; existe la necesidad de encontrar soluciones de corte psicológico/espiritual que devuelva el equilibrio al funcionamiento de la psique (Cohen, 2011). Quizá debido a la situación expuesta, en la actualidad, son aquellos trastornos relacionados con el estrés psíquico aquellos que encabezan las listas de causas de incapacidad laboral o de otro tipo a nivel mundial. Los tratamientos prescritos por los sistemas de salud en atención primaria no consiguen, en una buena parte de los individuos afectados, la mejoría de sus síntomas y el retorno a sus responsabilidades de la vida cotidiana (Pascoe y Bauer, 2015).

La mayoría de los individuos que padecen trastornos derivados del estrés crónico como son, principalmente, trastornos de ansiedad y depresivos, buscan terapias alternativas a las que su sistema de salud les ofrece. De acuerdo con Da Silva, Ravindran y Ravindran, (2009), las razones que exponen los sujetos que padecen trastornos derivados del estrés para la utilización de terapias alternativas a las comúnmente prescritas son, entre otras: (a).- la preferencia por terapias donde el sujeto afectado ofrece un perfil activo frente a la intervención clínica donde el paciente es meramente el receptor del tratamiento acotando la libertad de decisión de este, (b).- el percibir una mejoría mucho más gratificante que la percibida por la medicación ya que los beneficios obtenidos pueden ser extrapolables a otros ámbitos de la vida del sujeto y (c).- el hecho de que, como norma general, las terapias alternativas ofrecen un perfil nulo de efectos secundarios en contraposición con la medicación convencional.

Se conoce como Medicina Complementaria y Alternativa a aquel grupo diverso de técnicas médicas y, en definitiva, de cuidado de la salud que, de forma general no están consideradas como parte de la medicina convencional. Las disciplinas que forman parte de este grupo se clasificarían, a grandes rasgos, en: productos naturales (vitaminas, minerales e hierbas medicinales), técnicas manipulativas corporales (donde podría destacar la Masaje-Terapia) y técnicas mente-cuerpo (donde se encuentran la Meditación y el Yoga) (Park, 2013).

De acuerdo con el *National Institute of Health* (NIH), (2011), en el año 2009, las estadísticas internacionales de cuidado de la salud mostraban que un 55% de todos aquellos individuos participantes afirmaban creer que el uso de algunas de las técnicas bajo el término “Medicina Complementaria Alternativa” unida a la práctica médica convencional mejoraban de forma significativa algunos trastornos psicológicos tales como la ansiedad y la depresión. Además, de acuerdo con la misma entidad, los adultos residentes en los Estados Unidos gastaron en el año 2007 de forma estimada unos 33,9 billones de dólares en tratamientos acogidos bajo el término de Medicina Complementaria y Alternativa.

Actualmente, existe mayor evidencia empírica sobre la efectividad de algunas de las técnicas mencionadas en relación a la mejora de los síntomas derivados del padecimiento de estrés que de otras, siendo el Yoga en general, y el Hatha Yoga, en particular una de las terapias con mayor respaldo empírico (Pascoe y Bauer, 2015). Sin embargo, pese a la multitud de datos que avalan la eficacia del Hatha Yoga en la regulación de la respuesta de estrés, los mecanismos psicobiológicos por los que dicha práctica ejerce su efecto terapéutico en la regulación emocional son, a día de hoy, aún desconocidos (Butzer et al., 2015).

Normalmente trastornos de ansiedad y depresivos son comórbidos; ciertamente, ambos comparten etiología y mecanismos neurobiológicos. Las últimas investigaciones respecto a la etiología de la ansiedad y la depresión los sitúan en dos extremos de un mismo continuo. De esta forma, ambos trastornos quedarían ligados estructural y funcionalmente. A pesar de que, como se ha mencionado anteriormente, los mecanismos neurobiológicos por los que el Hatha Yoga ejerce su efecto terapéutico en dichos trastornos es a día de hoy desconocido, sabemos, que dicho mecanismo de acción terapéutica deberá estar relacionado con aquellas estructuras responsables de la

etiología de los trastornos derivados del estrés; en concreto, relacionado con diversas regiones cerebrales que intervienen en la respuesta de estrés y en la regulación emocional (Lim y Cheong, 2015).

El primer estudio científico en el que se concluía que el Yoga poseía efectos terapéuticos en la modulación de la respuesta del estrés fue elaborado por Girodo (1974); desde entonces hasta nuestros días, la mayoría de estudios que son planteados tienen como objetivo concretar la forma exacta en la que el Yoga ejerce su efecto terapéutico a nivel neurobiológico. Para ello, en primer lugar, se deberá conocer con exactitud en qué sistemas neurobiológicos opera la respuesta de estrés; así, se podrán concretar los límites dentro de los cuáles el Yoga ejercerá su efecto terapéutico (Pascoe y Bauer, 2015). Por otro lado, Da Silva, Ravindran y Ravindran, (2009) recogen en un estudio de corte metaanalítico los efectos beneficiosos de la práctica del Hatha Yoga en la regulación de los trastornos del humor y llegan a concluir que la práctica de dicha disciplina llega a ser al menos tan eficaz como lo sería el uso de un tratamiento psicofarmacológico en trastornos de esta naturaleza.

Por lo tanto, en consonancia con los datos previamente presentados, la práctica del Hatha Yoga parece tener un alto potencial terapéutico en la regulación del estrés y en la disminución de los síntomas derivados del mismo. Actualmente, el sistema de respuesta neurobiológico del estrés es bien conocido y está descrito con detalle, por ello, las principales vías de investigación tratan de, partiendo del funcionamiento básico de dicho sistema, determinar qué cambios se producen en el mismo en un sujeto que practica de forma habitual dicha disciplina milenaria. A continuación, mediante una búsqueda sistemática a modo de revisión bibliográfica, expondremos qué posibles aplicaciones puede tener la práctica del Hatha Yoga dentro del ámbito psicológico y, partiendo de la descripción del sistema psicobiológico de respuesta al estrés, cómo influye y modifica la práctica de dicha disciplina la función del que se considera, sin lugar a dudas, su componente principal: el eje HHA.

## **2.2.- Metodología de búsqueda bibliográfica**

En orden a conseguir el objetivo que se propone en el presente documento, se realizó una búsqueda bibliográfica sistematizada en diversas bases de datos. En este

caso se utilizó *PsycInfo* y *Pubmed*. Se seleccionaron publicaciones desde el año 2010 en adelante (a excepción de aquellos documentos en los que se relataba la historia u origen de la disciplina del Yoga ya que debido a la poca variabilidad de la historia de la misma, se utilizaron documentos publicados bastantes años atrás). Se utilizaron diversas palabras claves dependiendo del objetivo específico de la búsqueda bibliográfica. Así, se utilizaron durante toda la búsqueda las palabras claves generales *Yoga* y *Hatha Yoga*. Para la búsqueda bibliográfica de los efectos del Hatha Yoga sobre el Eje HHA se utilizaron las palabras claves generales antes mencionadas más otras más específicas tales como *stress*, *chronic stress*, *cortisol*, *catecholamines* y *psychoneuroendocrinology*. Por otro lado, para la realización de la búsqueda bibliográfica de los modelos explicativos de corte neurobiológico sobre cómo funciona el Yoga se utilizaron las palabras claves generales antes expuestas unidas a las palabras claves específicas: *methodology*, *stress reduction*, *neurobiology*, *therapeutic effect* y *homeostasis*.

Finalmente, se seleccionaron todas aquellas publicaciones que resultaron ser revisiones bibliográficas y artículos de naturaleza experimental, en todo caso, con la presencia de un grupo control y muestra aleatorizada. Aquellos artículos de caso único, de grupos no aleatorizados y de estudios pilotos fueron excluidos del análisis.

Después de la realización de la amplia búsqueda bibliográfica, un total de 89 artículos fueron seleccionados y consultados. Entre ellos, 24 eran relacionados con la historia de la disciplina y 36 estaban relacionados con el efecto del Yoga en el Eje HHA. Se incluyeron 29 artículos catalogados como “mixtos” pues contenían información relevante pero no podían categorizarse de forma específica de acuerdo a los objetivos de la búsqueda. Finalmente, se citaron un total de 68 artículos en el presente documento escrito.

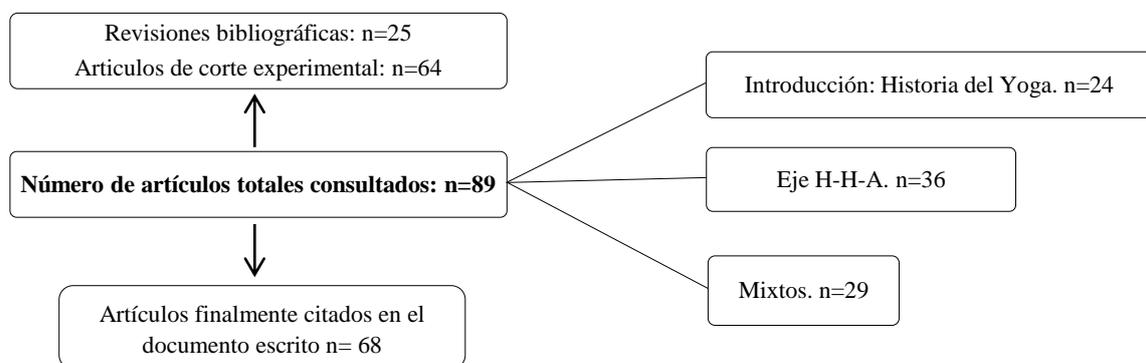


Figura 2.- Clasificación de la muestra obtenida tras el proceso de búsqueda bibliográfica.

### 2.3.- ¿Qué es el Hatha-Yoga?, ¿cómo se practica?

Como hemos mencionado en ocasiones anteriores, el Hatha Yoga ha resultado ser una de las disciplinas mente-cuerpo (encuadrada bajo lo conocido como Medicina Complementaria y Alternativa) que mayor evidencia empírica recoge a favor de su efecto terapéutico en la mejora de la sintomatología del padecimiento de estrés continuado y trastornos asociados (Park, 2013). Debido a su ya mencionado potencial terapéutico, se considera relevante entender cómo se practica para, posteriormente, poder acercarnos a sus repercusiones a nivel neurobiológico.

