

Brain Fitness

La ciencia de los cerebros en forma



Guía elaborada por **UNOBRAIN**

www.unobrain.com

Copyright © 2012 Unobrain Neurotechnologies
Todos los derechos reservados

Visita: www.unobrain.com para más información
amigos@unobrain.com

*A todos los que contribuyen a que el cuidado del cerebro se
convierta en hábito de vida.*

ÍNDICE

Introducción	8
Capítulo I. Apunta a tu cerebro al gimnasio	11
1. Funciones Cognitivas	12
1.1. Percepción y velocidad de procesamiento de la información	13
1.2. Atención	21
1.3. Memoria	28
1.4. Funciones ejecutivas	34
1.5. Lenguaje	41
2. Neurogénesis y plasticidad cerebral	46
2.1. Neurogénesis y aprendizaje	48
2.2. Plasticidad cerebral	49
3. Beneficios del entrenamiento cerebral	50
3.1. Estimulación de capacidades en niños sanos	51
3.2. Tratamiento de niños con déficit de atención e hiperactividad (TDAH)	53
3.3. Entrenamiento en adultos sanos	54
3.4. Alzheimer	56
3.5. Esclerosis múltiple	57
3.6. Fibromialgia	58
4. ¿Por qué juegos por ordenador?	59
4.1. Entrenamiento online con Uno-braining	60

	5. ¿Qué opinan los expertos? Entrevista a Alberto Coto	62
Capítulo II.	Lucha contra el estrés	68
	1. Estrés	69
	2. Correlato neuropsicógico	71
	3. Efectos nocivos del estrés	76
	3.1. Enfermedades cardiovasculares	76
	3.2. Cefaleas	77
	3.3. Migrañas	78
	3.4. Fibromialgia	79
	3.5. Alteraciones del sistema inmunitario	81
	3.6. Envejecimiento prematuro	82
	3.7. Trastornos de aprendizaje y memoria	82
	4. Beneficios de la meditación y uso de neurofeedback en la reducción del estrés	84
	4.1. Meditación	84
	4.2. Neurofeedback	89
	4.3. Método Unozen de control del estrés	91
	5. ¿Qué opinan los expertos? Entrevista a Javier García Campayo	91
Capítulo III.	Somos lo que comemos	97
	1. Propiedades cerebrales de los nutrientes ..	98
	1.1. Macronutrientes	98
	1.2. Micronutrientes	110
	2. Importancia de los antioxidantes	117
	2.1. Antioxidantes polifenólicos	119

	2.2. Carotenoides	121
3.	Grupos de alimentos	121
	3.1 Alimentos proteicos	121
	3.2. Alimentos ricos en hidratos de carbono	126
	3.3. Alimentos ricos en grasas	130
	3.4. Frutas y hortalizas	132
	3.5. Alimentos funcionales	133
4.	Alimentos estimulantes de la función cerebral	134
5.	Nutrición y diversas patologías	137
	5.1. Cefaleas y migrañas	137
	5.2. Fibromialgia	139
	5.3. Párkinson	140
	5.4. Esclerosis múltiple	142
	5.5. alzhéimer	143
6.	Alimentación, equilibrio y bienestar	145
	6.1. Unomenu y neuronutrición óptima	145
7.	¿Qué opinan los expertos? Entrevista a Jesús Román	146
Capítulo IV.	Mens sana in corpore sano	151
1.	Conceptos básicos de psicobiología	156
	1.1. Relaciones entre el cerebro y el resto del cuerpo	169
	1.2. Ejercicio cardiocerebral	173
2.	Ejercicio físico y rendimiento cognitivo	176
	2.1. Estudios con niños	187
	2.2. Estudios con jóvenes y adultos	188
	2.3. Estudios con personas mayores	189

3.	Beneficios del ejercicio físico sobre algunas enfermedades	190
	3.1. Depresión	190
	3.2. Ansiedad	192
	3.3. Demencia y alzhéimer	192
	3.4. Párkinson	197
	3.5. Esclerosis múltiple	199
	3.6. Abuso de sustancias	203
	3.7. Fibromialgia	203
4.	Ejercicio, salud y bienestar	215
	4.1. plan personalizado de entrenamiento con Unogym	215
5.	¿Qué opinan los expertos? Entrevista a Álvaro Yáñez	217
Capítulo V.	Conclusiones	220
Bibliografía	225

INTRODUCCIÓN

La esperanza de vida de la población ha aumentado gracias a aspectos como el progreso en medicina o el acceso a una alimentación mejor. Vivimos más años, lo cual no significa que vivamos mejor.

Envejecemos. Nuestro cerebro, como parte fundamental de nuestro organismo, también envejece, pero, ¿hasta qué punto hay que resignarse a la pérdida de las facultades mentales derivadas de la edad?

El menor rendimiento en algunas funciones mentales llega con el paso de los años. Hasta hace muy poco, ese deterioro se asumía como un hecho irrevocable. Sin embargo, en los últimos tiempos la comunidad científica ha puesto su punto de mira en un fenómeno relevante a nivel cerebral. Ese fenómeno es la neuroplasticidad.

La neuroplasticidad es la capacidad de generar de manera constante nuevas neuronas y nuevas conexiones entre neuronas. Aunque se da de forma más intensa en la infancia, también está presente en la edad adulta. Esta realidad convierte al cerebro, en el ámbito práctico, en algo parecido a un músculo, por lo que debe ser ejercitado de manera correcta para producir millones de conexiones nuevas. El cerebro debe recibir el trato adecuado. Así, aunque a nivel celular puede que se den

cambios en nuestras células nerviosas, es posible mitigarlos, funcionando al mismo nivel que en edades más jóvenes, e incluso mejor en algunos aspectos.

La neurociencia ha demostrado con numerosos estudios que el deterioro se puede frenar con un adecuado estilo de vida. Las evidencias científicas se centran en los efectos beneficiosos del entrenamiento mental, del control del nivel de estrés, de la alimentación neurosaludable y del ejercicio aeróbico regular y exigente, precisamente las áreas sobre las que se construye la novedosa disciplina del Brain Fitness.

El Brain Fitness es un conjunto de actividades que busca fortalecer las distintas áreas cognitivas del usuario. Nació como una corriente en EE.UU. y se ha convertido en una tendencia imparable en los últimos veinte años. La población estadounidense entendió la importancia de mantener el cerebro en forma para conseguir una mejor calidad de vida, y sumó el Brain Fitness a su rutina diaria.

Unobrain es el primer Club Online de Brain Fitness del mundo. Un equipo multidisciplinar de neuropsicólogos, ingenieros, programadores, nutricionistas, meditadores, especialistas en ciencias de la actividad física, etc. se ha unido con el objetivo de ayudar al gran público a cuidar y ejercitar el cerebro de manera constante.

Unobrain cuenta con un gimnasio cerebral (UNOBRAINING), con programas personalizados de entrenamiento, compuestos por juegos que trabajan especialmente la atención, la memoria, el lenguaje y la velocidad de procesamiento del usuario. Además, el gimnasio se complementa con un programa de control del estrés (UNOZEN) que ayuda a que el miembro de Unobrain controle sus ondas cerebrales mediante el uso de un casco de electroencefalografía y pueda aprovechar los beneficios científicos de la meditación. Por otro lado, el miembro de Unobrain dispone de un menú cerebro-saludable (UNOMENU) interactivo que aporta numerosos beneficios al funcionamiento del cerebro, y de un programa de actividad física cardiocerebral (UNOGYM) que mejora las capacidades cognitivas y que maximiza el rendimiento cerebral.

Los capítulos que siguen pretenden dar al lector toda la información necesaria para entender el concepto de Brain Fitness y conocer las bases teóricas sobre las que se sustenta. Dentro de las cuatro áreas principales (entrenamiento cerebral, control del estrés, nutrición y ejercicio físico) se explicarán las características de cada actividad con el respaldo de una amplia bibliografía científica.

Capítulo I

APUNTA A TU CEREBRO AL GIMNASIO

“El cerebro es el que nos dirige, así que tenerlo ágil es básico”

Alberto Coto

Campeón mundial en cálculo mental

La lectura de este capítulo permitirá al lector comprender la importancia del ejercicio cerebral. Se repararán las capacidades cognitivas (percepción y VPI, atención, memoria y funciones ejecutivas), se ahondará en los conceptos de neurogénesis y plasticidad cerebral, y se explicarán, a través de una revisión de estudios científicos, los beneficios del entrenamiento del cerebro y de los juegos por ordenador. La entrevista al calculista mental Alberto Coto reforzará las ideas vistas durante el capítulo.

1. FUNCIONES COGNITIVAS

Las funciones cognitivas son las capacidades que nos permiten manejarnos en nuestra vida diaria. Están presentes en nuestro día a día: cuando montamos en bicicleta, conducimos, hacemos la compra, hablamos con los amigos, etc.

Principalmente podemos distinguir (si bien, evidentemente, están relacionadas unas con otras) las siguientes funciones cognitivas: percepción y velocidad de procesamiento de la información, atención, memoria, lenguaje y funciones ejecutivas.

1.1. PERCEPCIÓN Y VELOCIDAD DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La percepción puede definirse como el conjunto de procesos y actividades relacionados con la estimulación de los sentidos, mediante los cuales una persona obtiene información de su alrededor, de las acciones que ejecuta y sobre sí misma (Rivera, Arellano y Molero, 2000). La percepción no es proceso meramente pasivo, sino que la persona participa activamente en él, interpretando todas estas señales.

Se suele decir que existen cinco sentidos, pero en realidad son más, aunque diversos expertos no logran ponerse de acuerdo sobre su número.

Percepción visual

Gracias a este sentido somos capaces de reconocer e interpretar las ondas electromagnéticas (dentro de lo que se conoce como luz visible, que comprendería unos valores de longitud de onda entre 380 y 760 nanómetros) convirtiendo esos estímulos físicos en sensaciones subjetivas.

Se discute sobre si se trata de un solo sentido o por el contrario son varios distintos, ya que hay receptores diferenciados que son responsables de la percepción del

color (frecuencia de onda) y del brillo (energía). Algunos investigadores proponen que la percepción de la profundidad también constituye un sentido, pero varios autores coinciden en que se trata de una función post-sensorial cognitiva derivada de tener visión estereoscópica (dos ojos) y no de una percepción sensorial como tal (Cedillo, 2009).

Hay muchas zonas del cerebro implicadas en la percepción visual. La vía primaria comprendería el recorrido desde la retina a través del nervio óptico, llegando al núcleo geniculado lateral dorsal (NGL) del tálamo, cuyas neuronas envían sus axones a la corteza visual primaria o corteza estriada (Carlson, 2010). La corteza visual primaria (área de Brodmann 17) se encuentra en la cara medial de del lóbulo occipital. Alrededor se encuentran las áreas 18 y 19 de Brodmann, también conocidas como corteza visual secundaria (Giménez-Amaya, 2000).

La vía dorsal, implicada en la percepción de la localización espacial y el movimiento de los objetos, se iniciaría en esta corteza estriada y acabaría en la corteza parietal posterior. A su vez, la vía ventral, relacionada con la percepción de la forma y el color, finalizaría en la corteza temporal inferior. Diversas regiones de la corteza visual de asociación, como el complejo occipital lateral o el área facial fusiforme, se implican en la percepción de

objetos complejos, como el análisis del rostro de personas u otros objetos que requieren experiencia en el reconocimiento (Carlson, 2010).

Como vemos, gracias a este proceso cognitivo percibimos la forma, el color, la profundidad y el movimiento de los estímulos visuales. Esto nos hace ser capaces de reconocer objetos, animales y personas y de situar éstos y a nosotros mismos en el espacio.

Es uno de nuestros principales sentidos (un 20% de la corteza cerebral interviene directamente en el análisis de la información visual), y en general produce una gran curiosidad científica debido a la gran cantidad de información que nos proporciona, por lo que ha sido ampliamente estudiado por psicólogos, anatomistas y fisiólogos.

Percepción auditiva

Gracias a nuestros oídos percibimos las vibraciones del entorno, siempre que oscilen entre 20 y 20 000 Hz. En cuanto a la tonalidad, las frecuencias altas las percibimos como agudas, y las frecuencias bajas, como graves; la intensidad de un sonido iría ligada a la amplitud de la onda.

La percepción auditiva es especialmente importante ya que, además de permitirnos reconocer sonidos y

localizarlos en el entorno nos hace capaces de reconocer el lenguaje. Las áreas del cerebro que se encargan de esta capacidad se encuentran situadas en la corteza temporal.

Percepción gustativa

Es uno de los dos sentidos químicos del cuerpo. Existen por lo menos cuatro tipos de gustos o receptores en la lengua (dulce, salado, amargo, ácido). Algunos anatomistas discuten si éstos constituyen cuatro o más sentidos, dado que cada receptor transporta la información a una región ligeramente diferente del cerebro. Existe un quinto receptor para una sensación llamada umami, que detecta el aminoácido glutamato, un sabor encontrado comúnmente en carne, y en condimentaciones artificiales tales como glutamato monosódico. Fue descubierto en 1908 por el Dr. Ikeda, y desde entonces se han relacionado numerosas investigaciones relacionadas con este nuevo sabor, entre las que se incluyen tratamientos para trastornos relacionados con la alimentación, como la disfagia, sequedad de boca o anorexia (Uneyama y Cols., 2009).

Percepción olfativa

Es el otro sentido químico. Tenemos centenares de receptores olfativos y cada uno se une con una molécula particular (Brandt y cols., 2010). El procesamiento de la información olfativa se sitúa, entre otras zonas, en el núcleo accumbens, la corteza prefrontal medial y la corteza prefrontal dorsolateral, áreas cerebrales asociadas a la memoria (Westervelt, Somerville y Tremont, 2005) y las emociones (sistema límbico) (Soudry y cols., 2011). De forma importante, las alteraciones olfativas aparecen con frecuencia en diversas enfermedades neurodegenerativas como la enfermedad de Parkinson, la esclerosis múltiple o la enfermedad de Alzheimer.

Percepción somatosensorial

Muchos autores coinciden en diferenciar diversos tipos de tacto o sensaciones físicas del cuerpo, que irían agrupados dentro de lo que llamamos somatestesia.

Lo que habitualmente llamamos “sentido del tacto” sería en realidad una percepción de presión en la piel.

La termocepción es la percepción del calor y de su ausencia (frío). Existe de nuevo un cierto desacuerdo sobre cuántos sentidos representa ésta realmente, debi-

do a que los termorreceptores de la piel son absolutamente diferentes de los termorreceptores homeostáticos que proporcionan la regulación de la temperatura interna del cuerpo.

La nocicepción es la percepción del dolor. Los tres tipos de receptores del dolor son: cutáneos (piel), somáticos (articulaciones y huesos) y viscerales (órganos del cuerpo). Para llegar a sentir dolor debe desencadenarse todo el proceso nociceptivo en el que están implicadas diversas estructuras (Molina, 2007). Por lo tanto, llamamos nocicepción a la respuesta que se desencadena frente al estímulo nocivo, siendo el dolor la evocación consciente y subjetiva de esta información, y su interpretación o percepción (López-García y Herrero, 1998).

La propiocepción hace referencia a la capacidad del cuerpo de detectar el movimiento y posición de las articulaciones. Este término fue acuñado por Sherrington en 1906, que la define como “la información sensorial que contribuye al sentido de la posición propia y al movimiento”. Es importante en los movimientos comunes que realizamos diariamente y, fundamentalmente, en los movimientos deportivos que requieren una coordinación especial.

Percepción vestibular

El sentido vestibular nos proporciona la sensación del equilibrio (o su ausencia). Se percibe gracias al líquido del oído interno, aportándonos información sobre la orientación y los movimientos de la cabeza. Que poseamos este sentido y es independiente de los demás es una opinión cada vez más extendida. El vértigo se considera un fuerte indicador de trastornos en el sistema vestibular (Derebery, 2000).

Velocidad de procesamiento de la información

Podemos definir la Velocidad de Procesamiento de la Información (VPI) como “la cantidad de información que puede ser procesada por unidad de tiempo o, incluso, la velocidad a la que pueden realizarse una serie de operaciones cognitivas” (Ríos, 2012). Este concepto alude a la capacidad para focalizar la atención, explorar, ordenar y/o discriminar información con rapidez y eficacia (Weschler, 2005).

Los datos empíricos señalan que con el aumento de la edad se produce una disminución en la velocidad de procesamiento de la información (Junqué y Jódar, 1990; Gálvez, Caracuel y Jaenes, 2011; Vázquez-Marrufo y cols., 2011), por lo que resulta especialmente intere-

sante su entrenamiento como medida preventiva para frenar el envejecimiento del cerebro.

Algunos factores que pueden influir en la velocidad de respuesta son: la motivación, la práctica con la tarea como resultado del aprendizaje y el entrenamiento, el grado de atención, alteraciones en el estado de ánimo, como la depresión o la ansiedad, la impulsividad, dificultades motoras, que pueden enlentecer el movimiento (Ríos, 2012), el consumo de alcohol (ver Unomenú), la presencia de apatía, o haber descansado correctamente con un sueño reparador.

Los numerosos avances que de continuo se registran en el campo de las neurociencias y del registro de la actividad cerebral están permitiendo aportar información relevante en cuanto a las estructuras que pueden subyacer a la VPI o a la lentitud en el procesamiento de información (LPI). La VPI y la LPI se han relacionado más con la sustancia blanca cerebral que con la sustancia gris (Tirapu-Ustárroz y cols., 2011). Diferentes estudios conductuales y mediante técnicas de neuroimagen han sugerido una relación entre la VPI y determinadas características del cerebro, tales como el diámetro de las vías nerviosas, el grado de mielinización, el número de canales iónicos y la eficiencia de las sinapsis. Junqué y Jódar (1990) apuntan que los cambios en la VPI debido al enve-

jecimiento se deben a los cambios degenerativos de los ganglios basales y de la sustancia blanca.

1.2. ATENCIÓN

Nos encontramos rodeados de información y nuestros recursos son limitados, por lo que debemos seleccionar y procesar sólo aquellos estímulos que se consideren relevantes, y para ello está especialmente diseñado el mecanismo cognitivo de la atención. Esta capacidad de selección permite la adaptación a un entorno complejo y cambiante.

La atención es una disposición cognitiva a seleccionar y controlar objetos, informaciones y acciones (Boujon y Quaireau, 2004). Esta disposición puede ser voluntaria o automática. La eficacia y rapidez de atención dependerá del nivel de activación o interés que tengamos, pero también de la capacidad que poseemos para mantenerla, así como de nuestro estado físico, es decir, de si estamos cansados, hambrientos, etc. (Pérez y Navarro, 2011). La atención se relaciona con otros procesos psicológicos, como la percepción, la memoria, la emoción o el aprendizaje, procesos a los que afecta o por los que se ve afectada.

Como ya hemos mencionado, la atención puede ser voluntaria o automática. Diversos factores contribuyen a este hecho, incluyendo las características de los estímulos o el estado motivacional. Incluso ha de tenerse en cuenta que la dirección o intensidad de la atención puede cambiar rápidamente, saltando de un foco a otro en milisegundos.

¿Dónde se procesa la atención en el cerebro? La atención se encuentra ampliamente distribuida en el encéfalo, aunque de forma tradicional se ha dividido en tres sistemas, uno anterior, otro posterior y un tercero de alerta. El sistema anterior, o red neuronal ejecutiva, se localizaría en áreas frontales y límbicas, encargándose del procesamiento de la atención selectiva, los procesos inhibitorios o la detección de errores entre otros. El sistema posterior se divide a su vez en la red neuronal de orientación, que se encargaría de la respuesta de orientación de la atención y se localiza en áreas parietales, del tálamo y del tronco cerebral, y la red de vigilancia, de la que dependen la alerta, la atención sostenida y la vigilancia, con la participación de la formación reticular y áreas fronto-parietales del hemisferio cerebral derecho.

La atención ha intentado clasificarse de diversas formas por distintos autores. Uno de los modelos más aceptados es el propuesto por Sohlberg y Mateer (2001),

en el que se distinguen varios componentes, los cuales pueden alterarse selectivamente según las autoras.

Tabla 1.1. Tipos de atención según el modelo clínico de Sohlberg y Mateer (2001)

<i>Nombre</i>	<i>Definición</i>
Arousal	Capacidad de estar alerta y despierto. Relacionado con la activación general del organismo y con la disposición de la corteza para procesar la información.
Focalizada	Es lo que nos permite responder de forma sencilla y discreta a un estímulo, o enfocar la atención en él.
Sostenida	Habilidad de mantener el foco atencional durante un periodo de tiempo prolongado, como por ejemplo al leer un libro o ver una película.
Selectiva	Esta capacidad nos permite centrarnos en una actividad ignorando todas las distracciones y escogiendo sólo la información relevante para la tarea.
Alternante	Incluye a las anteriores, pero nos permite cambiar rápidamente de actividad, desenganchando, redirigiendo y reenfocando repetidas veces la atención entre distintas tareas.
Dividida	Es el nivel atencional más complejo y se define como la capacidad de responder de forma simultánea a dos tareas diferentes, repartiendo así los recursos atencionales entre ellas.

La atención es fundamental para la actividad cotidiana. Lo bueno es que no nacemos con un nivel predefinido de esas habilidades (no son innatas), sino que dependen en parte del aprendizaje y por tanto se pueden mejorar con entrenamiento bien dirigido.

Arousal

De forma general, el arousal se entiende como una desincronización y aumento de la actividad eléctrica del cerebro, así como de los sistemas motores y sensoriales (Espinar-Sierra, 1998). Se relaciona con la actividad de múltiples áreas cerebrales como el tálamo, el hipotálamo o el bulbo raquídeo. Trastornos como el insomnio o el sonambulismo se relacionan con alteraciones en el arousal nocturno, que puede tener como consecuencia una excesiva somnolencia durante el día.

Atención focalizada

Hace referencia la capacidad para ajustar la atención y centrarnos en una tarea concreta para poder responder de forma puntual.

El dirigir la atención hacia una determinada información hace necesario inhibir el procesamiento del resto. Por tanto, este tipo de información no solo se dedica a focalizar sino también a controlar los mecanismos de interferencia e inhibitorios que puedan tener lugar en un momento discreto en el que hay que dirigir la atención.

Atención sostenida

Es aquella capacidad necesaria para mantener la atención sobre un estímulo o tarea de forma continuada durante un amplio período de tiempo. La falta de rendi-

miento por causas de atención sostenida, suponiendo la posesión de unas capacidades normales, suele ser atribuido a factores como la motivación, la fatiga, la hora del día, la habituación a la tarea, etc.

En general, la atención sostenida se caracteriza por la aparición de una disminución del rendimiento con el paso del tiempo (función de decremento). En las tareas de vigilancia se observan dos efectos típicos sobre la atención (García-Sevilla, 1997):

- **Distraibilidad:** cuando el sujeto se distrae con facilidad y aparece un tipo de atención más dispersa.
- **Lapsus de la atención:** es una disminución de la intensidad de la atención.

La capacidad para mantener la atención durante largos periodos de tiempo se ve modulada por varios factores, como las características físicas de los estímulos, el ritmo al que aparecen y su número.

Mackworth (1948) investigó sobre el rendimiento continuo, y sus conclusiones son muy interesantes. Los participantes debían permanecer concentrados en una actividad en la que se empleaba dos horas, pero se observó que su rendimiento comenzaba a disminuir a partir de la primera media hora. Después de este momento el

nivel de eficacia era mínimo, perdurando hasta el final. Sin embargo, si se hacen pausas breves cada 30 minutos el nivel de rendimiento permanecía a un nivel superior casi constante.

Atención selectiva

Consiste en centrar la atención sobre una estimulación concreta cuando estamos en una situación con abundantes elementos, ignorando los demás (de ahí que seleccionemos aquellos estímulos que son de interés para la tarea que estamos realizando). Activa aquello a lo que se quiere atender e inhibe los demás estímulos.

Hay factores que influyen en el grado de distracción que puede generar un estímulo: la similitud con el estímulo diana, la distancia entre ellos, el parecido semántico entre palabras o la modalidad sensorial por la cual está siendo recibida la información. De esta forma, cuanto mayor sean el parecido semántico, la similitud y la diversidad de modalidades sensoriales, o cuanto menor sea la distancia entre elementos, mayor será la posibilidad de distracción.

Atención alternante

La atención alternante es la habilidad que poseemos para cambiar el foco de nuestra atención sucesiva-

mente de una tarea a otra, o de un estímulo a otro, con rapidez, eficacia y sin quedarnos confundidos o distraídos en el proceso. Está relacionada con la flexibilidad mental. Implica la capacidad de desenganchar el foco de la atención de una actividad a otra, redirigirlo hacia otra distinta y engancharlo en ella.

Atención distribuida o dividida

Cuando tenemos que realizar dos tareas de forma simultánea debemos repartir, distribuir los recursos atencionales entre las actividades que realizamos. Puesto que nuestros recursos atencionales son limitados, este tipo de atención también está sujeto a esas limitaciones.

La amplitud, es decir, la cantidad de información que podemos atender de forma simultánea, está limitada, y por lo tanto se limita también el número de tareas activas al mismo tiempo. También influye la dificultad de las actividades, así como la práctica que tenemos: si la tarea tiene cierto nivel de automatización, es más sencillo realizar otras tareas a la vez. Un ejemplo son los conductores expertos; al principio tenemos que fijarnos en todos los pasos, pero con el tiempo no lo necesitamos y podemos ir hablando con nuestros acompañantes sin

que esto suponga un perjuicio en el desempeño de nuestra conducción.

1.3. MEMORIA

La memoria no suele ser considerada como un sistema unitario sino, más bien, como un conjunto de subsistemas que se interrelacionan. En general, se considera que la memoria está formada por al menos dos grandes subsistemas: la memoria a corto plazo y la memoria a largo plazo, que se subdividirían a su vez en distintos componentes.

Tabla 2.2. Tipos de memoria

<i>Subsistema</i>	<i>Componentes</i>
MCP/MT	Bucle fonológico Agenda visoespacial Buffer episódico Ejecutivo Central
MLP	Declarativa Episódica Semántica No declarativa/Procedimental

La memoria y el aprendizaje no están situados en una zona cerebral concreta, sino que requieren la parti-

cipación de varias regiones y estructuras, actuando de forma sincronizada; por todo ello, los procesos de aprendizaje están fuertemente ligados a la motivación de la persona, así como a su estado emocional, a la atención que presta, a los conocimientos previos con los que cuenta, a su habilidad perceptiva y al estado de sus músculos, si se trata de un aprendizaje de tipo motor (Espinoza y cols., 2010).