La palabra *Hatha* puede ser traducida del *Sanskrit* como “vigoroso” o “fuerza”. Esta disciplina difundida por el filósofo *Patañjali* conseguiría poner en funcionamiento los centros de energía psíquica (conocido como *cakras*) para dejar emerger la energía espiritual (*kundalini*) a la conciencia y así conseguir la autotransformación del individuo por medio del fortalecimiento propio y de una intensa purificación física (Román, 1998). Llevado a la práctica, el Hatha Yoga quedaría descrito por la combinación de los diferentes aspectos que a continuación se exponen de acuerdo con Trökes (2002):

- *Asanas*: Posturas que adopta el cuerpo en orden a ejercer una influencia positiva en la totalidad de sus órganos y glándulas, del sistema neuromuscular y de algunas funciones mentales. Existen innumerables posiciones con el objetivo de que ninguna zona corporal (externa o interna) se quede sin ser trabajada. De esta forma, mediante las *asanas*, se mejoraría el riego sanguíneo y por ende la oxigenación de todas y cada una de las partes del cuerpo y de la mente. Finalmente, los aspectos que diferenciarían a las posturas del Hatha-Yoga de otras actividades similares sería que dichas posturas corporales deberán ser mantenidas durante determinados periodos de tiempo que irán alargándose conforme al dominio de la práctica.
- *Prânâyâma*: Entendido como control de la respiración. Existen numerosas técnicas de control respiratorio pero, todas ellas van a intentar conseguir que el sujeto domine y controle su ritmo respiratorio y consiga la unión armoniosa de esta con su cuerpo. Básicamente, todas las técnicas respiratorias constan de tres fases: la inhalación, la retención del aire y la exhalación; normalmente, la exhalación deberá ser más lenta y durar al menos el doble de tiempo que la inhalación.

Dicha autora añade otros dos componentes relevantes:

- *Mudras y Bandhas*: Los *Mudras* serían consideradas técnicas para “sellar” la energía; es decir, para conseguir contenerla dentro del organismo, de controlarla o de dirigirla hacia fuera del cuerpo. Los *Bandhas* serían procedimientos de control neuromuscular que permitirían el acceso de la conciencia a todo el cuerpo y a sus múltiples funciones. Normalmente, estas técnicas no son controladas conscientemente por el sujeto; a través de la práctica del Hatha Yoga se alcanzaría dicho control consciente sobre ellas.
- *Shatkarma*: Finalmente, este componente haría referencia a un conjunto muy elaborado de técnicas para higienizar y purificar el organismo por dentro y por fuera. Así, “*Kshata*” podría ser traducido del *Sanskrit* como “seis” y “*Karma*” como “acto”; por lo tanto el término *Shatkarma* haría referencia a “Los seis actos de purificación”. Estos son:
  1. *Neti*: limpieza nasal.
  2. *Dhouti*: limpieza del aparato digestivo.
  3. *Basti*: limpieza de colón.
  4. *Nauli*: masaje abdominal.
  5. *Kapalbhati*: purificación de los lóbulos frontales.
  6. *Trataka*: limpieza ocular.

De forma más explícita aunque extremadamente simplista, la práctica de dicha disciplina mente-cuerpo se caracterizaría por la realización de ciertos ejercicios centrales; en concreto, por la combinación de estiramientos musculares sostenidos durante cierto periodo de tiempo en diferentes posturas y acompañados de una respiración muy profunda. En ocasiones, estos dos elementos pueden ir acompañados de técnicas de meditación (Bower et al., 2005). Por lo tanto, las posturas corporales llevadas a cabo en la práctica de este tipo de Yoga requieren ser realizadas acompañadas de una respiración diafragmática o muy profunda, la cual se piensa, que es el aspecto clave de dicha disciplina pues aumentaría el nivel de oxígeno corporal general y, especialmente, el cerebral optimizando así el funcionamiento del organismo. Además, hipotéticamente, el hecho de realizar estiramientos y mejorar la tonicidad muscular mediante la práctica de esta disciplina repercutiría internamente en forma de masaje en algunos órganos y glándulas (Field, 2009).

Recientemente han emergido varias disciplinas que derivan del antiguo Hatha Yoga. Todas ellas tendrían en común los dos aspectos claves (*asanas* y *prânâyâma*) que caracterizan a la práctica de la disciplina de origen. Por un lado, el *Iyengar Yoga* se practicaría focalizando la atención en el alineamiento del cuerpo e incluye algunas posturas extremadamente complejas como es el sostener todo el peso del cuerpo sobre la cabeza (Woolery et al., 2004). Actualmente, en Estados Unidos existe bastante interés en la práctica de lo conocido como *Bikram Yoga*. Esta práctica incorpora una serie de 26 *asanas* y 2 *prânâyâmas* en casa sesión que dura alrededor de 90 minutos y se lleva a cabo en una habitación a 40,5° de temperatura con un 40% de humedad (Hewett et al., 2011).

Finalmente, El Hatha-Yoga (al igual que todos los tipos de Yoga) se practicaría con ropa suelta o no demasiado pegada al cuerpo de forma que deje libertad total de movimiento. Igualmente, se practica sin calzado, encima de una esterilla específica para la práctica de dicha disciplina o sobre el suelo del lugar donde se lleva a cabo la sesión. Actualmente existe la tendencia de practicar el Yoga en lugares que favorecen la relajación o concentración como al aire libre, en parques o playas (Field, 2009).

#### **2.4.- Hatha-Yoga y sus posibles efectos terapéuticos. Neurobiología de la respuesta de estrés**

La práctica del Hatha Yoga parece recoger multitud de evidencia empírica en relación a su potente efecto terapéutico tanto a nivel físico como psicológico. De forma breve, estudios previos indican que la práctica de esta milenaria disciplina muestra beneficios en enfermedades físicas como son problemas cardiovasculares, diversos tipos de cáncer, dolores crónicos de espalda y algunas disfunciones inmunológicas (Lim et al., 2015). En sintonía con el objetivo de la presente revisión bibliográfica, nos centraremos en determinar de forma detallada, cómo repercute la práctica de esta disciplina mente-cuerpo en el funcionamiento del eje HHA y, posteriormente, trataremos de dar una explicación de carácter neurobiológico a los efectos terapéuticos observados.

Actualmente, es reconocida la eficacia de la práctica del Hatha Yoga en la mejoría de diversos trastornos psiquiátricos y/o psicológicos: trastornos de ansiedad (Da Silva, Ravindran y Ravindran, 2009), trastornos depresivos (Woolery et al., 2004) y epilepsia

(Streeter et al., 2012), entre otros. La explicación podría centrarse en intentar explicar la razón por la cual esta práctica es eficaz en cada uno de estos trastornos pero, se piensa que si dicha disciplina mente-cuerpo mejora los síntomas de cada uno de estos trastornos será debido, en todo caso, a su actuación en sistemas neurobiológicos alterados comunes a todos ellos. Todos los trastornos psicológicos mencionados tienen en común que empeoran en situaciones de estrés puntuales o crónicas (Streeter et al., 2012). Por otro lado, es conocido que la práctica del Yoga modula la respuesta de estrés devolviendo el equilibrio al funcionamiento del eje HHA que se encontraría hiperactivado (Pascoe y Bauer, 2015) y modularía la activación cerebral en orden al bienestar emocional (Khalsa et al., 2009). Es por ello que, si la práctica de esta disciplina mente-cuerpo resulta eficaz en la mejora de todos estos trastornos de índole psicológico es debido a que disminuye y modula la respuesta de estrés percibida en el sujeto y por lo tanto, evita que empeore la sintomatología del trastorno y, que se den recaídas durante los periodos de remisión. Por lo tanto, y de acuerdo a lo anterior, el objetivo del practicante de Yoga será, principalmente conseguir una adecuada y eficaz respuesta de relajación de forma que pueda ejercer control sobre los efectos, a priori, involuntarios de la propia respuesta de estrés fisiológica consiguiendo así equilibrar su sistema nervioso (Jeter et al., 2015).

Una situación de estrés agudo puede alterar numerosos sistemas neurobiológicos como serían, entre otros: el sistema nervioso autónomo, el funcionamiento del eje HHA y el sistema inmunológico (Allen et al., 2014). La respuesta fisiológica de estrés es un mecanismo que favorece una mejor percepción y posterior evaluación de las situaciones estresantes y sus demandas, un procesamiento más rápido y eficaz de la información disponible con la consiguiente búsqueda de soluciones y la elección de conductas adecuadas para hacer frente a la situación (Linares et al., 2008). Así, mientras que una respuesta de estrés aguda es extremadamente relevante para hacer frente al estímulo amenazante que la provoca, una respuesta de estrés crónica o de larga duración es perjudicial para la salud del individuo (McEwen, 2007). Ciertamente, la vivencia subjetiva repetida de eventos altamente estresantes conlleva, a largo plazo, a una estimulación crónica e intensa de la actividad del eje HHA lo que parece inducir al sujeto a estados depresivos, ansiosos, a desarrollar dependencia a diversas sustancias e incluso al desarrollo de trastornos de naturaleza neurodegenerativa (Streeter, et al., 2012). Además, la estimulación repetida del eje HHA puede aumentar la vulnerabilidad para el

padecimiento de multitud de enfermedades físicas tales como el cáncer, el dolor crónico, trastornos metabólicos (como diabetes y obesidad) y numerosas enfermedades cardíacas; por otro lado, el estrés crónico hipersensibiliza a los sistemas neurobiológicos encargados de la respuesta de estrés de forma que se vuelven hiperreactivos ante la presencia futura de estresores (Allen et al., 2014).

Una respuesta de estrés eficaz es la que queda modulada por varios sistemas neurobiológicos. En primer lugar, por el sistema nervioso autónomo (SNA). El SNA está dividido principalmente en dos partes: El sistema nervioso simpático (SNS) y el sistema nervioso parasimpático (SNP). Mientras que el SNS está involucrado en la movilización del organismo en situaciones de peligro (lucha o huida ante el estímulo amenazante), el SNP sería el responsable de devolver el equilibrio al organismo después de la movilización de todos aquellos recursos puestos en marcha para el afrontamiento del estresor. Por lo tanto, el SNS provocaría el aumento del ritmo cardíaco, el aumento de la presión sanguínea, la activación del eje HHA y la consecuente liberación de hormonas glucocorticoideas como el cortisol y la dehidroepiandrosterona (en adelante DHEA) desde la corteza adrenal (Pascoe y Bauer, 2015).