A mediados del siglo pasado ya se propuso que la distinción entre la memoria a largo plazo y la memoria a corto plazo radicaría en que la memoria a largo plazo estaría basada en el fortalecimiento de uniones (o sinapsis) entre diferentes grupos de células dentro del cerebro (Ortega y Franco, 2010), mientras que la memoria a corto plazo lo estaría en la activación temporal de algunas neuronas determinadas.

Memoria a corto plazo y memoria de trabajo

La memoria de trabajo o memoria operativa hace referencia a las estructuras y mecanismos cognitivos encargados del almacenamiento temporal de información y su procesamiento. Es la memoria que utilizamos para retener dígitos, palabras, nombres u otros ítems durante un periodo breve de tiempo, y se puede definir como la capacidad para realizar tareas que implican si-

multáneamente almacenamiento y manipulación de la información (por ejemplo, leer y entender lo que se lee). A diferencia de la memoria a corto plazo, la memoria de trabajo implica una cierta elaboración de la información, es decir, que la persona no es pasiva, sino que se implica activamente en este proceso. El modelo que propusieron Baddeley y Hitch en 1974, y que posteriormente Baddeley remodeló, es en el que se basan nuestras propuestas.

Bucle fonológico

Se ha caracterizado como el responsable de la manipulación de la información verbal, y tiene un importante papel en la adquisición del lenguaje y de la lecto-escritura.

Involucra dos subcomponentes (Moreno y Lopera, 2009):

- Un sistema de almacenamiento temporal que mantiene la información durante pocos segundos. Ésta luego se almacena brevemente y finalmente es olvidada si no se refuerza.
- Un sistema de repaso subvocal que también mantiene la información, evita el olvido y además registra una estimulación visual en la memoria, permitiendo que los datos almacenados puedan ser designados.

Agenda visoespacial

La agenda visoespacial integra la información espacial, visual y cinestésica, formando una representación unificada, para que la persona pueda operar con ella o almacenarla de forma temporal (Moreno y Lopera, 2009).

Almacén episódico

Se trata de un subsistema de almacenamiento limitado de información multimodal integrada en escenas, episodios, o modelos mentales. Este *buffer* episódico es una interfase temporal entre los demás componentes (el esquema visoespacial y el lazo fonológico) y la memoria a largo plazo; ayuda a integrar la información visual y fonológica, formando una representación multimodal y situada en el tiempo (Moreno y Lopera, 2009).

Ejecutivo central

El ejecutivo central, que se ha comparado con el sistema atencional supervisor (SAS), se activa ante una situación novedosa o no rutinaria, para lo cual se ponen en acción procesos de atención selectiva y de focalización, además de procesos ejecutivos de planificación y

monitorización (Tirapu-Ustárróz y cols., 2005; Moreno y Lopera, 2009).

El ejecutivo central mantiene activos los procesos que conservan los estímulos en la memoria de trabajo y la atención selectiva necesaria para centrarse en la tarea activa. Se relaciona con el lóbulo frontal, ya que un daño en esta zona produce lo que se conoce como “síndrome disejecutivo”, en el que el paciente tiene dificultades para conservar y operar con la información, para planear y coordinar actividades.

Algunos modelos recientes (Tirapu-Ustárróz y cols., 2005) han descrito hasta seis subprocesos diferentes en los que el ejecutivo central participaría, cada uno con distinto grado de complejidad. La manipulación de la información, su actualización, la inhibición de respuestas irrelevantes o la alternancia de sets cognitivos son algunos de esos procesos, que según los autores podrían alterarse de forma selectiva y evaluarse con distintas pruebas neuropsicológicas.

Memoria a largo plazo

Como ocurre en la memoria a corto plazo, la memoria a largo plazo tampoco es unitaria, dividiéndose en dos grandes tipos: memoria explícita (o declarativa) y memoria implícita (no declarativa o procedimental). A su

vez, la memoria explícita se subdivide en episódica y semántica.

Memoria declarativa o explícita

Esta memoria hace referencia al recuerdo de experiencias previas que recuperamos de forma consciente e intencionada (Díaz, 2010). Son ejemplos de memoria explícita recordar lo que hemos desayunado esta mañana, dónde estuvimos ayer por la tarde, cómo hemos ido hasta el trabajo, con quién hemos estado hablando, cuál es la capital de España, donde desemboca el río Ebro, cuál es la fórmula química del agua, etc.

La memoria explícita se subdivide en episódica y semántica. La memoria episódica corresponde a experiencias que están relacionadas con hechos particulares y concretos de la vida de una persona dentro de un marco espacio-temporal (Díaz, 2010). Saber dónde hemos aparcado nuestro coche o con quién cenamos el fin de semana pasado son ejemplos de este tipo de memoria. En Psicología suele medirse a través del recuerdo de textos, listas de palabras o de distintas imágenes. También incluye la memoria autobiográfica, es decir, los recuerdos sobre nuestra propia vida.

Hablamos de memoria semántica para referirnos al conocimiento que hemos codificado sin una referencia

temporal, no recordamos en qué momento lo aprendimos ni en qué contexto nos encontrábamos en ese momento (Díaz, 2010). Incluye todo tipo de información: lo que aprendimos en el colegio, mediante la lectura, con los amigos, etc. Es común recordar cuál es la capital de Francia, pero no el momento justo en el que lo aprendimos.

Memoria procedimental o implícita

Este tipo de memoria, al contrario que la declarativa, no puede expresarse con palabras; se expresa sólo por medio de la conducta y se adquiere sólo por medio de la práctica. Montar en bicicleta, conducir o escribir a máquina son algunos ejemplos de habilidades que clasificaríamos dentro de este grupo.

1.4. FUNCIONES EJECUTIVAS

Las funciones ejecutivas (FE) se enmarcarían dentro de las funciones cognitivas de alto nivel (o funciones corticales superiores) y han sido ampliamente estudiadas. Este concepto surge de la neuropsicología y representa uno de los temas más estudiados: los procesos mentales superiores y la actividad voluntaria (Rodríguez, 2003). No existe una definición que pueda englobar todas las funciones ejecutivas debido a su complejidad y

amplitud, por lo que el término suele referirse a un conjunto de funciones y procesos complejos e interrelacionados.

Entre estas múltiples definiciones de las FE podemos encontrar:

- *Procesos que asocian ideas, movimientos y acciones simples y los orientan hacia la resolución de situaciones complejas* (Tirapu-Ustárróz, Muñoz-Céspedes y Pelegrín-Valero, 2002)

- *Capacidades para llevar a cabo una conducta eficaz, creativa y socialmente aceptada* (Lezak, 1987).

- *Una serie de procesos cognitivos entre los que destacan la anticipación, la elección de objetivos, la planificación, la selección de la conducta, la autorregulación, el autocontrol y el uso de realimentación (feedback)* (Sohlberg y Mateer, 1989).

- *Las capacidades implicadas en la formulación de metas, las facultades empleadas en la planificación de los procesos y las estrategias para lograr los objetivos y las aptitudes para llevar a cabo esas actividades de forma eficaz* (Tirapu-Ustárróz, Muñoz-Céspedes y Pelegrín-Valero, 2002).

- *Dirección de la atención, reconocimiento de los patrones de prioridad, formulación de la intención, plan*

de consecución o logro, ejecución del plan y reconocimiento del logro (Mateer, citado por Junqué y Barroso, 1994).

En definitiva, las FE hacen referencia a una constelación de capacidades cognitivas implicadas en la resolución de situaciones novedosas, imprevistas o cambiantes, dirigiendo numerosas funciones. Son *el cerebro del cerebro* (Lopera, 2008).

Para visualizar esta función, podemos imaginar al jefe de una empresa. Este empresario conoce todas las secciones de su propia empresa y a los encargados de cada una de ellas. La función ejecutiva, entonces, se refiere a la capacidad de dirigir, orientar, guiar, coordinar y ordenar la acción conjunta de los elementos de la empresa para lograr un fin o una meta. Debe verificar, criticar y corregir, en caso de desviación de la meta o de los objetivos. Si falla el gerente, la empresa puede entrar en bancarrota. Visto de esta manera, la función ejecutiva es la función mental o cognitiva por excelencia. De nada nos sirve tener una excelente habilidad lingüística, de memoria, de capacidad perceptual y habilidades motoras si no hay un gerente para coordinar y orientar todas estas habilidades.

Lopera (2008) apunta que no es suficiente con poseer una inteligencia normal y buenas habilidades cognitivas en percepción, memoria y lenguaje. Además, es necesario tener una adecuada función ejecutiva que controle y coordine la acción conjunta. De ahí la importancia de las funciones ejecutivas.

Como hemos comentado, estamos más bien ante un conjunto de funciones directivas que incluyen aspectos muy variados de la programación y ejecución de las actividades cerebrales entre las cuales podríamos mencionar las siguientes (Flores y Ostrosky-Solís, 2008; Lopera, 2008):

Iniciativa, voluntad, creatividad

Hace referencia a la capacidad de ser creativo para inventar opciones y alternativas ante situaciones nuevas y necesidades adaptativas y a la capacidad de activar el deseo y la voluntad para la acción.

Capacidad de planificación y organización

Podemos definir la planificación como la capacidad para integrar, secuenciar y desarrollar pasos intermedios para lograr metas a corto, medio o largo plazo. No basta con tener voluntad, iniciativa y creatividad, sino que también es necesario planificar y organizar planes de

acción para llevar a cabo las iniciativas que conduzcan al cumplimiento de metas. Podemos citar la capacidad de formular hipótesis, realizar cálculos y estimaciones y generar estrategias adecuadas para resolución de problemas y conflictos.

Fluidez y flexibilidad para la ejecución efectiva de los planes de acción

Cuando hablamos de flexibilidad nos referimos a la capacidad para retroceder, corregir, cambiar el rumbo de los planes de acuerdo a los imprevistos que surgen durante el desarrollo de éstos. Es la habilidad para cambiar un esquema de acción o pensamiento cuando la evaluación de los resultados indica que no es eficiente. También implica la generación y selección de nuevas estrategias de trabajo dentro de las múltiples opciones que existen para desarrollar una tarea. La fluidez se relacionaría con la velocidad y precisión en la búsqueda y actualización de la información, así como con la producción de elementos específicos en un tiempo eficiente.

Procesos de atención selectiva, concentración y memoria operativa

Como hemos visto, la memoria de trabajo es la capacidad para mantener información de forma activa,

por un breve periodo de tiempo, sin que el estímulo esté presente, con el objeto de realizar una acción o resolver problemas utilizando información activamente. Las funciones ejecutivas requieren el uso de estos procesos atencionales, de la atención selectiva para acciones específicas y de una adecuada memoria operativa o de trabajo para mantener activos los diferentes pasos y ejecutar con éxito los planes de acción.

Control conductual inhibitorio

Este control permite retrasar las tendencias a generar respuestas impulsivas, originadas en otras estructuras cerebrales, siendo esta función reguladora primordial para la conducta y la atención. De esta manera se logran inhibir ciertos impulsos que pueden poner en riesgo el éxito de un plan y se activan otros que dinamizan el proceso y monitorizan todos los pasos para garantizar el buen cumplimiento de los objetivos y las metas.

La metacognición, entendida como la habilidad para pensar sobre los propios pensamientos, es un proceso con mayor jerarquía cognitiva y no se considera una función ejecutiva como tal, sino un proceso de mayor nivel (Flores y Ostrosky-Solís, 2008). Es definida como *la capacidad para monitorear y controlar los propios procesos*

cognoscitivos (Shimamura, 2000). Dentro de estos procesos superiores también podríamos encontrar la Teoría de la Mente (la capacidad de pensar lo que otra persona puede estar pensando, pensará o cómo reaccionará en relación a una situación o evento particular), así como la conducta y la cognición social.

Ante la ambigüedad de las definiciones y clasificaciones existentes en el campo de las funciones ejecutivas, Tirapu-Ustárrroz y colaboradores (2005) proponen un modelo integrador que aglutina tanto los procesos de memoria operativa y atención compleja como los más complejos de planificación, solución de problemas y toma de decisiones. En su planteamiento proponen además aquellas áreas cerebrales que se verían implicadas en cada uno de esos procesos, así como los instrumentos de evaluación que mejor los miden.

Las alteraciones en las funciones ejecutivas se asocian frecuentemente a las lesiones de los lóbulos frontales, en especial de las regiones prefrontales (Lopera, 2008). En relación con los componentes que hemos visto, podría decirse que las áreas involucradas en el proceso de planificación se han encontrado principalmente en las porciones dorsolaterales de la corteza prefrontal (CPF). El control conductual parece que depende de la inhibición que produce la CPF, en particular la corteza

frontomedial (CFM). En cuanto a la memoria de trabajo, existe participación de diversas estructuras de la CPF.

Hay tres regiones prefrontales estrechamente ligadas a las funciones ejecutivas y que se pueden identificar como las áreas de Brodmann (AB): Dorsolateral (AB 8, 9, 10), Orbitofrontal (AB 10, 11, 13) y Medial-Cingular (AB 24). Este conjunto de áreas conforman el llamado *cerebro ejecutivo* (Lopera, 2008).

1.5. LENGUAJE

Definir qué es el lenguaje es una tarea más complicada de lo que puede parecer, ya que esta palabra es algo difusa, pues alude a distintos fenómenos de forma muy imprecisa. Por ejemplo, hablamos de *lenguaje formal* cuando nos referimos al conjunto de símbolos y reglas artificiales que utilizamos en ciencias como las matemáticas, la lógica o la computación, o incluso podemos referirnos a un *lenguaje animal*, que incluiría todo tipo de señales (químicas, visuales, auditivas...) que los animales utilizan para comunicarse con otros de su propia especie o de distinta especie (todos sabemos cuándo un gato está enfadado; erizar el pelo o bufar es sin duda una forma de comunicarse). Pero el lenguaje humano es radicalmente distinto, y hay muchos autores que consideran que los animales no poseen lenguaje alguno, sino

simplemente formas primitivas de comunicación. Uno de los puntos que se suele resaltar es el hecho de que el lenguaje humano es articulado (oral), pero en este caso nos topáramos con un problema: ¿Acaso los sordomudos no se comunican con un lenguaje, el de signos, que no es articulado?

Como vemos, el simple acercamiento a esta cuestión plantea varios problemas. En Psicología, la rama que estudia el lenguaje se denomina “*psicolingüística*”, y en general, el lenguaje se suele considerar como un fenómeno exclusivamente humano.

Según Hockett (1960), hay varias características que hacen que el lenguaje se distinga de la simple comunicación:

- Productividad: Tiene que ver con la generación de signos. Con un número finito de elementos (28 letras y decenas de miles de palabras) podemos elaborar un número infinito de mensajes distintos unos de otros.

- Semanticidad: Todo lo que producimos tiene un significado. Sin embargo, lo que entendemos muchas veces no es lo que nos quieren decir. Esto varía según la intención que tengamos. Por eso muchas veces no entendemos y preguntamos “¿qué quieres decir con eso?”

- Desplazamiento: El lenguaje es capaz de poder desplazarse en el espacio y el tiempo. Podemos referirnos a hechos pasados, presentes y futuros o a lugares lejanos o imaginados, sólo con el lenguaje.

- Arbitrariedad: Las palabras que se usan para designar objetos son arbitrarias.

- Metalingüística: O lo que es lo mismo, el lenguaje humano puede hablar de sí mismo. Forma parte de la habilidad metacognitiva. Esta característica permite la aparición de rasgos totalmente humanos como el engaño o la mentira.

- Gramaticalidad: El lenguaje tiene unas reglas obligatorias y opcionales.

- Uso del canal vocal-auditivo: El lenguaje humano usa este canal, salvo el lenguaje de signos de los sordomudos, como hemos comentado anteriormente.

- Transitoriedad o temporalidad: El lenguaje humano, al usar el canal vocal auditivo, se desvanece al poco tiempo.

- Intercambiabilidad: El sujeto puede emitir o recibir mensajes, según la situación.

- Retroalimentación: El hablante, al escucharse a sí mismo, puede corregir en el momento el mensaje o modificarlo según la situación en la que se encuentre.

- Transmisión cultural: El lenguaje lo transmiten los padres, el colegio, etc. Es decir, la sociedad transfiere el lenguaje de generación en generación.

- Secuencialidad: Al expresar una idea o un mensaje seguimos un orden. El mensaje aparece de forma serial, un elemento detrás de otro.

Estas características nos permitirían diferenciar lenguaje de comunicación. Sin embargo, el lenguaje y la comunicación, están interrelacionados, ya que usamos el lenguaje para comunicarnos.

La “*neurolingüística*” estudia el lenguaje y la lingüística desde el área de las neurociencias, y se ha utilizado sobre todo para estudiar y comprender los trastornos y patologías del lenguaje.

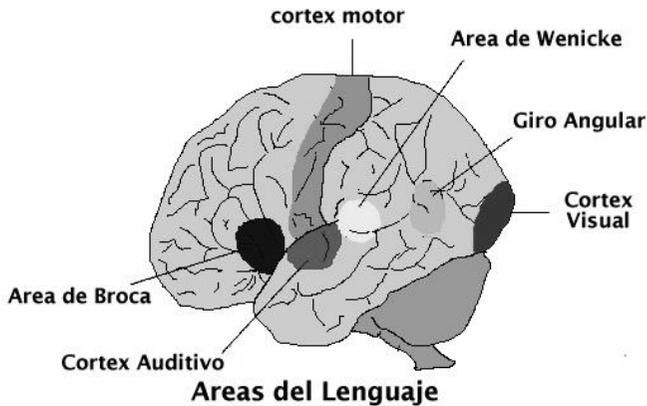


Figura 1.1. Áreas del cerebro implicadas en el procesamiento del lenguaje.

La función del lenguaje se encuentra, en la mayoría de las personas, ubicada fundamentalmente en el hemisferio cerebral izquierdo, que es donde se encuentran las distintas áreas directamente relacionadas con la comprensión y la producción del lenguaje: áreas de Broca y de Wernicke. Las lesiones que se dan en estas dos áreas causan problemas de lenguaje; así, y de manera muy resumida, en el área de Broca se producen deterioros o trastornos de la producción del habla y en el área de Wernicke deterioros en la comprensión del lenguaje (Frías, 2002). A las alteraciones adquiridas del lenguaje, causadas por algún tipo de daño cerebral, se les conoce

como afasias, y existe toda una clasificación de sus distintos tipos en función del aspecto lingüístico más alterado. Por supuesto, las áreas de Broca y de Wernicke están íntimamente conectadas entre ellas y con otras partes del cerebro, sobre todo aquellas que reciben información de los sentidos y los estímulos del exterior (córtex visual y auditivo), y las zonas motoras (córtex motor), para poder producir el habla. Además existen otras regiones que intervienen en procesos relacionados con el lenguaje, como el giro angular, que funciona como una zona de paso entre la región visual y la auditiva.

El hemisferio derecho también participa en lingüística: reconoce la emoción en el tono de voz, y está implicado en el control del ritmo y del énfasis, lo que se conoce como prosodia.

2. NEUROGÉNESIS Y PLASTICIDAD CEREBRAL

El descubrimiento de que somos capaces de generar nuevas neuronas ha puesto en seria cuestión el antiguo postulado de que el cerebro era el único órgano incapaz de regenerarse y, por lo tanto, que era estático. Este hallazgo tiene grandes implicaciones, significando que el cerebro es un órgano plástico que responde a diversos factores, los cuales pueden influir positiva o

negativamente en la formación de neuronas nuevas (Ramírez-Rodríguez, Benítez-King y Kempermann, 2007). Estas neuronas a su vez pueden generar un efecto benéfico para el cerebro. Su origen está en las células pluripotenciales (las células madre pluripotenciales pueden dar lugar a numerosos tipos distintos de células), residentes en la zona subventricular de los ventrículos laterales (Ramírez-Rodríguez, Benítez-King y Kempermann, 2007) y en la zona subgranular del giro dentado (de Pablo y Cascales, 2009), debido a las características que presentan estas dos regiones del cerebro, permitiendo que logre llevarse a cabo el proceso de formación de neuronas llamado neurogénesis (Ramírez-Rodríguez, Benítez-King y Kempermann, 2007).

El complejo proceso conocido como neurogénesis involucra diversas etapas, entre las que podemos destacar la proliferación de las células pluripotenciales, la migración hacia la zona donde finalmente se establecerán, la diferenciación, la sobrevivencia de las neuronas nuevas y la integración en los circuitos neuronales ya existentes (Ramírez-Rodríguez, Benítez-King y Kempermann, 2007).

La formación de neuronas nuevas está influida positivamente por diversas causas (Ramírez-Rodríguez, Benítez-King y Kempermann, 2007): neurotransmisores,

factores de crecimiento, factores neurotróficos, hormonas, un medio culturalmente rico y estimulante, la actividad física (ver Unogym) o la interacción social y el aprendizaje, pero este proceso también puede ser modulado de forma negativa por factores como el estrés psicológico (ver método de control del estrés Unozen), enfermedades psiquiátricas (por ejemplo, la depresión), el aislamiento social, la falta de sueño, o las drogas de abuso. Todos estos factores afectan negativamente la formación de neuronas nuevas, por lo que es conveniente conocerlos y evitarlos en la medida de lo posible.

2.1. NEUROGÉNESIS Y APRENDIZAJE

El hipocampo se encuentra implicado en los procesos de aprendizaje y memoria, en particular en el establecimiento y utilización de representaciones espaciales. En uno de sus estudios más recientes, Nieto-Escamez y Moreno-Montoya (2011) postulan que las neuronas *nacidas* en el hipocampo del cerebro adulto están involucradas en los procesos de memoria y aprendizaje. Se basan en distintas correlaciones obtenidas en sus investigaciones. Un ejemplo es la tasa de neurogénesis, la cual correlaciona de forma positiva con el aprendizaje de tareas mediadas por el hipocampo. Además, parece ser que cuando nos encontramos en un ambiente propicio

para el aprendizaje, por ejemplo, con gran estimulación ambiental, la neurogénesis se ve potenciada. De la misma manera, en circunstancias negativas como el estrés o la presencia de lesiones en la vía colinérgica septo-hipocámpica, la neurogénesis disminuye. Diversos autores han mostrado que el aprendizaje espacial incrementa tanto la proliferación como la supervivencia de estas neuronas (Gould y cols., 1999; Madsen y col., 2003).

La formación de neuronas nuevas en el cerebro adulto es un proceso, además, que abre numerosas puertas, como la posibilidad de realizar tratamientos de replazo neuronal en las enfermedades neurodegenerativas en otro tipo de trastornos neurológicos y psiquiátricos (Ramírez-Rodríguez, Benítez-King y Kempermann, 2007). Se ha conseguido generar neuronas, implantarlas y diferenciarlas, pero actualmente la dificultad en esta creación artificial estriba en conseguir que realicen conexiones con las demás neuronas.

2.2. PLASTICIDAD CEREBRAL

La plasticidad cerebral se refiere a la capacidad del encéfalo para cambiar su estructura y su función durante el proceso de maduración y aprendizaje, y también frente al daño neuronal que se produce en las enfermedades (Ramírez-Rodríguez, Benítez-King y Kempermann, 2007).

Estos cambios involucran distintos niveles, y no sólo a las neuronas, sino también a otros elementos como la glía y los vasos sanguíneos. Por ello, la neurogénesis propicia cambios estructurales en el cerebro mucho más profundos de los que parece a simple vista, evidenciando la plasticidad de la que es capaz en la incorporación de estos nuevos elementos neuronales (Ramírez-Rodríguez, Benítez-King y Kempermann, 2007).

3. BENEFICIOS DEL ENTRENAMIENTO CEREBRAL

Como hemos visto, nuestro cerebro es capaz de adaptarse al medio por sí mismo, generando nuevas conexiones e incluso nuevas neuronas en ciertas áreas del cerebro. Pero, ¿podemos entrenar activamente nuestro cerebro? Y si así es, ¿el entrenamiento tiene efectos positivos significativos sobre nuestras funciones cognitivas?

La respuesta, sustentada en numerosas investigaciones, es un sí rotundo. De una forma no muy diferente a como haríamos con nuestro cuerpo, el cerebro puede ser entrenado y sus habilidades pueden mejorar cada día. Si lo sometemos al adecuado entrenamiento podemos potenciar su capacidad plástica, mejorando nuestras habilidades cognitivas e incluso previniendo enfer-

medades neurodegenerativas o el simple deterioro por el envejecimiento.

3.1. ESTIMULACIÓN DE CAPACIDADES EN NIÑOS SANOS

A lo largo de la última década el estudio sobre el potencial que puede tener el entrenamiento cognitivo en el desarrollo infantil ha recibido una cada vez mayor atención. Existen diversos trabajos que han mostrado resultados prometedores en este sentido. El estudio de Alsina y Sáiz (2004) investigó si era posible entrenar la memoria de trabajo en niños de 7-8 años, puesto que ello tendría importantes repercusiones tanto de tipo paliativo como de tipo preventivo en el rendimiento escolar. De acuerdo con numerosos estudios, los niños que presentan una escasa habilidad en la memoria de trabajo son los que obtienen peores rendimientos en aprendizajes instrumentales como la lectura o el cálculo, por lo que aumentando ésta habilidad cabe pensar que se incrementaría su rendimiento en tareas cognitivas (como apuntan, así mismo, otros estudios), ya que el efecto del entrenamiento se generaliza a tareas no entrenadas pero que dependen de la memoria de trabajo. En su estudio se observa que los niños mejoran de manera significativa en pruebas de bucle fonológico, agenda visoespa-

cial y ejecutivo central, poniendo de manifiesto la posibilidad de entrenar este sistema de memoria en niños de las primeras edades de escolarización. Eso puede resultar muy beneficioso y efectivo para su rendimiento escolar en particular, y para la adquisición de nuevos aprendizajes en general.