Centrándonos en la descripción del funcionamiento del eje HHA partiremos de que este queda controlado de forma jerárquica. Ante un determinado estresor, quedarían activadas las células neurosecretoras hipotalámicas localizadas en el hipotálamo; desde ellas se liberaría la Hormona Liberadora de Corticotropina (CRH) que, a través del sistema portal hipotálamo-hipofisario llegarían a la hipófisis; en concreto, a la parte anterior o adenohipófisis. De esta forma, la hormona CRH estimularía la secreción de la Hormona Adrenocorticotrópica (ACTH) que, desde la adenohipófisis y mediante el torrente circulatorio llegaría hasta la corteza de las glándulas adrenales. Finalmente, la hormona CRH estimularía la secreción de glucocorticoides que serían a su vez liberados al torrente circulatorio hasta llegar a diversos órganos diana donde realizarían la función para la que estén predeterminadas. El glucocorticoide más conocido dentro de la respuesta al estrés es el cortisol (Abril Alonso et al., 2009).

La secreción de la hormona CRH y ACTH puede verse suprimida si la concentración en sangre de dichas hormonas corticoadrenales es alta mediante un sistema de retroalimentación negativo (Abril Alonso et al., 2009). Estudios recientes parecen indicar que altas concentraciones crónicas de cortisol en sangre pueden ser las causantes

de la inhibición del mencionado sistema de retroalimentación negativo; así, individuos que padecen un estrés continuado, poseerían altas concentraciones de cortisol sanguíneo que inhibiría el mecanismo de retroalimentación negativo de forma que el funcionamiento del eje HHA no cesaría, aumentando de esta forma los niveles de cortisol en sangre y retroalimentando el proceso (Allen et al., 2014).

La respuesta de estrés es, ciertamente, muy compleja implicando a diversos sistemas que actúan de forma simultánea. La comunicación entre estos sistemas es de naturaleza bioquímica, es decir, se lleva a cabo a través de sustancias producidas por ellos mismos, que son, principalmente, hormonas, neurotransmisores y citoquinas (Kennedy, 2016).

El sistema inmunitario ha sido considerado hasta no hace muchos años como un sistema de defensa de funcionamiento autónomo pero, a la vista de datos recientes se han empezado a tener en cuenta las relaciones con otros dos importantes sistemas: el neuroendocrino y el nervioso, pues la modulación recíproca entre las células inmunitarias, efectos del estrés y otras variables psicológicas resultan más que evidentes a día de hoy (Linares et al., 2008). Existen datos empíricos que muestran la relación del sistema inmunológico con el sistema neuroendocrino y, en general, con el sistema nervioso. Así, en las membranas de algunos inmunocitos se observan receptores para hormonas, neuropéptidos y neurotransmisores (Kennedy, 2016). Además, las funciones del sistema inmunológico se ven alteradas cuando los sistemas antes mencionados se encuentran afectados a causa de una situación de estrés. El hipotálamo parece ser el responsable del proceso de comunicación entre el sistema endocrino, el inmunitario y el nervioso ya que tiene como principal función el mantenimiento homeostático en el organismo (Linares et al., 2008)

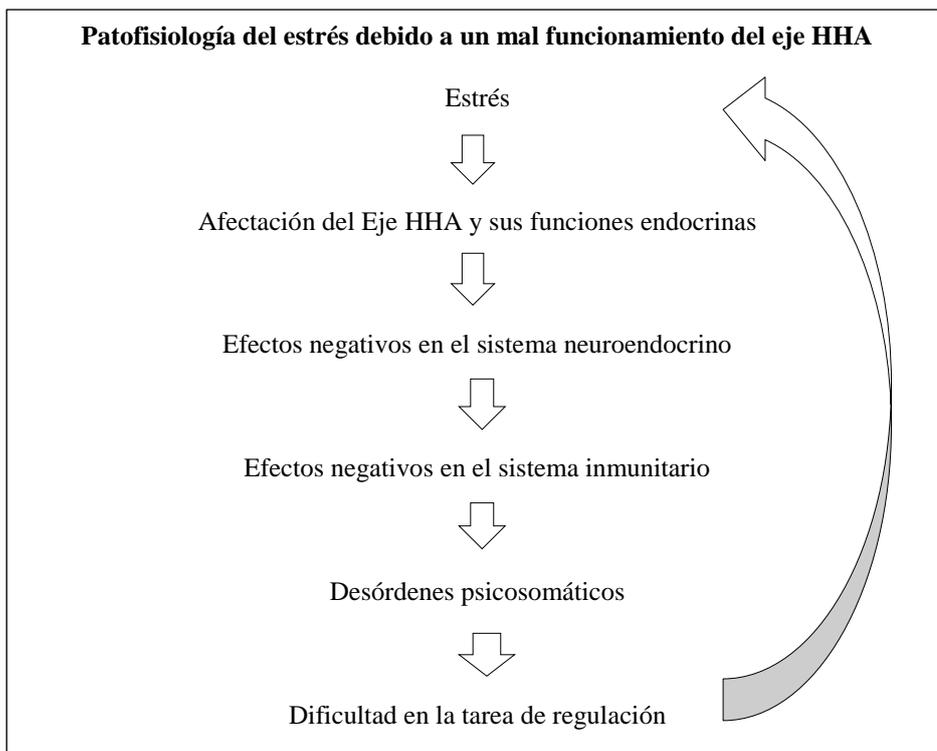


Figura 3.- Diagrama explicativo en relación a la patofisiología del estrés debido a un funcionamiento anormal del eje HHA: Hipotálamo-Hipofisario-Adrenal. Tomado de Singh, Khandelwal y Sherpa, (2014)

## **2.5.- La práctica del Yoga y sus efectos en el eje hipotálamo-hipofisario-adrenal (HHA): Aspectos neuroendocrinos**

Como se ha ido exponiendo en párrafos anteriores, la práctica del Yoga posee efectos terapéuticos a nivel físico y psicológico (Staples, 2014). Gran parte de la capacidad terapéutica de esta disciplina mente-cuerpo puede quedar explicada a partir de los cambios observados en el funcionamiento del eje HHA pues, este sistema es en general, el encargado de mantener una correcta homeostasis en el organismo tanto a nivel físico o corporal como a nivel de la psique (Streeter et al., 2012).

Actualmente, es ampliamente aceptado por los profesionales dedicados al cuidado de la salud que la práctica del Yoga repercute de forma positiva en el funcionamiento global de aquellos sujetos que lo practican pero, es importante señalar que los mecanismos concretos por los que esta disciplina milenaria ejerce dichos efectos no están, a día de hoy, claramente descritos (Riley y Park, 2015). No obstante, se asume que aquellos mecanismos mediante los cuales el Yoga ejerce su efecto terapéutico son de naturaleza neurobiológica y que van a repercutir de forma concreta y mensurable en

cambios positivos a nivel conductual, emocional y psicológico en aquellos sujetos que practiquen la disciplina que nos ocupa de forma habitual y sistemática (Roehr, 2008).

En cuanto a la evidencia empírica que acumulan algunos mecanismos propuestos para dar cuenta del efecto terapéutico de la práctica del Yoga sería la modificación del funcionamiento del eje HHA y, en concreto, los cambios en las concentraciones de cortisol en el organismo los aspectos más investigados y replicados científicamente por lo que, a día de hoy, podría aceptarse, aunque no sin cierta cautela, que uno de los mecanismos por los que la práctica del Yoga ejercería su efecto terapéutico iría mediado por cambios en la secreción hormonal glucocorticoidea del Eje HHA (Purdy, 2013; Chatterjee y Mondal, 2014; Riley y Park, 2015). Por lo tanto, uno de los métodos más frecuentes para intentar describir el mecanismo o la forma en la que la práctica del Yoga afecta al funcionamiento del eje HHA es medir las concentraciones de cortisol en el organismo ya sea a través de muestras de saliva (cortisol salivar), de muestras del plasma sanguíneo o incluso en muestras de orina. Ciertamente, la medida de cortisol más frecuentemente utilizada suele ser las concentraciones de cortisol salivar por su evidente facilidad para ser obtenida a pesar de que, dicha técnica, posee algunos aspectos a considerar para que las medidas obtenidas sean robustas y fiables (Pascoe y Bauer, 2015).

A la hora de analizar cómo la práctica del Yoga modifica las concentraciones de cortisol (salivar y plasmático, entre otros) habrá de diferenciarse claramente el tipo de población sobre la que se realiza dicho análisis puesto que dependiendo de la condición médica (o no) de estos sujetos los niveles basales de cortisol previos a la práctica del Yoga serán diferentes (Field, 2013). Actualmente, se conoce con bastante detalle y es aceptado con un considerable grado de consenso por la comunidad científica que ciertas patologías físicas o psicológicas hacen que los sujetos que las padecen queden expuestos a estresores de naturaleza diversa que, como se citó en párrafos anteriores, van a alterar el funcionamiento del eje HHA y, consecuentemente, a la liberación de glucocorticoides al torrente sanguíneo bien por la naturaleza de la propia patología o por otros factores ajenos o asociados a la misma (Streeter et al., 2012).

Los datos parecen indicar que la práctica de forma sistemática de Yoga restauraría el correcto funcionamiento de la rama parasimpática del sistema nervioso autónomo de estos sujetos reduciendo, consecuentemente, la activación de la rama

simpática y del eje HHA. Este factor sería decisivo en la óptima recuperación y aumento de la calidad de vida de los sujetos afectados por ciertas condiciones médicas (Steeter et al., 2012).

Por otro lado, también se han descritos beneficios de la práctica del Yoga en poblaciones sanas (entendiendo por población sana aquella que carece de todo diagnóstico médico y/o psicológico) pero que están expuestos a estresores de magnitud leve presentes en la vida cotidiana (laboral, económico, familiar...) (Bowden et al., 2011; Cheema et al., 2013 y Kanojia et al., 2013).

A continuación, se presentan aquellos resultados más significativos hallados en relación a la modificación del funcionamiento del eje HHA bajo los efectos de la práctica del Yoga. A pesar de que la variedad de Yoga más utilizada en todos ellos ha sido el Hatha Yoga, se considera interesante incluir algunos estudios en los que se practica otro tipo de Yoga pero que, debido a que incluye los dos componentes básicos del Hatha Yoga (*asanas* y *prânâyâmas*) con variaciones mínimas o que incluso derivan de dicha variedad de Yoga (*Iyengar Yoga*) podemos considerar a los resultados obtenidos en estas investigaciones, en cierta medida y con la cautela que ello requiere, extrapolables a los efectos que se obtendrían con la práctica del Hatha Yoga en las mismas poblaciones.