Otro trabajo reciente realizado por Miller y Robertson (2009) utilizó un conocido programa comercial para entrenar cognitivamente a niños de entre 10 y 11 años. Observaron que el grupo de niños que había entrenado mejoró en las capacidades de cálculo y también en las puntuaciones relativas a su autoestima. En este sentido, el estudio llevado a cabo por Karbach y Kray (2009) demostró que, tras entrenar en tareas de cambio atencional a un grupo de niños (junto a dos grupos de adultos), se observaba un aumento del rendimiento no sólo en pruebas que eran semejantes a las tareas entrenadas, sino también en otro tipo de test cuyo contenido guardaba poca relación con lo trabajado en el entrenamiento (transferencia lejana). Este resultado se observó no sólo con los niños, sino también con los adultos.

Una línea de trabajo que cada vez recibe mayor interés es la que plantea el aumento de la inteligencia fluida a través del entrenamiento cerebral. En niños se han realizado distintos estudios que parecen apuntar que esa

posibilidad puede ser real (Bergman y cols, 2011; Jaeggi y cols., 2011; Buschkuhl y Jaeggi, 2010).

3.2. TRATAMIENTO DE NIÑOS CON DÉFICIT DE ATENCIÓN E HIPERACTIVIDAD (TDAH)

Son diversos los estudios que han mostrado el papel positivo del entrenamiento cognitivo en niños con alteraciones cognitivas, como por ejemplo aquellos que presentan Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH) (Klingberg, Forssberg y Westerberg, 2002; Klingberg y cols. 2005; Kerns, Eso y Thomson, 1999).

Trabajos realizados utilizando neurofeedback, esto es, biofeedback de las señales de electroencefalografía (EEG), han mostrado buenos resultados en la mejora de los síntomas de inatención a través del intento de normalización de los ritmos de EEG en niños con TDAH (Bakhshayesh y cols., 2011; Steiner y cols., 2011; Shalev, Tsal y Mevorach, 2007).

Lim y sus colaboradores publicaron recientemente (2012) un interesante trabajo en el que entrenaban la atención utilizando un videojuego en el que los niños debían mover un avatar gracias a su nivel de concentración, que era medido con un interfaz entre el ordenador y el cerebro. De forma novedosa, recogían la actividad

cerebral mediante varios sensores secos y tecnología bluetooth. Los datos mostraron que, tras ocho semanas de entrenamiento, los niños mostraron un menor número de sintomatología de tipo inatento según una serie de cuestionarios entregados por los padres. Además, el índice de severidad del trastorno proporcionado por el dispositivo correlacionó significativamente con el feedback proporcionado por los padres. Los autores concluyen que éste puede ser considerado como un tratamiento potencial para el TDAH que, además, tiene menos efectos adversos que la medicación y que cuenta con la ventaja de no necesitar visitas frecuentes al clínico.

3.3. ENTRENAMIENTO EN ADULTOS SANOS

Cada vez son más las investigaciones dedicadas a la mejora de las condiciones intelectuales en la población adulta. Sabemos que en el envejecimiento normal se presenta un declive de las funciones cognitivas, específicamente en memoria, atención y velocidad del procesamiento de la información (VPI). Este deterioro cognitivo depende tanto de factores fisiológicos como ambientales y está sujeto a una gran variabilidad interindividual.

En diversos estudios científicos se ha visto reflejado cómo el entrenamiento cognitivo puede ser beneficioso. Trabajos como el de Valenzuela (2009) o Mahncke

y cols. (2006) muestran que el entrenamiento en distintas habilidades produce mejoras en las capacidades entrenadas, y, como Karbach y Kray demostraron en su trabajo de 2009, que ese beneficio era además transferible a tareas no entrenadas. De la misma manera, Jaeggi y cols. (2008) describen en su trabajo cómo el entrenamiento en tareas de memoria de trabajo produce una mejora en el rendimiento en otra tarea distinta, relacionada con la inteligencia fluida. Este dato es similar al de Basak y sus colaboradores (2008). Y, como era de esperar, existen trabajos que analizan los cambios a nivel cerebral. Así, Mozolic y colaboradores describieron en su trabajo de 2010 cómo los sujetos que participaron en un programa de control de la atención vieron aumentado el flujo sanguíneo cerebral en reposo de las áreas prefrontales de sus cerebros, sugiriendo cambios funcionales asociados al entrenamiento, acompañados de un mejor rendimiento atencional.

De forma más reciente, se han realizado trabajos que intentan averiguar el efecto de un entrenamiento de carácter más lúdico, del estilo del que se realiza a través de videojuegos. Aunque hay algunos argumentos en contra (Owen y cols., 2011), existen diversos trabajos que han obtenido datos prometedores. Los clásicos trabajos de Green y Bavelier (2003, 2006) y Green, Li y Bavelier

(2010) describen cómo diversos grupos de ‘jugadores’ mejoran en distintas habilidades cognitivas como la coordinación visomotora, las habilidades espaciales y atencionales y el menor tiempo de reacción.

3.4. ALZHEIMER

Aunque la mejora del funcionamiento cognitivo y la prevención del deterioro son temas que están atrayendo progresivamente a un mayor número de investigadores, el campo de los adultos con deterioro cognitivo es en el que se ha hecho siempre un mayor hincapié. Sin duda el objetivo de mejorar la situación personal y la calidad de vida de las personas que sufren un proceso de pérdida de funciones como la asociada a las demencias explica dicho interés. Trabajos como el de Tárraga y cols. (2006) y Fernández-Calvo y cols. (2011) muestran que los programas de estimulación basados en nuevas tecnologías pueden ser relevantes en el tratamiento de pacientes que sufren demencia tipo alzhéimer. En este sentido, el trabajo de Fernández-Calvo y colaboradores (2011) utilizó una serie de ejercicios por ordenador para trabajar la memoria, el cálculo, la capacidad de análisis y la percepción en un grupo de enfermos de alzhéimer. Comparó el rendimiento con el de un grupo de pacientes que realizó un programa de psicoestimulación tradicional y con otro

grupo de control que no realizó intervención alguna. El resultado mostró un declive cognitivo significativamente más lento en el grupo de entrenamiento por ordenador, además de un menor número de síntomas depresivos, indicando los beneficios potenciales de la rehabilitación computerizada en el tratamiento de distintos tipos de síntomas en esta enfermedad degenerativa.

3.5. ESCLEROSIS MÚLTIPLE

Otra de las enfermedades neurológicas en las que se ha mostrado interés es la esclerosis múltiple. Esta patología es extremadamente frecuente en personas adultas jóvenes y se caracteriza por la pérdida de mielina en la sustancia blanca del cerebro y la médula espinal (Carlson, 2010).

Aproximadamente el 50% de las personas que padecen esta enfermedad sufren también un deterioro cognitivo (Rao, 1995) y, aunque, en general, suele ser leve, afecta a distintos dominios intelectuales. Las capacidades atencionales, la memoria, las funciones ejecutivas, la velocidad de procesamiento de la información y las habilidades visoespaciales (Vanotti, 2008) son las que se ven afectadas con mayor frecuencia, mostrando un perfil de alteración fronto-subcortical. Se ha comprobado que personas con esclerosis múltiple pueden mejorar

su atención gracias a un entrenamiento cognitivo, y más importante aún, se ha observado transferencia de esta mejoría a sus habilidades cotidianas (Plohmann y cols., 1998), aumentando su calidad de vida. De hecho, Filippi y cols. (2012) observaron cambios positivos en la atención, la velocidad de procesamiento y las funciones ejecutivas de un grupo de pacientes que participaron en un programa de entrenamiento por ordenador. Estas mejoras en el funcionamiento mostraron correlación con cambios funcionales en áreas cerebrales como el cíngulo y la corteza prefrontal dorsolateral, lo que sugiere que el entrenamiento puede favorecer un mayor reclutamiento de redes cerebrales para procesar la información.

3.6. FIBROMIALGIA

Existen otras patologías en las que la afectación cognitiva no es tan grave, aunque sí importante para los pacientes que las sufren. Es el caso de síndromes como la fibromialgia y otros trastornos de dolor crónico donde se habla de ‘discognición’ para referirse a la disfunción que estas personas presentan en varias de sus capacidades cognitivas. En el caso de la fibromialgia, además del dolor crónico generalizado que sufre el paciente, también suele aparecer fatiga intensa, rigidez articular (Álvarez, 2003; Keller, de Gracia y Cladellas, 2011), mareos,

tendinitis, alteraciones en la coordinación (Álvarez, 2003), dolores de cabeza, parestesias de las extremidades (es decir, una sensación anormal parecida al adormecimiento) y deterioro cognitivo, especialmente de la atención, la concentración y la memoria a largo plazo (Glass, 2006; Glass, 2009; Keller y cols., 2011) y las funciones ejecutivas (Munguía-Izquierdo y cols., 2008). Lamentablemente no existe un tratamiento que cure esta enfermedad, de causas aún desconocidas, aunque suele recurrirse a la terapia psicológica, fisioterápica y farmacológica para paliar los síntomas. Por otra parte, hay autores que sugieren la posibilidad de mejorar las funciones cognitivas de estos pacientes a través de tareas específicas (Glass, 2009) que ayuden a recuperar y/o compensar los fallos cognitivos que afectan de forma importante a la vida diaria de los pacientes.

4. ¿POR QUÉ JUEGOS POR ORDENADOR?

Es evidente que jugar es más agradable que hacer otro tipo de tareas más tediosas, pero, ¿realmente es posible lograr un entrenamiento cognitivo igual de satisfactorio con este tipo de tecnología, si lo comparamos con otras técnicas más tradicionales?

La respuesta es sí. Los resultados no sólo son semejantes, sino que son superiores: todos estamos más motivados y nos sentimos más felices cuando nos estamos divirtiendo, y así lo certifican numerosas investigaciones. Según el estudio de Fernández-Calvo y cols. (2011) realizado con enfermos de alzhéimer, los resultados obtenidos reflejaron que un programa de estimulación cognitiva basado en las nuevas tecnologías producía una reducción significativa del declive cognitivo asociado a esta enfermedad y de la sintomatología depresiva en relación al grupo de estimulación “tradicional”.

Estos resultados sustentan que la introducción de elementos lúdicos-recreativos, por un lado, y la sistematización de los refuerzos (por ejemplo: puntos, clasificaciones y aplausos del programa), por otro, tiene un efecto importante sobre la motivación, lo que potencia los beneficios logrados por los programas tradicionales sobre la cognición y el estado de ánimo.

4.1. ENTRENAMIENTO ONLINE CON UNOBRAINING

Unobrainning es un método de entrenamiento que, sustentado en el concepto de neuroplasticidad, busca fortalecer las distintas áreas cognitivas del usuario. Para ello utiliza un completo conjunto de ejercicios diseñados por un equipo multidisciplinar (distintos profesionales

del departamento de Psicología de la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid, diseñadores y programadores de primer nivel, consultores independientes, etc.). Los ejercicios se plantean en clave relativamente lúdica, como juegos accesibles vía online. Se busca con ello introducir un elemento de motivación fundamental en cualquier programa de entrenamiento.

En Unobrainning se entrenan cuatro grandes áreas: la memoria, las habilidades perceptivas y la velocidad de procesamiento de la información (VPI), la atención, y las funciones ejecutivas (área ésta que incluiría importantes procesos como la inhibición de respuestas, la memoria de trabajo, la flexibilidad mental, la planificación y el lenguaje).

Gracias a diversos juegos, con Unobrainning se pueden entrenar distintas áreas cognitivas importantes para la salud de nuestro cerebro pero cuyos cambios notaremos también en el día a día.

No todos los puzzles son buenos desafíos. Muchas veces se usan juegos como crucigramas o sudokus para agilizar la mente, pero cuanto más se practican, menos útiles son, ya que no crean nuevas vías en el cerebro sino que siguen utilizando las antiguas. Para conseguir entrenar la mente debemos enfrentarnos a retos que sean a la vez desafiantes para nosotros pero adaptados a nuestro

nivel. De esta manera nuestro cerebro crea nuevas conexiones y adapta las ya existentes para permitirnos hacer frente a nuevas situaciones. Así, los juegos diseñados por Unobrainning permiten que nuestro cerebro se ejercite y, poco a poco, se pueda enfrentar a mayores desafíos.

5. ¿QUÉ OPINAN LOS EXPERTOS?

Entrevista a Alberto Coto

Alberto Coto es licenciado en Ciencias del Trabajo. Es la persona más rápida del mundo haciendo cálculos mentales, lo que demuestran sus catorce Récord Guinness, sus siete títulos de campeón mundial y sus tres medallas en la Olimpiada del Deporte Mental (Estambul 2008). Ha escrito siete libros y ha desarrollado trabajos sobre criptología, desarrollo de las inteligencias múltiples, potenciación mental a través de los números, etc.

Tras tus estudios en pedagogía matemática, desarrollaste técnicas propias en cálculo mental que te han llevado a ser un experto en este campo, ¿cómo comenzaste a desarrollar esta capacidad?

Las capacidades se desarrollan cuando la persona se enamora de algo, en mi caso de los números. Ver el lado práctico y disfrutar jugando con ello. Por lo tanto, lo primero, que eso en cuestión te guste y lo disfrutes. A partir de ahí, fui aplicando la agilidad en el juego, por ejemplo de cartas, o analizando datos numéricos, por ejemplo en las clasificaciones del fútbol.

Llega un momento en el que se estudia sobre el tema y se trabajan algoritmos específicos para cada prueba, así como aspectos tales como la concentración, la memoria, la percepción espacial, o la lectura veloz.