#### 2.5.a.- Efectos de la práctica del Yoga en el funcionamiento del eje HHA: Cortisol

##### 2.5.a.1.- Población sana:

En la población sana, los resultados en relación a cómo se ven modificados los niveles de cortisol tras la práctica del Yoga parecen ser menos claros que en el resto de poblaciones.

En un estudio elaborado por Bowden et al., (2011) con sujetos sanos aunque ligeramente estresados por motivos laborales se concluyó que no existían diferencias significativas en relación a los niveles de cortisol salivar medidos antes y después de aplicar un programa de *Iyengar-Yoga* durante 5 semanas. Sin embargo, los sujetos participantes afirmaban que la sintomatología relacionada con el estrés que poseían previamente a la implantación del programa se veía reducida en gran medida. En la misma línea, Cheema et al., (2013), evaluaron los efectos positivos del Yoga en sujetos

sanos con estrés de origen laboral. Para ello, instauraron un programa de Hatha-Yoga en el lugar de trabajo durante 10 semanas. En congruencia con los datos obtenidos en el estudio mencionado con anterioridad, no se encontraron diferencias significativas en los niveles de cortisol salivar post-intervención comparados con los obtenidos pre-intervención. Así mismo, los sujetos consiguieron disminuir los síntomas físicos asociados al estrés laboral y mejoró de forma considerable la forma física de estos. Además, se observó que cuanto mayor era la adherencia de los sujetos al programa de Hatha-Yoga, menos síntomas relacionados con el estrés padecían estos pese a que los estresores presentes en el lugar de trabajo seguían siendo los mismos.

Por otro lado, Kanojia et al., (2013) elaboraron un estudio en el que medían los niveles de cortisol plasmáticos en mujeres sanas antes y después de su ciclo menstrual tras haber participado en un programa de práctica de Yoga (variedad no especificada) durante 3 meses. De esta forma concluyeron que la práctica habitual de Yoga reducía los niveles de cortisol previos a la menstruación a la vez que se reducían los síntomas depresivos, ansiosos y la irritabilidad asociada frecuentemente a los días previos a la llegada de la menstruación. Este fenómeno se comenzó a observar a los 2 meses aproximadamente una vez implantado el programa de práctica de Yoga. Compartiendo el interés por determinar si la práctica del Yoga podría aliviar de alguna forma la sintomatología asociada a los cambios hormonales naturales presentes en la vida de la mujer, Jorge et al., (2016) elaboraron un estudio en el que se pretendía medir los niveles de cortisol plasmático en mujeres que acababan de pasar el periodo de la menopausia. Para ello, se midieron, además de la concentración de cortisol plasmático, la intensidad de los síntomas afectivos y físicos asociados a la menopausia y la calidad de vida subjetiva de las sujetos participantes. Tras 12 semanas de práctica consecutiva de Hatha Yoga se volvieron a medir los mismos parámetros que antes de la implantación del programa de intervención. Los niveles de cortisol eran significativamente más bajos que al inicio del estudio, disminuyeron la intensidad de los síntomas menopáusicos y aumentó la calidad de vida subjetiva.

Por último, Gopal et al., (2011) realizaron una investigación en estudiantes universitarios sanos donde encontró que tras 12 semanas de práctica de Yoga (variedad no especificada) los sujetos mostraban disminuciones en la concentración de cortisol plasmático ante la realización de exámenes comparado con los niveles anteriores a la implantación del programa.

### *2.5.a.2.- Embarazadas*

Los efectos terapéuticos de la práctica del Yoga en esta población son especialmente relevantes puesto que la condición de mujer gestante imposibilita el uso de las terapias convencionales farmacológicas en el tratamiento de patologías padecidas. De esta forma, la práctica del Yoga puede ofrecerse como alternativa eficaz en algunos problemas de salud asociados o previos a la gestación (Newham et al., 2014).

Newhan et al., (2014) plantearon un estudio en el que se midieron los niveles de cortisol salivar antes y después de la aplicación de un programa de Hatha-Yoga para mujeres gestantes primerizas sanas. Se encontró que tras la práctica de dicha disciplina durante 8 semanas disminuyó la concentración de cortisol salivar en dicha población a la vez que disminuían los síntomas ansiosos asociados al momento del parto. De forma similar Field et al., (2013) midieron los niveles de cortisol salivar en un grupo de mujeres gestantes de 22 semanas que presentaban síntomas depresivos. Tras una sesión de Yoga (variedad no especificada) se observó una disminución de los síntomas depresivos, de la irritabilidad y de los síntomas asociados al embarazo. Tras 12 semanas practicando esta disciplina de forma sistemática se observó una disminución de los niveles de cortisol salivar, de los estrógenos y de la progesterona.

### *2.5.a.3.- Población con trastornos afectivos: Trastorno Depresivo Mayor*

Las bases neurobiológicas subyacentes al Trastorno Depresivo Mayor son, a día de hoy, bastante controvertidas a la vez que poco claras. No obstante, la disfunción del eje HHA en este tipo de pacientes es un fenómeno que acumula una gran cantidad de evidencia empírica a su favor (Naveen et al., 2016). En concreto, los datos parecen apoyar la hipótesis de que aquellos sujetos que padecen este trastorno presentarían unos niveles de cortisol basales anormalmente elevados que, a su vez, repercuten en anomalías en el sistema de retroalimentación negativo que regula la liberación hormonal del eje HHA (Palazidou, 2012). Además, algunos autores afirman (Naveen et al., 2016) que dicha hipercortisolemia (entre otros factores no relevantes en este caso) serían el resultado de una pobre neuroplasticidad hipocampal a la vez que de un hiperfuncionamiento del eje

HHA. Por otro lado, es bien conocido por la comunidad científica que la práctica del Yoga reduce considerablemente la sintomatología depresiva (Cramer et al., 2017). Entre otros efectos, la práctica del Yoga reduciría los niveles de cortisol en sujetos depresivos paliando, a su vez, la sintomatología asociada (Woolery et al., 2004).

Naveen et al., (2016) elaboraron un estudio en el que se comparaban los niveles de cortisol plasmáticos basales en sujetos con Trastorno Depresivo Mayor antes y después de 3 meses de tratamientos diferentes para cada grupo experimental. Un grupo estaba bajo un tratamiento exclusivamente farmacológico, otro grupo se encontraba bajo un tratamiento consistente en sesiones de Yoga (variedad no especificada) y finalmente, un último grupo combinaba el tratamiento farmacológico con sesiones de Yoga. Una vez pasaron 3 meses de tratamiento se observó lo siguiente: aquellos grupos que habían estado bajo un tratamiento consistente en sesiones de Yoga (solo o combinado con terapia farmacológica) mostraban reducciones de cortisol más acusadas que aquel grupo que había estado bajo terapia farmacológica exclusivamente. Así mismo, se observó una disminución en los síntomas depresivos proporcionales a la disminución de la concentración de cortisol plasmático.

Por otro lado, Uebelacker et al., (2010) elaboraron un estudio de naturaleza metaanalítica donde reunieron más de 200 estudios en los que se ponía a prueba el efecto del Hatha Yoga en sujetos diagnosticados de Trastorno Depresivo Mayor. Finalmente, se concluyó que el hallazgo más replicado en todos los estudios recogidos fue la disminución de los niveles de cortisol plasmático en aquellos sujetos en los que habían desaparecido gran parte de la sintomatología depresiva.

Por último, a modo de conclusión Thirthalli et al., (2013) afirman que la práctica del Yoga actuaría como un elemento “anti-estrés”. Este efecto sería ejercido a nivel hipotalámico (o primer eslabón regulador del funcionamiento del eje HHA) repercutiendo a su vez en el alivio significativo de la sintomatología depresiva; dicho efecto, probablemente, quede mediado por las reducciones de cortisol observadas tras la práctica de esta disciplina mente-cuerpo en la población que nos ocupa.

#### *2.5.a.4.- Otras poblaciones: Dolor crónico, diabetes y cáncer*

Actualmente, existen hallazgos muy prometedores en relación a los efectos de la práctica del Yoga mediados por el eje HHA en algunas poblaciones concretas, entre ellas: sujetos con dolor crónico (Ha et al., 2015), sujetos con diabetes (Singh, Khandelwal y Sherpa, 2014) o sujetos que padecen o han padecido cáncer (Bower et al., 2014; Galliford et al., 2017).

El dolor crónico es un fenómeno de naturaleza multidimensional en el que confluyen factores sensoriales, emocionales, conductuales y cognitivos. Derivado de lo anterior, el dolor crónico supone una situación de tensión mantenida que, a largo plazo, va a comprometer el funcionamiento de la persona en diversos ámbitos de su vida (laboral, económico, familiar, social y sexual, entre otros). Debido a la poca variabilidad de tratamientos efectivos existentes para el tratamiento de esta condición médica/psicológica cualquier terapia alternativa que muestre efectos terapéuticos significativos en esta población podría tener grandes repercusiones en la calidad de vida de los sujetos afectados (Zarazaga, Martínez y Maestre, 1999). Es, por lo tanto, el Hatha Yoga una de las terapias alternativas que, en la actualidad, recoge mayor evidencia empírica en cuanto a su efecto terapéutico en el dolor crónico. Además, parece ser que dicho efecto terapéutico queda, como en la mayoría de los trastornos mencionados en este apartado, mediado por el funcionamiento del eje HHA.

Ha et al., (2015) plantearon un estudio en el que pretendían concretar los efectos terapéuticos o mejoras observadas en pacientes con dolor crónico tras 12 semanas de práctica de Hatha-Yoga. Así, se midieron los niveles de cortisol plasmáticos, antes y después de la intervención propuesta. No se encontraron diferencias significativas en la condición post-intervención comparada con la condición pre-intervención en dicha población. No obstante, los niveles de cortisol plasmáticos eran más reducidos tras la implantación del tratamiento. Los autores concluyen que el nivel de dificultad del programa de Hatha-Yoga utilizado resultó ser excesivo para la población a la que iba dirigido, debido en parte por la movilidad reducida y por la falta de experiencia pero, controlando esta variable, entre otras, es posible que se observen diferencias significativas en los niveles de cortisol pre y post-tratamiento en estudios futuros.

Centrándonos en aquellos sujetos que padecen o han padecido alguna variedad de cáncer, existen datos a favor de incluir la práctica del Yoga como terapia complementaria en este tipo de pacientes. De forma más concreta, la variedad de cáncer en el que la práctica del Yoga recoge un mayor número de publicaciones científicas en relación a su efecto terapéutico es, a día de hoy, el cáncer de mama. Es decir, parece ser que la práctica de esta disciplina mente-cuerpo en mujeres que han padecido o padecen cáncer de mama, conlleva la reducción de la sintomatología afectiva o psicológica asociada a la enfermedad. Estos efectos, a su vez, parecen ir mediados por cambios en el funcionamiento del eje HHA. Así, Galliford et al., (2017), realizaron una exhaustiva recopilación de artículos comprendidos entre los años 2009 y 2014 en los que se estudiaba el efecto terapéutico que podría tener la práctica de Yoga sistemática en mujeres que habían sobrevivido a un cáncer de mama. De esta forma, se concluyó que la práctica de esta disciplina (no especificaba variedad concreta de Yoga) conllevaba múltiples beneficios tanto a nivel físico como a nivel psicológico en esta determinada población. Entre otros hallazgos, se encontró que los niveles de cortisol salivar se mostraban reducidos tras la práctica de la disciplina que nos ocupa. Dichos cambios observados en las concentraciones de este glucocorticoide correlacionaba, a su vez, con mejoras en la calidad del sueño y en la regulación emocional. Además, disminuía algunos síntomas depresivos a la vez que mejoraba el funcionamiento social. En sintonía con los resultados antes expuestos, Bower et al., (2012) se propusieron medir los niveles de cortisol salivar en mujeres supervivientes a un cáncer de mama antes y después de implantar un programa de Iyengar Yoga durante 12 semanas. Se encontraron reducciones de los niveles de cortisol salivar tras la implantación de la intervención en comparación con la condición pre-intervención. Además, se observó una disminución de la fatiga y de la respuesta inflamatoria crónica en esta población. Finalmente, los autores exponen que este tipo de prácticas en pacientes supervivientes a un cáncer de mama conlleva innumerables mejoras en relación al comportamiento y al estado físico comparado con el momento anterior a la implantación del programa; repercutiendo, consecuentemente, en la calidad de vida percibida.

Por último, existe evidencia empírica suficiente como para concluir que la práctica del Yoga mejora la calidad de vida de pacientes con diabetes. Recientes metaanálisis concluyen (Singh, Khandelwal y Sherpa, 2014) que la práctica del Yoga (sin especificar variedad concreta) optimiza el funcionamiento del sistema nervioso

autónomo. Concretamente, regula la secreción hormonal que queda bajo el control de estructuras relacionadas con la activación del sistema nervioso simpático lo que, a su vez, repercutiría en la regulación recíproca del sistema nervioso parasimpático. Finalmente, todo este proceso conllevaría la regulación de la tasa metabólica (o metabolismo basal). Además, de acuerdo con los autores anteriormente citados, la práctica del Yoga parece reducir la necesidad de medicación, mejora el estado de ánimo y la calidad del sueño en sujetos con diabetes tipo II. Por otro lado, existen datos que apoyan la posibilidad de que la práctica sistemática de esta disciplina mente-cuerpo aumente la sensibilidad y/o mejore la tolerabilidad a la glucosa a la vez que optimizaría el metabolismo de los lípidos (Innes y Selfe, 2015) en la población que nos ocupa.

Autores y año	Población	Tipo de diseño	Grupo de comparación	Duración	Resultados
Bowden et al., 2011	Sujetos sanos (sin patología física ni psicológica diagnosticada)	Pre-post intervención (antes y después de un programa de Iyengar Yoga y en ayuno)	Otro tipo de terapia (Mindfulness)	5 semanas	No se observaron diferencias en los niveles de cortisol (puede ser debido a errores en la sistematicidad de la recogida de muestras). Disminución, en todo caso, de síntomas asociados a estrés de la vida diaria.
Bower et al., 2014	Mujeres supervivientes a un cáncer de mama	Pre-post intervención (antes y después de un programa de Iyengar Yoga).	-Educación sobre el cuidado de la salud -Grupo control	12 semanas	Disminución de los niveles de cortisol salivar, reducción de respuesta inflamatoria y mejora de la salud física.
Cheema et al., 2013	Sujetos sanos (sin patología física ni psicológica diagnosticada)	Pre-post intervención (antes y después de un programa de Hatha Yoga). Medida del cortisol a la misma hora cada día en el lugar de trabajo.	No tratamiento	10 semanas	No se observaron cambios en los niveles de cortisol. Mejoró la condición física y el estrés de aquellos sujetos con mayor adhesión a la práctica de Yoga.
Field et al., 2013	Mujeres gestantes (de 22 semanas) con sintomatología depresiva	Pre-post intervención (antes y después de un programa de Yoga no especificado).	Apoyo social	1 día 12 semanas	La práctica del Yoga a corto plazo reduce sintomatología depresiva, irritabilidad y dolor en mujeres gestantes con síntomas depresivos. Además, a largo plazo se observa

Galliford et al., 2017	Mujeres supervivientes a un cáncer de mama	Revisión bibliográfica de publicaciones comprendidas entre los años 2009-2014	-	-	disminución de los niveles de cortisol, progesterona y estrógenos.  La práctica del Yoga reduce los niveles de cortisol salivar a la vez que la sintomatología ansiosa, depresiva y la muerte celular en mujeres con cáncer de mama.
Gopal et al., 2011	Estudiantes universitarios sanos	Pre-post intervención (antes y después de un programa de Yoga no especificado).	No tratamiento	12 semanas	La práctica del Yoga redujo los niveles de cortisol asociado a la realización de exámenes. Disminución de ansiedad ante los mismos.
Ha et al., 2015	Mujeres con síndrome de dolor músculo-esquelético	Pre-post intervención (antes y después de programa de Hatha-Yoga)	No tratamiento	12 semanas	Se encontraron reducciones de los niveles de cortisol sanguíneo estadísticamente no significativos comparados con el grupo control. Posible error en la práctica del Yoga (alta dificultad).
Jorge et al., 2016	Mujeres en la fase final del periodo menopáusico.	Pre-post intervención (antes y después de la aplicación de un programa de Hatha-Yoga).	-No tratamiento -Otro tipo de actividad física (estiramientos)	12 semanas	La práctica del Yoga redujo los niveles de cortisol salivar además de disminuir los síntomas físicos y psicológicos asociados a la menopausia y la calidad de vida subjetiva de los sujetos participantes.
Kanojia et al., 2013	Mujeres sanas	Antes y después de la menstruación (segunda y tercera menstruación tras haber asistido durante un tiempo a un programa de Yoga no especificado).	No tratamiento	3 meses	La práctica del Yoga reduce los niveles de cortisol premenstruales disminuyendo a su vez la irritabilidad, los síntomas depresivos y la ansiedad y aumentando el bienestar de la mujer.
Naveen et al., 2016	Sujetos con Trastorno Depresivo Mayor	Pre-post. Antes y después de la implantación de un programa de Yoga no especificado.	-Terapia farmacológica - Terapia farmacológica más Yoga.	3 meses	Disminución de los niveles de cortisol (relación indirecta con FNDC) y disminución de la sintomatología depresiva en los ambos grupos que practicaron Yoga.

	Mujeres gestantes primerizas sanas	Pre-post intervención (antes y después de un programa de Hatha-Yoga).	Oyentes de clase de Yoga (no practicante).	8 semanas	La práctica del Yoga redujo los niveles de cortisol salivar y los síntomas de ansiedad ante el parto.
Newhan et al., 2014	Mujeres gestantes primerizas con síntomas depresivos y ansiosos.	Pre-post intervención (antes y después de una clase de Hatha Yoga y tras 8 semanas de intervención).	Intervención usual en estos casos (clases de preparación al parto)	8 semanas	La práctica de una sola sesión de Yoga redujo los niveles de cortisol y los síntomas ansiosos y depresivos. Este hecho se mantenía a lo largo de las 8 semanas de intervención.
Sing et al., 2015	Sujetos con diabetes tipo II	Revisión bibliográfica de artículos que contemplaran una explicación psico-neuro-endocrina de la diabetes tipo II.	-	-	La práctica del Yoga conlleva la optimización del funcionamiento del sistema nervioso autónomo. Modula la secreción de hormonas glucocorticoideas tales como el cortisol y mejora el funcionamiento del sistema nervioso parasimpático. Optimiza la tasa metabólica.
Uebelacker et al., 2010	Sujetos diagnosticados de Trastorno Depresivo Mayor.	Revisión bibliográfica (n=220) de artículos en los que se pusiera a prueba la efectividad del Hatha-Yoga en el Trastorno Depresivo Mayor. Todos los estudios eran aleatorizados y controlados.	-	-	Aquel hallazgo más replicado en los estudios fue la disminución de los niveles de cortisol plasmático en aquellos sujetos con reducciones significativas de la sintomatología depresiva (rehabilitados).

Tabla 1.- Esquema resumen sobre los artículos incluidos en la revisión bibliográfica en relación a los niveles de cortisol y la práctica del Yoga. Adaptado de Pascoe y Bauer (2015).

## 2.5.b.- Efectos del Yoga en el funcionamiento del eje HHA: Dehidroepianedrosterona (DHEA)

Se ha dedicado gran parte de este apartado al cortisol por ser, de forma clara, el glucocorticoide más estudiado en relación al efecto de la práctica del Yoga en el eje HHA. Últimamente, se plantean cada vez más estudios que se interesan por otro glucocorticoide que también es liberado por el eje HHA: la Dehidroepianedrosterona (DHEA). Estos dos glucocorticoides (cortisol y DHEA) serían, principalmente, las dos hormonas responsables del mantenimiento de la homeostasis física y psicológica. Mientras que el cortisol estaría involucrado en una respuesta tanto aguda como crónica de estrés, la DHEA estaría relacionada con la vuelta a la normalidad del sistema, paliando aquellas alteraciones producidas por el cortisol. Es decir, el cortisol y la DHEA tendrían efectos antagónicos (Kamin y Kertes, 2016).

La hormona DHEA está relacionada con la buena salud y la juventud pues, mientras que existe una alta concentración de la misma durante la niñez y la juventud, esta decae con la edad. De esta forma, la DHEA es considerado un glucocorticoide con propiedades cardioprotectoras, disminuiría la probabilidad de padecimiento de enfermedades metabólicas tales como la diabetes y/u obesidad y, además, presentaría propiedades que mejorarían la competencia inmunitaria. Todo ello hace que se le conozca, coloquialmente, como la “hormona de la juventud” (Anguita, 2012).