En este tipo de habilidades ¿Cuánto hay de capacidad previa y cuánto de método que se puede aprender?

Como todo en la vida hay una parte innata, y el resto es adquirido. Me gusta más decir que hace más el que quiere que el que puede, aunque también es cierto que sólo se podría batir un récord Guinness si hay una predisposición innata. De todas formas, de lo que se trata es de que cada persona disfrute con lo que hace y busque sus propios límites, bien sea corriendo una maratón o haciendo cálculo mental.

Ahora sabemos que podemos desarrollar nuestro cerebro a lo largo de nuestra vida y no sólo durante la infancia, ¿se pueden aplicar técnicas que mejoren nuestras capacidades?

Por supuesto. El cerebro es el órgano más complejo que hay en el Universo y, por tanto, aún muy desconocido. La cuestión es echarle ganas, ser constante utilizando los métodos adecuados y así pocas cosas hay que no puedan lograrse.

En Unobrain queremos extender el concepto de “Brain Fitness”, entendido como la actividad dirigida a afinar las capacidades cognitivas a través de una adecuada nutrición, el ejercicio físico, evitar el estrés y practicar la gimnasia cerebral ¿qué te sugiere esta iniciativa?

Me parece una iniciativa brillante con la que comulgo al 100 %. Ya Juvenal decía aquello del ‘mens sana in corpore sano’, y es algo con lo que no puedo estar más de acuerdo. En la vida tiene que haber un equilibrio y combinar la salud física con la mental debería ser un objetivo para cualquier persona.

¿Qué beneficios aporta a nuestra vida diaria mantener nuestro cerebro ágil?

Es muy evidente que muchos. El cerebro es el que nos dirige, por lo tanto tenerlo ágil es básico. La toma de decisiones es más rápida y eficiente si hemos desarrollado nuestras capacidades y habilidades numéricas o memorísticas.

¿Cuál sería el resultado futuro de establecer rutinas de ejercicio mental en la infancia? ¿Debería darse más importancia al cálculo mental en el colegio?

El hacer este tipo de ejercicios genera en el niño un concepto de autodisciplina muy importante en su desarrollo. Potenciará sus conexiones neuronales y tendrá mayor facilidad y flexibilidad de pensamiento.

El uso y abuso de las calculadoras y computadoras está demostrando que la sociedad va hacia un cierto analfabetismo numérico. Por ello, ya se han encendido las alarmas y se está iniciando un trabajo más intenso para potenciar el cálculo mental. Siempre hay que interpretar resultados de forma mental, es básico para tomar decisiones.

¿Puede el cálculo mental influir positivamente en otras capacidades cognitivas como la atención o la memoria?

Sin la menor duda. Aparte de haber técnicas específicas para potenciar la relajación-concentración, el propio ejercicio de calcular mentalmente exige una práctica de concentración como ninguna otra disciplina. El practicar cálculo mental, por tanto, implica entrenamiento de algo tan básico como concentrarse. La propia repetición y ejercicio de cálculo conlleva que la mente retenga las diferentes operaciones potenciando la parte memorística, al margen de poder recurrir a reglas mnemotécnicas.

¿Crees que es posible divertirse y trabajar la agilidad mental a la vez?

Por supuesto. Sin ir más lejos, yo mismo potencié la habilidad de cálculo a través del juego con los números, interpretando a estos como verdaderos juguetes. Los propios juegos de cartas implican cálculo mental, se puede jugar con las matrículas de los coches, con las clasificaciones del fútbol, etc. Con todo lo que conlleve el concepto de número se pueden hacer juegos mentales y esa forma de ejercitarse es fundamental para desarrollar las habilidades. No olvidemos que el juego tiene un alto

componente lógico-numérico, como lo tiene el deporte,
la música, el arte, etc.

Capítulo II

LUCHA CONTRA EL ESTRÉS

“La meditación modifica positivamente el funcionamiento y la estructura cerebral”

Javier García Campayo

Médico psiquiatra

El estrés tiene importantes efectos nocivos, sobre todo cuando se mantiene en el tiempo. Este capítulo repasa las consecuencias de este fenómeno y señala la importancia de incluir en la rutina diaria un entrenamiento para combatirlo. Aquí entrarán en juego las técnicas de meditación, cuyos beneficios para el cerebro serán explicados. Este capítulo hará un recorrido que comenzará en el concepto y la teoría del estrés, pasando por su correlato neuropsicológico, sus efectos nocivos y su incidencia. Por último, se conocerán los beneficios de la meditación y del neurofeedback para la reducción del estrés. La entrevista al psiquiatra Javier García Campayo reforzará los contenidos del capítulo.

1. EL ESTRÉS

El estrés es una estrategia adaptativa que nos induce a responder de forma activa. Es una respuesta del organismo que pone al individuo en disposición de afrontar (huir, luchar...) las situaciones interpretadas como amenazas.

Para afrontar dichas situaciones, el cuerpo debe proveerse de manera rápida de la suficiente energía. Es por ello que las células comienzan a catabolizar la energía acumulada en el organismo. Las células, al trabajar

tan rápido, producen desechos y necesitan nutrientes nuevos de forma continua. La sangre, que contiene esos nutrientes, ha de circular más rápido, por lo que el ritmo cardiaco se acelera.

También aumenta la respiración. Los pulmones están conectados al corazón cuando pasan del primer al segundo ventrículo. De esta forma el ritmo cardiaco y la respiración se sintonizan para poder llevar el máximo de recursos disponibles a las células.

Por otra parte, una respuesta de estrés implica un aumento de la frecuencia de las ondas cerebrales.

Las ondas cerebrales se producen por la activación de miles de neuronas actuando a la vez. Se han distinguido varios tipos de onda según su frecuencia y su amplitud:

- **Ritmos delta (<4 Hz):** se producen durante el sueño reparador.

- **Ritmos theta (4-8 Hz):** se producen en el inicio del sueño o somnolencia.

- **Ritmos alfa (8-12 Hz):** generados durante la meditación o la relajación

- **Ritmos beta bajos (13-21 Hz):** relacionados con la solución de problemas y la atención

• **Ritmos beta (20-31 Hz):** generados durante episodios de estrés, preocupación o miedo (Stroebe y Glueck, 1973).

La incidencia del estrés es elevada. Por ejemplo, según el Instituto Nacional de Estadística, el estrés laboral afecta en España a más del 40% de asalariados y en torno al 50% de empresarios. Las mujeres españolas poseen el porcentaje de estrés más alto de todos los países desarrollados. Según el INE el 66% de las mujeres españolas se sienten estresadas y presionadas por la falta de tiempo.

2. CORRELATO NEUROPSICOLÓGICO

El cerebro reacciona ante situaciones potencialmente estresantes de dos maneras diferentes. La primera utiliza una vía rápida; la segunda, una más lenta (Figura 2.1.).

La vía rápida prescinde del córtex prefrontal, el cual se encarga de las interpretaciones y del razonamiento. La información del estímulo, por tanto, es dirigida directamente al tálamo y más tarde a la amígdala. El tálamo es una zona de intercambio; toda la información pasa por esta zona, como una centralita de teléfono que

conectara diversas zonas. La amígdala es una zona cerebral reconocida como el centro de las emociones. Es la responsable de las respuestas emocionales rápidas que ayudan al sujeto a sobrevivir.

Como no interviene el córtex prefrontal (determinante en el almacén lógico del proceso de discernimiento de alternativas), hay una evaluación muy rápida e instantánea que responde a una pregunta: “¿Es la situación a la que se enfrenta el sujeto potencialmente peligrosa?” En caso afirmativo se envía información para dar una respuesta (ej., el sobresalto tras oír un fuerte ruido, respuesta instantánea que no requiere una interpretación de la situación)

La reacción de vía lenta se produce de forma simultánea a la anterior. Tras su entrada en el tálamo, la información sensorial pasa al córtex prefrontal. En él se realizan las interpretaciones de la situación y se decide si una respuesta es adecuada o no. Esta zona responde a la pregunta: “¿Hay razones lógicas para pensar que esto es peligroso?” En caso afirmativo se lleva la información a la amígdala (centro de las emociones) para dar una respuesta. Tras la respuesta afirmativa tanto de la vía rápida como de la lenta, se pone en marcha la vía HHA (hipotalámico-hipofisario-adrenal) en la que interviene el hipotálamo, la hipófisis y las glándulas suprarrenales.

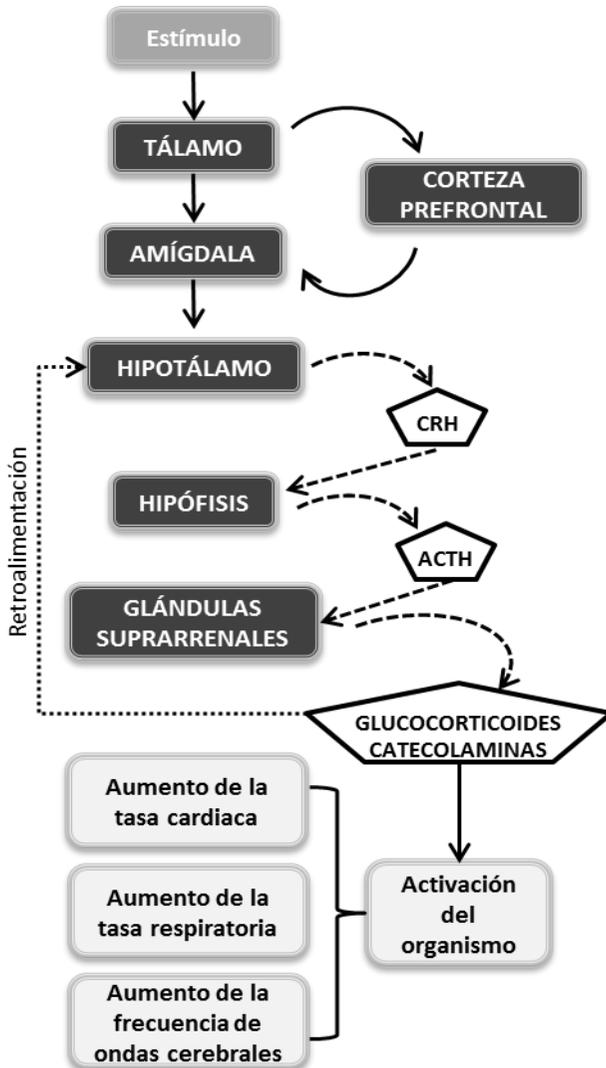


Figura 2.1. Esquema básico de la respuesta de estrés

El hipotálamo es una zona cerebral relacionada con la provisión de equilibrio (homeostasis) ante un desajuste orgánico. Para realizar esta función libera varias hormonas. Cuando la información estresante llega a esta zona se produce una hormona llamada CRH (hormona liberadora de corticotropina) y otra hormona llamada vasopresina.

Estas hormonas llegan a la hipófisis o glándula pituitaria, un saliente cercano al hipotálamo que se ocupa principalmente de la secreción de hormonas relacionadas con la homeostasis. Cuando llega la hormona CRH del hipotálamo se activa produciendo ACTH (hormona adrenocorticotropa).

Esta hormona es liberada al riego sanguíneo cerebral, viajando a través de él hasta llegar a los riñones. En la superficie de los riñones tenemos unas zonas llamadas glándulas suprarrenales. Las glándulas suprarrenales se activan por la ACTH y producen otras hormonas llamadas glucocorticoides y catecolaminas.

- Los glucocorticoides son un grupo de hormonas. Durante el estrés se produce especialmente cortisol (también llamada hormona del estrés).
- Las catecolaminas son neurohormonas, es decir son neurotransmisores (mensajes que se envían

entre las neuronas del cerebro) pero viajan por el torrente sanguíneo. En concreto durante el estrés se produce adrenalina y noradrenalina. Ambas activan el sistema nervioso simpático (el correspondiente con la activación del organismo).

Tanto los glucocorticoides como las catecolaminas generadas en los riñones vuelven al cerebro por el torrente sanguíneo cerrando el circuito HHA. Es decir, mandan información al hipotálamo y a la hipófisis para que dejen de generar hormonas (CRH y ACTH). Además, los glucocorticoides tienen efectos en el organismo: disminuyen el sistema inmune, y aumentan la presión arterial y la tasa respiratoria.

La secreción de adrenalina y noradrenalina interviene en la activación sináptica, es decir, activa el organismo, encargándose de poner al cuerpo en estado de alerta y de prepararlo para luchar o huir. Las respuestas específicas que provocan son: dilatación de pupilas, dilatación bronquial, movilización de ácidos grasos, aumento de coagulación, aumento de rendimiento cardiaco (hipertensión arterial), vasodilatación muscular, reducción de estrógenos y testosterona, y aumento de tiroxina (metabolismo energético, síntesis proteínas...).

3. EFECTOS NOCIVOS DEL ESTRÉS

La sobreactivación inherente al estrés continuado produce una serie de efectos en el organismo.

3.1. ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES

El estrés produce una necesidad de energía que provoca el aumento de la tasa cardiaca. A su vez aumenta la presión arterial. Además, se segregan las hormonas del estrés (glucocorticoides) y neurotransmisores (epinefrina y noradrenalina) que aumentan el flujo sanguíneo. Todo esto genera una carga mayor para el corazón, y ésta puede llegar a ser muy peligrosa. Algunos problemas cardíacos que han sido relacionados con el estrés mediante numerosos estudios son: ataques cardíacos (los vasos sanguíneos quedan bloqueados), insuficiencia cardíaca, arritmias (ritmos cardíacos anormales) y apoplejía (vasos sanguíneos obstruidos en el encéfalo).