Existen evidencias empíricas acerca de la práctica del Yoga como estrategia para mantener o estimular la secreción de la hormona DHEA en adultos provocando la mejora y/o paliando los signos de la edad ( Qureshi y Al-Bedah, 2013; Chatterjee y Mondal, 2014 ).

La relación entre los aumentos de la liberación o concentración de la hormona DHEA y la práctica del Yoga requiere aún de mayor investigación y evidencia empírica en comparación con la gran cantidad de bibliografía que acumula el cortisol en relación con la práctica de esta disciplina mente-cuerpo pero, sin lugar a dudas, se acepta que es un campo de investigación muy novedoso y probablemente con grandes repercusiones futuras.

## **2.c.- Modelos neurobiológicos explicativos del efecto terapéutico del Yoga: ¿Por qué funciona el Yoga?**

Como se ha dejado ver anteriormente, a día de hoy no se puede afirmar que los mecanismos neurobiológicos a través de los cuáles la práctica del Yoga ejerce su efecto terapéutico sean conocidos con exactitud (Riley y Park, 2015). Por otro lado, existe una gran cantidad de bibliografía científica que respalda a algunos aspectos que, de forma hipotética, aunque cada vez con mayor fuerza empírica, van a dar cuenta de cómo la práctica del Yoga ejerce sus efectos terapéuticos. Un ejemplo de ello sería la influencia de la práctica de esta disciplina mente-cuerpo en la modulación de los niveles de cortisol (Bowden et al., 2011; Gopal et al., 2011; Cheema et al., 2013).

Basados en aspectos aparentemente inconexos pero que gozan de evidencia empírica han surgido en estos últimos años diversos modelos que pretenden explicar los mecanismos neurobiológicos mediante los cuales la práctica del Yoga va a brindar todas las ventajas en relación a la salud que durante el presente escrito hemos ido exponiendo.

Un modelo no es más que una determinada estructura de carácter conceptual que va a sugerir un marco de ideas en orden a sostener a un conjunto de descripciones que de otra manera no podrían ser sistematizadas; es decir, proponer un modelo de funcionamiento nos ayuda a comprender los fenómenos en toda la complejidad que estos conllevan ya que proporciona canales de interconexión entre hechos que, de otra forma, quedarían aislados o independientes unos de los otros (Gallego, 2004). De esta forma, los modelos que a continuación se describen, no son más que propuestas hipotéticas en relación a unificar todos los datos que, en la actualidad, se poseen de los efectos neurobiológicos que conlleva la práctica del Yoga. Así mismo, se requiere de nuevos estudios que pongan a prueba dichos modelos para concluir el grado de validez de los mismos.

### **2.c.1.- Modelo genético**

Este modelo ofrece una hipotética explicación sobre cómo la práctica del Yoga genera cambios positivos y terapéuticos en aquellas personas que lo practican partiendo de conceptos e ideas tomadas de una rama de la biología; en concreto de la biología molecular. Por lo tanto, este modelo va a intentar explicar las vías por las que la práctica

del Yoga ejerce sus efectos terapéuticos en función de las características de la estructura molecular de los sujetos que lo practican. Una idea a tener en cuenta en orden a la comprensión de este modelo va a ser que un mismo material genético (el de todos y cada uno de los humanos) va a poder ofrecernos múltiples variaciones o mutaciones celulares (esto es, células de diferente morfología o funcionalidad). Esta enorme variabilidad va a depender, a grandes rasgos y entre otros muchos factores, de los retos y situaciones ambientales a los que un determinado sujeto se exponga a lo largo de su vida. De esta forma, determinados ambientes sociales o culturales pueden ocasionar cambios (adaptativos o no tan adaptativos) en el genoma humano (Garland y Howard, 2009). En este caso, algunos estudios señalan que la práctica de forma sistemática de Yoga podría provocar cambios adaptativos (positivos o saludables) en la expresión genética de aquellos sujetos que lo practican (Dusek et al., 2008; Sharma et al., 2008). Concretamente, Black et al., (2012) hallaron 68 genes expresados diferencialmente respecto a sujetos no practicantes de esta disciplina. Sharma et al., (2008) describieron algunas de las funciones de los genes que se habían expresado diferencialmente al alza (hiper-regulados); la mayoría de ellos estaban relacionados con procesos de estrés oxidativo, recuperación de daño en el ADN celular, ciclo de vida de la célula y la apoptosis celular (o muerte celular programada).

Aún quedan infinitos aspectos por describir sobre cómo tiene lugar este proceso de expresión celular diferencial en sujetos practicantes de Yoga pero, algunos autores proponen que dicho fenómeno quedaría mediado por las células del sistema inmunitario que actuarían como mensajeros extracelulares para desencadenar este tipo de respuestas (Saatcioglu, 2013).

### 2.c.2.- Modelo fisiológico

En este caso, Streeter et al., (2012) proponen un modelo de naturaleza, primordialmente, fisiológica para intentar hacer explícitos aquellos mecanismos neurobiológicos mediante los cuales la práctica del Yoga nos ofrece sus múltiples efectos terapéuticos. Concretamente, este modelo se centra en la práctica del Yoga en sujetos que padecen algún tipo de psicopatología y expone que, si estos sujetos encuentran alivio de sus síntomas con la práctica de esta milenaria disciplina no es sino porque reduce la sintomatología asociada al estrés. Es decir, el autor citado anteriormente propone que el hecho de padecer algún tipo de psicopatología conlleva un

estrés asociado y, consecuentemente, aumenta de forma considerable el malestar o sufrimiento del individuo que lo padece.

Dicho autor articula su modelo en torno a dos conceptos fundamentales: Homeostasis y “*Allostatic Load*” o “Carga Alostática”. Ciertamente, basta con comprender el primero para poder entender el segundo pues uno nos va a llevar, indiscutiblemente, al otro.

Homeostasis hace referencia a aquellos mecanismos de naturaleza fisiológica que hace que los sistemas corporales trabajen en aquellos rangos suficientes como para mantener con vida al individuo. Es decir, el organismo trabajaría a niveles mínimos y a la vez óptimos para la supervivencia.

Como ya se ha explicitado anteriormente (*véase apartado 2.4*) de vez en cuando el organismo debe salir de la homeostasis para hacer frente a un estresor. Así, los sistemas trabajarían de forma intensa hasta que el individuo se vuelva a encontrar a salvo; entonces, el funcionamiento fisiológico del individuo volvería a regirse por el funcionamiento homeostático. Como propone el autor citado, los individuos que padecen algún tipo de psicopatología están expuesto constantemente a estresores; esto implicaría que su homeostasis se encuentra constantemente alterada. En este punto se llega a comprender fácilmente el concepto de “Carga Alostática”. Se entiende por “Carga Alostática” a aquellos cambios fisiológicos producidos en el funcionamiento de un organismo ante la presencia de un estresor crónico. El mantenimiento de este estado corporal a largo plazo, poseería efectos nocivos para el sujeto pues, el organismo no está preparado para soportarlo durante periodos largos de tiempo. A modo de ejemplo, el aumento de la tasa cardíaca ante un estresor puntual es de extrema relevancia pues movilizaría la sangre a la musculatura estriada en orden a huir del estímulo amenazante pero, este estado sostenido en el tiempo puede dar lugar a múltiples complicaciones tales como arritmias, infartos de miocardio o hipertensión arterial (Thayer y Brosschot, 2005). El efecto terapéutico de la práctica del Yoga no sería otro que hacer salir al sujeto del estado fisiológico de “Carga Alostática” para devolver al organismo a un estado homeostático.

Por lo tanto, el autor propone que una respuesta de estrés prolongada en el tiempo conlleva: (a).- Un mal funcionamiento del sistema nervioso autónomo. Concretamente, la rama parasimpática funcionaria por defecto y la simpática por

exceso, (b).- Un incremento de la “Carga Alostática” o respuesta de estrés crónica que pondría en riesgo la salud del individuo y, (c).- alteraciones en la neurotransmisión Gabaérgica, en concreto disminución de la misma.

Por otro lado, la práctica sistemática de Yoga produciría: (a).- La corrección o regulación del funcionamiento del sistema nervioso autónomo; aumentaría la actividad de la rama parasimpática y disminuiría la actividad de la rama simpática, (b).- regularía al alza la neurotransmisión Gabaérgica y, (c).- disminuiría la “Carga Alostática” y, consecuentemente la sintomatología asociada al estrés.

De esta forma, el autor propone, a grandes rasgos, que la práctica del Yoga supondría la vuelta a la homeostasis de aquellos sistemas alterados por una respuesta de estrés crónica. Además, durante el proceso se observaría mejorías en el funcionamiento de áreas cerebrales (globales) implicadas en la regulación de la respuesta del miedo. Finalmente, el objetivo sería conseguir una mayor flexibilidad de los mecanismos involucrados en la respuesta de estrés lo que repercutiría de forma positiva en la salud general del individuo.

Estrés crónico		Práctica de Yoga	
↑	Sistema nervioso simpático (SNS)	↑	Sistema nervioso parasimpático
↑	Eje HHA	↓	Eje HHA
↓	Actividad Gabaérgica	↑	Actividad Gabérgica

Tabla 2.- Modificaciones en diversos sistemas biológicos en periodos de estrés crónico (responsable de la sintomatología asociada al estrés) y tras la práctica del Yoga. Tomado de Streeter et al., (2012)

### 2.c.3.- Teoría neurobiológica de la respiración

Brown y Gerbarg, (2005) proponen un modelo para explicar cómo es que la práctica del Yoga repercute de forma positiva en el individuo que lo practica. En concreto, reduciendo la sintomatología asociada el estrés. Para ello se centran en el componente respiratorio del Yoga (*prânâyâma*). Si bien este modelo puede explicar al menos parcialmente una de las vías por las que esta disciplina mente-cuerpo lleva a cabo sus efectos neurobiológicos, no se considera extremadamente relevante ya que el

componente en el que centran su explicación es común a otro tipo de prácticas o disciplinas mente cuerpo (meditación, Mindfulness, entre otras).

Estos autores proponen que existen determinados receptores en áreas del sistema respiratorio (tráquea y alveolos pulmonares, entre otros) que enviarían información acerca del ritmo respiratorio o cantidad de oxígeno al sistema nervioso central (SNC). La función del SNC sería integrar esa información con otras señales de diversas naturaleza y provenientes tanto de otras zonas cerebrales como del ambiente. Una vez la información es integrada, el sujeto la utilizaría para interpretar sus percepciones, cogniciones, emociones y sensaciones viscerales.