Ya en 1983 Manuck, Kaplan y Clarkson demostraron en monos que las diferencias individuales en la reacción al estrés podían predecir el padecimiento futuro de enfermedades cardiovasculares. Eilam y cols. (1991) comprobaron en investigaciones con ratas que traspasando tejido del hipotálamo de ratas hipertensas a ratas sanas la presión sanguínea de estas últimas aumentaba

en un promedio del 31%. Otro estudio realizado por Cobb y Rose (1973) demostró que los controladores aéreos que vigilaban gran tráfico tenían una mayor incidencia de presión sanguínea alta. La revista *European Heart Journal* publicó un artículo (Chandola y cols., 2008) relacionando el estrés con la mayor probabilidad de padecer problemas cardiacos. Karasek y cols. (1981), Alfredsson y cols. (1982) y Theorell y cols. (1984) en Suiza y EE.UU. han demostrado que las tasas de enfermedad coronaria (tipo más común de enfermedad cardiaca) son mucho mayores en trabajadores con altas demandas laborales.

Por su parte, González y Amigo (2000) realizaron un estudio con treinta sujetos hipertensos llegando a la conclusión de que la relajación provoca de forma inmediata descensos de presión arterial y frecuencia cardiaca.

3.2. CEFALIAS

Los dolores de cabeza se producen por la vasoconstricción (disminución del tamaño de los vasos sanguíneos) en las meninges. La desregulación cardiaca, la hiperactivación y el exceso de preocupaciones que produce el estrés aumentan y agravan estos dolores de cabeza.

Collet, Cottraux y Juenet (1986) y Kroner (1982) utilizaron biofeedback para reducir dolores de cabeza

midiendo la respuesta fisiológica de estrés. El Colegio Estadounidense de Neurología recomienda el biofeedback como primera línea del tratamiento para niños con dolores de cabeza (Sherman, R. y Hermann, C., 2006).

3.3. MIGRAÑAS

Las migrañas son trastornos neurovasculares crónicos e incapacitantes caracterizados por episodios de moderados o intensos dolores de cabeza con sensación pulsátil o palpitante y frecuentemente unilaterales. Estos episodios tienen un inicio gradual, pudiendo alcanzar una duración de 72 horas si no se administra tratamiento. Tras esto se produce una fase postdrómica o de recuperación de forma progresiva (Bruegel, 2004).

Está ampliamente reconocido que las personas que padecen migraña presentan mayores índices de estrés. Sevillano-García, Manso-Calderón y Cacabelos-Pérez (2007) mencionan que hasta un 50,9% de personas con migrañas también presentan estrés. En otro estudio sobre el estrés percibido, la ansiedad y las estrategias de afrontamiento (Holm, Lokken y Nyers, 2002) se reveló que entre el 50-70% de las personas mostraban correlaciones significativas entre su estrés diario y sus episodios diarios. Mostraban así que el estrés y las migrañas tienen

una influencia recíproca de forma cíclica a lo largo del tiempo.

El estrés se ha mostrado así como un factor primordial en la aparición de los episodios de migraña y en su perpetuación (Wacogne y cols., 2003), lo que hace necesaria la obtención de estrategias de manejo del estrés para facilitar una mayor calidad de vida. Para ello pueden utilizarse técnicas de relajación autógena o ejercicios de meditación (Calvillo, 2006). El objetivo de estas técnicas es la prevención y manejo de los episodios así como la reducción del dolor. Además estas técnicas obtienen mejores resultados si se combinan con biofeedback (Van-Hook, 1998).

3.4. FIBROMIALGIA

Es común que las personas afectadas de fibromialgia presenten estrés psicológico y una respuesta desadaptativa (Catley y cols., 2000; Hasset y Gevirtz, 2009). Es por ello que una de las primeras líneas de investigación se ha dedicado a analizar su vinculación con el estrés, fundamentalmente el estrés crónico. El estrés parece tener vinculaciones muy fuertes con la fibromialgia. De hecho, se ha asociado con su aparición (López y Mingote, 2008). Esto no implica que sea la causa pero, como en muchas afecciones, el estrés precipita la apari-

ción para personas con vulnerabilidad y predisposición. La presencia de estrés y su control influye en todas las etapas de este síndrome, afectando a la precipitación de la afección, a la afrontación, mejora y progreso de ésta.

En cuanto al tratamiento de los pacientes, el estudio realizado por Sarnoch, Adler y Scholz en 1997 investigó si la meditación podría ser una técnica efectiva en el control de los síntomas. Sus resultados fueron sorprendentes encontrando una mejora del 51% de los pacientes tras la intervención. Otros estudios muestran además disminuciones en los síntomas depresivos de personas con fibromialgia tras la práctica de mindfulness (Hasset y Gevirtz, 2009). Menzies y Kim (2008) también investigaron esta relación, encontrando resultados en concordancia con los anteriores. Tras 10 sesiones de meditación basada en reducción del estrés para personas con fibromialgia, el 51% mostraron mejoras significativas.

Otra de las técnicas que se ha reportado eficaz es el biofeedback, en especial el neurofeedback. Kayiran y cols. (2007) encontraron en un estudio realizado que, tras la aplicación de neurofeedback, las personas con fibromialgia mostraron una disminución de la severidad en la gran mayoría de síntomas. También se encuentran mejorías de los síntomas del síndrome utilizando entrenamiento en biofeedback y relajación, así como con en-

trenamiento en actividad física y su combinación (biofeedback en relajación y actividad física). Los tres tratamientos se muestran eficaces y sus beneficios parecen mantenerse al menos durante dos años (Buckelew y cols., 2005).

Como hemos podido comprobar el estrés puede propiciar la aparición de la enfermedad y tiene efectos en la intensidad del dolor (Ojeda y cols., 2011). La meditación y el biofeedback orientados a la reducción del estrés pueden ser efectivos, junto con tratamiento, para la mejora de la fibromialgia (Hasset y Gevirtz, 2009).

3.5. ALTERACIONES DEL SISTEMA INMUNITARIO

El sistema inmunitario protege al organismo de las infecciones. El estrés puede inhibir o suprimir la actividad de éste sistema incrementando las posibilidades de padecer enfermedades infecciosas o agravando las enfermedades autoinmunes (diabetes mellitus, artritis reumatoide, esclerosis múltiple...). El estrés produce un aumento de glucocorticoides (hormonas del estrés) que suprimen la actividad autoinmune. Un ejemplo simple de esa supresión es la aparición de erupciones cutáneas tras un evento estresante.

Kiecolt - Glaser y cols. (1987) demostraron la relación entre estrés y sistema inmune observando los efec-

tos del primero sobre el segundo en personas que cuidaban a parientes con alzhéimer. También Schleifer y cols. (1983) observaron un deterioro del sistema inmune de un grupo de hombres tras el fallecimiento de sus esposas.

3.6. ENVEJECIMIENTO PREMATURO

El estrés reduce el tamaño de los telómeros. Los telómeros se encuentran en nuestros cromosomas y están muy relacionados con el envejecimiento natural. Además diversos estudios realizados demuestran que el estrés disminuye la neurogénesis (creación de nuevas neuronas) y provoca daño neural. Por tanto, se vincula con el envejecimiento precoz y las enfermedades neurodegenerativas.

Selye y Tuchweber (1976) observaron el deterioro cerebral en primates sometidos a situaciones particularmente estresantes de manera continua. Jensen, Genefke y Hyldebrandt (1982) describieron algo semejante en personas que habían sido sometidas a torturas en el pasado.

3.7. TRASTORNOS DE APRENDIZAJE Y MEMORIA

El aumento de glucocorticoides (hormonas del estrés) produce daños en el hipocampo. El hipocampo se

sitúa en nuestro cerebro y su función principal es la memoria y el aprendizaje. Una de las causas de pérdida de memoria es la degeneración hipocampal, pues el estrés puede impedir la neurogénesis (nacimiento de nuevas neuronas) en el hipocampo.

McEwen y Magarinos (2001) demostró que la formación hipocampal, relacionada con la memoria declarativa, espacial y contextual, es particularmente vulnerable a las hormonas del estrés. Concluyó que el estrés suprime la neurogénesis y destruye los cuerpos neuronales. Además, el estrés continuado produce atrofia de las dendritas en la región CA3 (células piramidales del hipocampo). Elzinga, Schamhl y Vermetten (2007) probaron que el estrés está asociado con cambios a largo plazo en la neurobiología. J.D. Bremner (2006) observó en animales que el estrés tiene relación con cambios en la función y estructura hipocampal y que produce una disminución de neurogénesis, un aumento de glucocorticoides y una disminución del cerebro derivada de factores neurotróficos (que favorecen la supervivencia de las neuronas).

Cientos de estudios en los últimos veinte años muestran que la respuesta de relajación es efectiva para los problemas de salud causados por el estrés. Además, estas intervenciones reducen la activación del sistema nervioso simpático y aumentan la del parasimpático, lo

que contribuye a restaurar la homeostasis. Relajación y reestructuración cognitiva tienen beneficios en los tratamientos de dolores de cabeza, insomnio y problemas cardiovasculares (Jacobs, 2001).

4. BENEFICIOS DE LA MEDITACIÓN Y USO DE NEUROFEEDBACK EN LA REDUCCIÓN DEL ESTRÉS

4.1. MEDITACIÓN

La meditación ha estado presente a lo largo de toda la historia de la Humanidad. Las primeras evidencias registradas datan del 1500 a.C. en la India (Vedas) y, aunque la meditación está más presente en las prácticas religiosas del hinduismo y el budismo, estos métodos aparecen en múltiples lugares y culturas, desde el cristianismo, el sufismo islámico y el judaísmo, hasta las prácticas chamánicas del continente americano y algunas islas del Pacífico. No obstante, existe una notable diferencia entre el significado que se le da al concepto de meditación en la tradición oriental con respecto a la occidental.

Según la 22ª Edición del diccionario de la Real Academia de la Lengua, meditar, del latín *meditari*, es: “Aplicar con profunda atención el pensamiento a la consideración de algo, o discurrir sobre los medios de conocerlo

o conseguirlo.” Es decir, meditar implica un esfuerzo mental en persecución de algo: la solución a un problema, la reflexión y racionalización de situaciones inesperadas o adversas etc. En las culturas orientales, sin embargo, la meditación es una serie de prácticas formales que varían de cultura a cultura y que tienen por objetivo calmar la mente, focalizándola en un solo punto, y transformarse uno mismo en observador ecuánime (sin juzgar ni valorar) de todo lo que alcanzan nuestros sentidos y nuestros pensamientos. Este estado de paz mental y relajación nos liberaría del sufrimiento, lo cual nos conduciría a la felicidad.

Hablando en términos psicológicos, la meditación consiste en acallar nuestros pensamientos. Durante la meditación, anclamos la mente en un estímulo que nos ayuda a ralentizar e incluso a detener la incesante corriente de pensamientos. De esta forma se obtiene un descanso mental muy profundo y reparador, se eliminan distracciones y preocupaciones y, por tanto, se puede hacer del pensamiento una herramienta más eficiente, estimular la creatividad y obtener una sensación de estabilidad y calma difícil de conseguir por otros medios.

El elevado número de testimonios sobre los beneficios de la meditación que empezaron a registrarse en la cultura Occidental y en especial en EE.UU. a partir de los

años 60, cuando el yoga fue introducido masivamente en ese país, y de ahí al resto de países occidentales produjo un interés creciente en la comunidad científica. Eso se tradujo en numerosos estudios, tanto verticales como horizontales, con el fin de investigar sobre los efectos beneficiosos de meditar en el cerebro y la salud en general.

Efectos sobre las enfermedades cardiacas

En el caso de las afecciones cardiacas, primera causa de muerte en los países desarrollados, se ha demostrado que gestionando correctamente el estrés mediante la meditación se puede reducir de forma notable la presión arterial en las personas que son normales a moderadamente hipertensas. Este hallazgo ha sido replicado en una veintena de estudios, algunos de los cuales han demostrado la reducción de presión sistólica entre los sujetos de 25 mmHg o más (Murphy y Donovan, 1997).

El control del estrés parece ser tan beneficioso como el ejercicio aeróbico en la prevención de accidentes cardíacos (Blumenthal y cols., 2002). Por otra parte, Ornish (1990) mostró cómo un programa que incluía la meditación consiguió mejoras sensibles en el estado de salud de un grupo de pacientes con obstrucción arterial.

Estudios posteriores indican que la reducción del estrés puede ser el factor más importante en ese programa.

Efectos sobre el sistema inmune

La reducción del nivel de glucocorticoides (hormonas del estrés) presentes en la sangre debido a menores niveles de estrés produce una mejora general del sistema inmunitario, ya que este grupo de hormonas actúan como inmunosupresores. Se reducen las incidencias de infecciones y mejoran las enfermedades autoinmunes.