El modelo sugiere que puesto que la señal respiratoria es de vital relevancia y por lo tanto, posee prioridad absoluta sobre otro tipo de información, el SNC la atenderá de inmediato y adaptará su funcionamiento a esta. De esta forma, nuestra percepción, cognición, sentimientos y conducta quedarían modulados en función de la información respiratoria que llegue al SNC. Derivado de esto, la práctica del Yoga mediante su componente respiratorio modificará y modulará nuestras cogniciones, percepciones, sentimientos y, en última instancia, nuestra conducta.

#### 2.c.4.- Modelos neurobiológicos en vías de desarrollo

A día de hoy existen datos empíricos que hacen pensar que algunos sistemas neurobiológicos intervienen en el efecto terapéutico del Yoga pero, a veces, estos no son suficientes o son datos muy novedosos como para que se haya articulado todo un modelo explicativo en torno a estos.

A continuación, y de acuerdo con Riley y Park, (2015), se citan algunos de los aspectos fisiológicos o estructurales que acumulan un mayor grado de evidencia empírica a su favor pero que aún no han sido integrados en modelos conceptuales:

1. Hipotálamo posterior: Bagga y Gandhi, (1982) demostraron que tras una sola sesión de Yoga se observaba una disminución de la actividad del área posterior del hipotálamo a la vez que decrecía la presión sanguínea. Actualmente se sigue investigando la forma exacta en la que esta área modula la respuesta de estrés con técnicas actuales de neuroimagen.

2. Óxido nítrico: Dunn et al., (2007) encontraron, tras la realización de una exhaustiva revisión bibliográfica, que el óxido nítrico podría ser un mecanismo subyacente a la sensación de bienestar inducida por la práctica del Hatha Yoga. El óxido nítrico está relacionado con la sensación de bienestar y reducción del estrés (Michalsen et al., 2005). Estos autores proponían que quizá la puesta en práctica de las *asanas* (o posturas corporales) causan una estimulación repetida de los vasos sanguíneos la cual modularía la presión sanguínea y alteraría de alguna forma la funcionalidad de los tejidos que conforman sus paredes o endotelio. Así, se crearía un ambiente óptimo donde el óxido nítrico estaría constantemente siendo producido y liberado.
  
3. Estimulación del Nervio Vago: El par craneal X está asociado con la regulación de la tasa cardíaca, la presión sanguínea y la secreción de jugos gástricos, entre otras funciones. Innes et al., (2007) señalaban que la práctica del Yoga se asociaba con una disminución casi instantánea de la tasa cardíaca y de la presión sanguínea; estos efectos hipotéticamente estarían mediados por el aumento de la actividad del Nervio Vago mediante la práctica de esta disciplina. Además, Sengupta, Chaudhuri y Chattacharya, (2013) señalan que mediante el aumento de la actividad del Nervio Vago se vería reducida la actividad del sistema nervioso simpático y, finalmente, la actividad del eje HHA. Por último, el aumento de la actividad del Nervio Vago quedaría asociada con una mayor tasa de neurotransmisión gabaérgica y con una menor tasa de neurotransmisión serotoninérgica y noradrenérgica (Ross y Thomas, 2010).

### **3.- Conclusiones**

Para concluir, se exponen en síntesis algunos de los resultados más relevantes que han quedado plasmados en el presente documento así como algunos aspectos críticos de cara a la futura investigación en el ámbito que nos ocupa.

Existe una inmensa bibliografía en relación a la historia de la disciplina del Yoga; en este caso, se ha intentado consultar aquellos documentos con un carácter científico y/o divulgativo. Por otro lado, existe una gran cantidad de estudios que abordan los efectos de la práctica del Yoga en el eje HHA (específicamente los cambios en los niveles de cortisol). En la población sana se suele encontrar que la práctica del Yoga no afecta a los niveles basales de cortisol aunque sí mejora la sintomatología asociada al estrés. Sin embargo, en diversas patologías psíquicas o físicas aquí mencionadas sí se encuentran diferencias significativas en los niveles basales de cortisol que la mayoría de las veces correlaciona con la disminución de la sintomatología asociada al trastorno en cuestión. Así, de forma general, parece ser que la práctica de esta disciplina milenaria lograría modificar los niveles basales de cortisol en aquellas patologías donde, por la naturaleza de esta, se encuentran alterados (depresión, diabetes, padecimiento de alguna variedad de cáncer o dolor crónico, entre otras) mientras que la población general se vería beneficiada de los múltiples efectos terapéuticos de la práctica de esta disciplina pero, que dichos efectos positivos observados parecerían no ir mediados, principalmente, por cambios en los niveles de glucocorticoides. Así mismo, se destaca la relevancia del estudio de esta disciplina mente-cuerpo en mujeres gestantes debido a la imposibilidad de beneficiarse de otros tipos de terapias farmacológicas para paliar los síntomas asociados al parto.

Por último, en relación a los estudios donde se abordan las variaciones de cortisol en diferentes poblaciones, exponer que, de cara a la futura investigación se deberían controlar de forma más exhaustiva la variedad de Yoga utilizada (puesto que en diversos estudios no se especifica), el momento del día o la forma en la que se mide el cortisol ya sea esta salivar o en sangre (puesto que su secreción se acoge a un ritmo de carácter circadiano y, por lo tanto variante en diferentes momentos del día) y la dificultad de la práctica del programa de Yoga diseñado en función de la población a la que va dirigido.

Así pues, para concluir, se cree que existe un gran número de datos inconexos en relación a los efectos terapéuticos del Yoga; así, sería interesante continuar elaborando modelos conceptuales explicativos para dar cuenta de porqué funciona la práctica del Yoga y qué efectos tiene esta a nivel neurobiológico. De esta forma, dicha práctica milenaria podría reforzar sus bases en orden a ser utilizada como práctica alternativa en diversos problemas de salud (físicos y/o psicológicos). Destacar, de igual forma, que existe una línea de investigación muy prometedora en relación a los efectos de la práctica del Yoga sobre las concentraciones del glucocorticoide DHEA así como en los cambios a nivel de expresión genética molecular en practicantes sistemáticos de dicha disciplina.

## Referencias bibliográficas

- Abril Alonso, A., Ambrosio Flores, E., de Blas Calleja, M. R., Caminero Gómez, Á., García Lecumberri, C., & de Pablo González, J. M. (2009). *Fundamentos de psicobiología*. Madrid: Sanz y Torres. Cap. 13.
- Allen, A. P., Kennedy, P. J., Cryan, J. F., Dinan, T. G., & Clarke, G. (2014). Biological and psychological markers of stress in humans: focus on the Trier Social Stress Test. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 38, 94-124.
- Anguita, A. G. (2012). *Niveles de dehidroepiandrosterona sulfato (DHEA-S) y sus efectos en adolescentes estudio de polimorfismos genéticos relacionados con dichos niveles* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Madrid).
- Bagga, O. P., & Gandhi, A. (1982). A comparative study of the effect of Transcendental Meditation (TM) and Shavasana practice on cardiovascular system. *Indian heart journal*, 35(1), 39-45.
- Barnett E., & Shale, J. (2012). Integration of Complementary and Alternative Medicine (CAM) Into the Practice of Psychology: A vision for the Future. *Professional Psychology: Research and Practice*. 43 (6), 576-585
- Bower, J. E., Woolery, A., Sternlieb, B., & Garet, D. (2005). Yoga for cancer patients and survivors. *Cancer control*, 12(3), 165-172

Bower, J. E., Greendale, G., Crosswell, A. D., Garet, D., Sternlieb, B., Ganz, P. A., ... & Cole, S. W. (2014). Yoga reduces inflammatory signaling in fatigued breast cancer survivors: a randomized controlled trial. *Psychoneuroendocrinology*, *43*, 20-29.

Bowden, D., Gaudry, C., An, S. C., & Gruzelier, J. (2011). A comparative randomised controlled trial of the effects of brain wave vibration training, iyengar yoga, and mindfulness on mood, well-being, and salivary cortisol. *Evidence-based complementary and alternative medicine*, *2012*, 1-13. doi:10.1155/2012/234713

Brown, R. P., & Gerbarg, P. L. (2005). Sudarshan Kriya Yogic breathing in the treatment of stress, anxiety, and depression: part II—clinical applications and guidelines. *Journal of Alternative & Complementary Medicine*, *11*(4), 711-717.

Butzer, B., Day, D., Potts, A., Ryan, C., Coulombe, S., Davies, B., ... & Khalsa, S. B. S. (2014). Effects of a Classroom-Based Yoga Intervention on Cortisol and Behavior in Second-and Third-Grade Students A Pilot Study. *Journal of evidence-based complementary & alternative medicine*, *5*(1), 41-49.

Cheema, B. S., Houridis, A., Busch, L., Raschke-Cheema, V., Melville, G. W., Marshall, P. W., ... & Colagiuri, B. (2013). Effect of an office worksite-based yoga program on heart rate variability: outcomes of a randomized controlled trial. *BMC complementary and alternative medicine*, *13*(1), 82-84. doi: 10.1186/1472-6882-13-82

Chatterjee, S., & Mondal, S. (2014). Effect of regular yogic training on growth hormone and dehydroepiandrosterone sulfate as an endocrine marker of aging. *Evidence-*

*Based Complementary and Alternative Medicine*, (2014), 1-15. doi:  
10.1155/2014/240581

Cohen, D. L., Bloedon, L. T., Rothman, R. L., Farrar, J. T., Galantino, M. L., Volger, S., ... & Townsend, R. R. (2011). Iyengar yoga versus enhanced usual care on blood pressure in patients with prehypertension to stage I hypertension: a randomized controlled trial. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, (2011).1-8.

Cramer, H., Anheyer, D., Lauche, R., & Dobos, G. (2017). A systematic review of yoga for major depressive disorder. *Journal of Affective Disorders*, 213 (15), 70-77.

Da Silva, T. L., Ravindran, L. N., & Ravindran, A. V. (2009). Yoga in the treatment of mood and anxiety disorders: A review. *Asian Journal of Psychiatry*, 2(1), 6-16.

Dunn, K. D. (2007). A review of the literature examining the physiological processes underlying the therapeutic benefits of Hatha yoga. *Advances in mind-body medicine*, 23(3), 10-18.

Dusek, J. A., Otu, H. H., Wohlhueter, A. L., Bhasin, M., Zerbini, L. F., Joseph, M. G., ... & Libermann, T. A. (2008). Genomic counter-stress changes induced by the relaxation response. *PloS one*, 3(7), e2576.

Field, T. (2009). *Complementary and alternative therapies research*. American Psychological Association. Cap. 6

Field, T., Diego, M., Delgado, J., & Medina, L. (2013). Yoga and social support reduce prenatal depression, anxiety and cortisol. *Journal of bodywork and movement therapies*, 17(4), 397-403.

Galliford, M., Robinson, S., Bridge, P., & Carmichael, M. (2017). Salute to the sun: a new dawn in yoga therapy for breast cancer. *Journal of Medical Radiation Sciences*. Versión on-line. doi: 10.1002/jmrs.218

Garland, E. L., & Howard, M. O. (2009). Neuroplasticity, psychosocial genomics, and the biopsychosocial paradigm in the 21st century. *Health & Social Work*, 34(3), 191-199.

Girodo, M. (1974). Yoga meditation and flooding in the treatment of anxiety neurosis. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 5(2), 157-160

Gopal, A., Mondal, S., Gandhi, A., Arora, S., & Bhattacharjee, J. (2011). Effect of integrated yoga practices on immune responses in examination stress-A preliminary study. *International journal of yoga*, 4(1), 26-32.

Gothe, N. P., Keswani, R. K., & McAuley, E. (2016). Yoga practice improves executive function by attenuating stress levels. *Biological Psychology*, 121, 109-116.

Hewett, Z. L., Ransdell, L. B., Gao, Y., Petlichkoff, L. M., & Lucas, S. (2011). An examination of the effectiveness of an 8-week bikram yoga program on

mindfulness, perceived stress, and physical fitness. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 9(2), 87-92.

Innes, K. E., Vincent, H. K., & Taylor, A. G. (2007). Chronic stress and insulin resistance-related indices of cardiovascular disease risk, part 2: a potential role for mind-body therapies. *Alternative therapies in health and medicine*, 13(5), 44-51.

Innes, K. E., & Selfe, T. K. (2015). Yoga for adults with type 2 diabetes: a systematic review of controlled trials. *Journal of diabetes research*, 2016, 1-23.doi: 10.1155/2016/6979370

Jacquemart, P., & Elkefi, S. (1994). *El yoga terapéutico*. Ediciones Robinbook

Jeter, P. E., Slutsky, J., Singh, N., & Khalsa, S. B. S. (2015). Yoga as a therapeutic intervention: a bibliometric analysis of published research studies from 1967 to 2013. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 21(10), 586-592.

Jorge, M. P., Santaella, D. F., Pontes, I. M., Shiramizu, V. K., Nascimento, E. B., Cabral, A., ... & Ribeiro, A. M. (2016). Hatha Yoga practice decreases menopause symptoms and improves quality of life: A randomized controlled trial. *Complementary therapies in medicine*, 26, 128-135.

- Kamin, H. S., & Kertes, D. A. (2016). Cortisol and DHEA in Development and Psychopathology. *Hormones and Behavior*, *89*, 69-85. doi: /10.1016/j.yhbeh.2016.11.018
- Kanojia, S., Sharma, V. K., Gandhi, A., Kapoor, R., Kukreja, A., & Subramanian, S. K. (2013). Effect of yoga on autonomic functions and psychological status during both phases of menstrual cycle in young healthy females. *J Clin Diagn Res*, *7*(10), 2133-2139
- Kennedy, S. (2016). Psychosocial Stress, Health, and the Hippocampus. *The Journal of Undergraduate Neuroscience Education*, *15* (1), R12-R13
- Khalsa, D. S., Amen, D., Hanks, C., Money, N., & Newberg, A. (2009). Cerebral blood flow changes during chanting meditation. *Nuclear medicine communications*, *30*(12), 956-961.
- Kulkarni, D. D., & Bera, T. K. (2009). Yogic exercises and health—A psycho-neuro immunological approach. *Indian Journal of Physiology and pharmacology*, *53*(1), 3-15
- Linares, V., Burón, R. R., Rodríguez, J., López, L., & Guadalupe, L. (2008). Psiconeuroinmunología: Conexiones entre sistema nervioso y sistema inmune, *15*(1), 115-142
- Lim, S. A., & Cheong, K. J. (2015). Regular Yoga Practice Improves Antioxidant Status, Immune Function, and Stress Hormone Releases in Young Healthy

People: A Randomized, Double-Blind, Controlled Pilot Study. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 21(9), 530-538.

Lu, Y. H., Rosner, B., Chang, G., & Fishman, L. M. (2016). Twelve-Minute Daily Yoga Regimen Reverses Osteoporotic Bone Loss. *Topics in geriatric rehabilitation*, 32(2), 81-87

National Institutes of Health (NIH). (20 de Marzo de 2017). NIH The NIH almanac (NCCAM). Recuperado de <http://www.nih.gov/about/almanac/organization/NCCAM.htm>

Naveen, G. H., Varambally, S., Thirthalli, J., Rao, M., Christopher, R., & Gangadhar, B. N. (2016). Serum cortisol and BDNF in patients with major depression—effect of yoga. *International Review of Psychiatry*, 28(3), 273-278.

Newham, J. J., Wittkowski, A., Hurley, J., Aplin, J. D., & Westwood, M. (2014). Effects of antenatal yoga on maternal anxiety and depression: a randomized controlled trial. *Depression and anxiety*, 31(8), 631-640.

McEwen, B. S. (2007). Physiology and neurobiology of stress and adaptation: central role of the brain. *Physiological reviews*, 87(3), 873-904.

Michalsen, A., Grossman, P., Acil, A., Langhorst, J., Lüdtker, R., Esch, T., ... & Dobos, G. (2005). Rapid stress reduction and anxiolysis among distressed women as a consequence of a three-month intensive yoga program. *Medical Science Monitor*, 11(12), CR555-CR561.

- Muñoz, A. (2016). ¿ El yoga o los yogas? Entre la tradición y la taxonomía. *Estudios de Asia y África*, 51(2), 465-479.
- Palazidou, E. (2012). The neurobiology of depression. *British medical bulletin*, 101(1), 127-145.
- Pascoe, M. C., & Bauer, I. E. (2015). A systematic review of randomised control trials on the effects of yoga on stress measures and mood. *Journal of psychiatric research*, 68, 270-282.
- Park, C. (2013). Mind-Body CAM Interventions: Current Status and Considerations for Integration Into Clinical Health Psychology. *Journal of clinical psychology*, 69(1), 45-63.
- Purdy, J. (2013). Chronic physical illness: a psychophysiological approach for chronic physical illness. *The Yale journal of biology and medicine*, 86(1), 15-28
- Qureshi, N. A., & Al-Bedah, A. M. (2013). Mood disorders and complementary and alternative medicine: a literature review. *Neuropsychiatr Dis Treat*, 9(639), 58-78
- Riley, K. E., & Park, C. L. (2015). How does yoga reduce stress? A systematic review of mechanisms of change and guide to future inquiry. *Health psychology review*, 9(3), 379-396.

Roehr, B. (2008). Managing stress: Yoga, tai chi may help. *Dermatology Times*, pp. 22–23.

Rocha, K. K. F., Ribeiro, A. M., Rocha, K. C. F., Sousa, M. B. C., Albuquerque, F. S., Ribeiro, S., & Silva, R. H. (2012). Improvement in physiological and psychological parameters after 6months of yoga practice. *Consciousness and cognition*, 21(2), 843-850.

Román, M. T., (1998). Yoga en la India antigua. *Espacio Tiempo y Forma. Serie II, Historia Antigua*, (11). Disponible en:<<http://revistas.uned.es/index.php/ETFII/article/view/4327>>. Fecha de acceso: 23 abr. 2017 doi:<http://dx.doi.org/10.5944/etfii.11.1998.4327>.

Ross, A., & Thomas, S. (2010). The health benefits of yoga and exercise: a review of comparison studies. *The journal of Alternative and complementary medicine*, 16(1), 3-12.

Sengupta, P., Chaudhuri, P., & Bhattacharya, K. (2013). Male reproductive health and yoga. *International journal of yoga*, 6(2), 87-95

Sharma, R., Gupta, N., & Bijlani, R. L. (2008). Effect of yoga based lifestyle intervention on subjective well-being. *Indian J Physiol Pharmacol*, 52(2), 123-131.

- Singh, V. P., Khandelwal, B., & Sherpa, N. T. (2014). Psycho-neuro-endocrine-immune mechanisms of action of yoga in type II diabetes. *Ancient science of life*, 35(1), 12-17.
- Smith, H. (2000). *Ixts religiones del mundo*. México: Océano.
- Staples, J., (2014). Yoga. En Marc S., Micozzi. *Alternative and Complementary Medicine* (20 ed., pp. 332-347). China: Saunders. El Servier
- Stewart, M. (2005). *Yoga*. Editorial AMAT.
- Streeter, C. C., Gerbarg, P. L., Saper, R. B., Ciraulo, D. A., & Brown, R. P. (2012). Effects of yoga on the autonomic nervous system, gamma-aminobutyric-acid, and allostasis in epilepsy, depression, and post-traumatic stress disorder. *Medical hypotheses*, 78(5), 571-579.
- Thayer J., y Brosschot J.. (2005). Psychosomatics and psychopathology: looking up and down from the brain. *Psychoneuroendocrinology* 30 (10), 1050-1058
- Thirhalli, J., Naveen, G. H., Rao, M. G., Varambally, S., Christopher, R., & Gangadhar, B. N. (2013). Cortisol and antidepressant effects of yoga. *Indian journal of psychiatry*, 55(7), 405-408
- Trökes, A. (2002). *El gran libro del yoga: un moderno método para la práctica del hatha-yoga*. Círculo de Lectores.

Uebelacker, L. A., Epstein-Lubow, G., Gaudiano, B. A., Tremont, G., Battle, C. L., & Miller, I. W. (2010). Hatha yoga for depression: critical review of the evidence for efficacy, plausible mechanisms of action, and directions for future research. *Journal of Psychiatric Practice*®, 16(1), 22-33.

Vivekananda, S., (1975). *Raja Yoga*. Kier: Buenos Aires.

Woolery, A., Myers, H., Sternlieb, B., & Zeltzer, L. (2004). A yoga intervention for young adults with elevated symptoms of depression. *Alternative therapies in health and medicine*, 10(2), 60-63

Zarazaga, E., Martínez, A., & Maestre, C. (1999). Evaluación de estrategias de afrontamiento al dolor crónico. *Revista de Psicología de la Salud*, 11(1-2), 77-102.

Zimmer, H., (1979). *Filosofías de la India*. Buenos Aires: Edudeba.