En un experimento llevado a cabo en la Universidad de Wisconsin se administró una vacuna contra la gripe a un grupo de personas que habían recibido entrenamiento en meditación, y también a un grupo de control. Los resultados mostraron que el grupo de meditadores desarrolló un número notablemente más alto de anticuerpos que el grupo de control (Davidson y cols., 2002). Por otro lado, se ha demostrado que la práctica de la meditación disminuye el ritmo de avance del VIH (Creswell y cols., 2009). Los pacientes que recibieron un curso de meditación mostraban un mayor número de células T CD4 (coordinadoras del sistema inmune, y a las que ataca el virus del VIH) que el grupo de control.

Efectos sobre el envejecimiento celular

Se ha observado relación entre la meditación y la activación o desactivación de ciertos grupos de genes relacionados con la inflamación, la neutralización de los radicales libres y con la ralentización e incluso detención del avance de ciertos tipos de cáncer. Otra línea de investigación (Ornish, 2008) ha llevado al descubrimiento de que meditar estimula la producción de telomerasa, una enzima que ralentiza el acortamiento de los telómeros de las células, principal causa del envejecimiento y deterioro celular. Se ha llegado a observar hasta un aumento de un 30% en la producción de telomerasa en solo tres meses. Hasta el momento, ninguna otra intervención médica había logrado aumentar la telomerasa.

Efectos cerebrales

Diversos estudios encefalográficos (Ej. Banquet, 1973) realizados con meditadores de distintos niveles demuestran la capacidad de estos para disminuir la emisión de ondas cuya frecuencia denota un estado de estrés y ansiedad (beta alta, entre 20 y 31 Hz), y aumentar la de ondas asociadas a estados de relajación (alfa, entre 8 y 12 Hz). Se ha comprobado que los meditadores habituales son capaces de mantener este patrón de ondas cerebrales durante mucho tiempo después de haber

abandonado la actividad de meditación, lo que se traduce en actitudes relajadas, mejor gestión de las emociones y sensación de bienestar.

También es posible observar cambios físicos en el cerebro de personas que practican la meditación de forma regular. Por ejemplo, Luders y cols. (2009) detectaron mayores volúmenes de materia gris en los meditadores; en la corteza orbito frontal, así como en el tálamo derecho y su circunvolución temporal inferior izquierda. Además, los meditadores mostraron volúmenes significativamente mayores de funcionamiento en el hipocampo derecho. Entre otros efectos, esto implicaría que el control emocional de los meditadores se ve facilitado.

Otros estudios han demostrado que los efectos beneficiosos de la meditación en el cerebro aparecen muy rápidamente. Hay estudios que sugieren que es posible apreciar los efectos positivos de la meditación incluso con sólo diez minutos de práctica regular (Britton, 2007).

4.2. NEUROFEEDBACK

El neurofeedback es un tipo de tratamiento de biofeedback, una técnica muy utilizada en la investigación y en la clínica. El biofeedback consiste, de forma básica, en poder monitorizar y controlar nuestras propias res-

puestas corporales, generalmente imperceptibles, utilizando un medio de ‘traducción’ de las mismas que las vuelve accesibles. A partir de observar nuestras propias respuestas somos capaces de desarrollar estrategias para controlarlas.

El neurofeedback es una forma de biofeedback en la que se registra la actividad eléctrica de las neuronas del encéfalo mediante electroencefalografía (EEG). El neurofeedback tiene 50 años de historia y una eficacia bien establecida en más de un millar de estudios desde principios de los 70 (Hammond, 2009; Yucha Montgomery y Gilbert, 2004; Duffy, 2000). En lo que al control del estrés concierne, hay amplia demostración de que un plan de entrenamiento en ondas alfa (generación de alfa), combinado con un plan de entrenamiento en ondas beta (supresión de beta altas), contribuye a mantener las reacciones de estrés bajo control (Seo y Lee, 2012).

Unozen aprovecha la efectividad probada de la meditación como técnica y del neurofeedback como herramienta. Diseñado por un equipo de expertos en ambas disciplinas, presenta una rutina suficientemente breve (doce minutos) y lúdica (ejercicios concebidos a modo de juegos online), que el usuario habrá de repetir

regularmente y que contiene ejercicios de atención, relajación y meditación. Estos juegos se realizarán con la ayuda de un dispositivo de electroencefalografía especialmente concebido para el consumidor doméstico.

4.3. MÉTODO UNOZEN DE CONTROL DEL ESTRÉS

Unozen es un método desarrollado por Unobrain para entrenar la capacidad de reducir el propio estrés. Combina técnicas progresivas de fortalecimiento atencional, relajación y meditación con elementos de neurofeedback. Se articula alrededor de unas llaves metafóricas y presenta al usuario ejercicios online en los que las mediciones de las frecuencias de ondas cerebrales provistas por un casco de encefalografía juegan un papel fundamental.

5. ¿QUÉ OPINAN LOS EXPERTOS?

Entrevista a Javier García Campayo

Javier García Campayo es médico psiquiatra y profesor responsable del grupo *Salud mental en atención primaria*, que estudia los efectos cerebrales de la meditación zen desde el punto de vista de la medicina. El grupo de investigación que dirige cuenta con científicos de la Universidad de Zaragoza y

del Instituto Aragonés de la Salud, además de con la colaboración de la Asociación de Trastornos Depresivos de Aragón.

¿Cómo se ve la meditación desde el punto de vista médico?

Durante años ha sido una gran desconocida y se la miraba con ignorancia cuando no con recelo. A principios de los años 70, en Estados Unidos, empezaron a realizarse estudios científicos con meditadores y se demostró cierta eficacia en ansiedad y depresión. El problema era que los estudios usaban pequeñas muestras de individuos (porque había pocos meditadores en la sociedad y no se podían reclutar más) y la meditación era muy variada (hay diferentes estilos de meditación y las muestras no eran homogéneas). En los años 90 surge, también en Estados Unidos, el concepto de mindfulness (se tradujo como atención plena, ya que el concepto meditación presentaba muchas connotaciones y se quería evitar). Desde entonces, ha empezado a desarrollarse como una forma de psicoterapia independiente o asociada con otras terapias denominadas de tercera generación (terapias de aceptación y compromiso, muy basadas en la importancia de los valores y de aceptar el sufrimiento como un aspecto más de la vida que no debe evitarse ni buscarse).

En este momento, mindfulness (meditación) se está aplicando con éxito a muchos trastornos psiquiátricos (depresión, ansiedad, trastorno obsesivo, trastorno de estrés postraumático, dolor crónico... donde funciona muy bien) y es una de las terapias sobre las que más se está investigando a nivel internacional. Es muy respetada en la comunidad científica, aunque a España, como siempre, ha llegado unos 10 años más tarde de que apareciera en los países anglosajones.

¿Crees que es posible que la meditación sea utilizada como tratamiento médico?

Ya está siendo utilizada como tratamiento en las patologías que he comentado, se ha demostrado efectiva y hay incluso estudios de meta-análisis (que expresan la máxima evidencia científica) diciendo que son útiles en todas ellas. En los años siguientes lo que vamos a ver es su uso como prevención de patología psiquiátrica y también física. Hay teorías neuroinmunológicas que confirman que el estrés estaría en la base de enfermedades cardiovasculares, neoplásicas y psiquiátricas en base a las citokinas y kininas (neuromoduladores). La meditación modifica positivamente el funcionamiento y la estructura cerebral (aumenta la actividad, disminuye neu-

rotransmisores tóxicos como el glutamato, etc.) cuando se practica de forma estable.

¿En qué medida el ejercicio mental puede mejorar nuestro día a día?

Hay muchos tipos de ejercicio mental. La lectura y el ejercicio mental mejorarían la memoria, la atención y la concentración, pero no mejoran aspectos afectivos. Sólo la meditación, además de mejorar la memoria, atención y concentración, consigue aumentar la relajación, el bienestar y la calidad de vida, porque modifica nuestra forma de interpretar el mundo (no es tan evaluativa, no juzga todo como positivo o negativo, etc.).

Generalmente, damos más importancia a estar en buena forma física, ¿por qué crees que la gente no se preocupa de la salud de su cerebro?

Porque no se conoce tanto. Se piensa que basta con la actividad intelectual normal para que el cerebro este sano.

¿Qué te sugiere el concepto de Brain Fitness que propone Unobrain?

Es importante que la gente conozca qué hacer para cuidar su mente. Como has dicho, es más popular el

ejercicio físico para cuidar el cuerpo, pero no es menor importante cuidar la mente.

¿Cuál es la relación entre meditación y cerebro?

Ya hemos dicho que la meditación mejora los aspectos cognitivos (atención, memoria y concentración), pero también los afectivos, aumentando la felicidad y la tranquilidad y eliminando depresión y ansiedad (porque se aceptan mejor las circunstancias adversas y uno no está continuamente eligiendo, evaluando, ni centrado en el pasado o en el futuro, sino sólo en el presente).

La meditación produce modificaciones funcionales (ondas alfa más frecuentes y, después de años meditando, aparecen ondas gamma), así como mayor sincronía interhemisférica. Pero a largo plazo, también produce modificaciones en los neurotransmisores (menos glutamato, un neurotransmisor excitatorio), mayor girificación y mayor conectividad y actividad neuronal.

Según tu línea de estudio, existe una importante relación entre meditación y salud y entre ondas cerebrales y meditación...

La meditación modifica las ondas cerebrales (aumenta las alfa, ondas típicas de la meditación que se asocian a la tranquilidad y la felicidad). Mejora la salud psicológica, como hemos descrito. Menor ansiedad y

depresión y mejora la salud física (protege de enfermedades cardiovasculares y cáncer, por ejemplo).

Unobrain quiere extender un nuevo estilo de vida. Todo apunta a que debido al ritmo frenético de nuestro día a día, las personas cada vez tendrán más presentes los riesgos que implica el estrés en nuestro cuerpo ¿Cuáles son las perspectivas de futuro?

Cada vez hay más investigación sobre mindfulness y más personas que practican meditación sin connotaciones religiosas, para encontrar bienestar y felicidad. Hay todo un cuerpo de doctrina en psicoterapia que incluye la meditación como herramienta (psicoterapia de mindfulness, psicoterapias de aceptación y compromiso). Los terapeutas cada vez lo usan más. Hay un incremento de conciencia social sobre la importancia de la meditación

Capítulo III

SOMOS LO QUE COMEMOS

*“Una dieta más sana para todos implicaría
una población más satisfecha y feliz”*

Jesús Román

Presidente de la Fundación Alimentación Saludable

Conocer y comprender las bases de la nutrición y la alimentación correcta para el cerebro es fundamental. En este capítulo se explicarán las propiedades cerebrales de los nutrientes, la importancia de los antioxidantes, los alimentos estimulantes del cerebro, los grupos de alimentos y las diversas patologías asociadas a la nutrición. Finalmente, el doctor Jesús Román compartirá con nosotros su amplia experiencia en este campo.

1. PROPIEDADES CEREBRALES DE LOS NUTRIENTES

Cada alimento está formado por una mezcla de nutrientes (macronutrientes, que son los que aportan al organismo la mayor parte de la energía metabólica, y micronutrientes). La presencia y cantidad de estos nutrientes en la dieta tiene una serie de repercusiones cerebrales.

1.1. MACRONUTRIENTES

Los tres grandes nutrientes se llaman energéticos porque pueden oxidarse para aportar energía al organismo. Son las proteínas, los hidratos de carbono y los ácidos grasos (ver tabla 3.1.).

Tabla 3.1. Clasificación de macronutrientes y alimentos que los contienen

<i>Tipos de macronutrientes</i>		<i>Alimentos</i>	
Aminoácidos	Triptófano	Leche, plátano, pavo, cereales integrales, avena, pipas de calabaza, garbanzos, semillas de sésamo	
	Fenilalanina	Carne, pescado, huevos, productos lácteos, garbanzos, lentejas, cacahuets, soja	
	Lisina	Pescados, carnes magras, leche, huevos	
	Metionina	Trigo integral, cebolla ajo, alubias	
	Ácido glutámico	Harinas de trigo, almendras, nueces, huevos, leche	
Hidratos de carbono	Simples	Dulces, bollería, snacks, refrescos azucarados	
	Complejos	Arroz, pasta, pan, cereales	
Ácidos grasos	Grasas saturadas	Aceites de coco y palma, mantequilla, manteca de cerdo, beicon, tocino	
	Esenciales omega-6	Linoleico	Soja, cártamo, maíz, frutos secos, semillas, alguna verduras
		Araquidónico	Carne, carne de ave, huevos
	Esenciales omega-3	α -linoleico	Semilla de linaza, nueces y sus respectivos aceites
		Eicosapentanoico Docosapentanoico	Pescados azules Pescados azules
Grasas trans		Snacks, aperitivos salados, bollería industrial, comidas preparadas, algunas galletas, algunas margarinas	

Proteínas

Las proteínas constituyen el principal nutriente para la formación de los músculos del cuerpo. Tienen, además, infinidad de funciones, entre las que se encuentran vincular las células nerviosas entre sí. Entre los alimentos proteicos encontramos carnes, pescados, lácteos y derivados lácteos, huevos y ovoproductos.

Las proteínas están formadas por una cadena de aminoácidos. Una vez se consumen los alimentos ricos en proteínas, se descomponen en sus aminoácidos en la digestión para volver a sintetizarse más tarde proteínas en los lugares donde sean requeridas.

Hay 20 aminoácidos, de los cuales 9 son esenciales y 11 no esenciales. Esencial es el aminoácido necesario para el organismo y no sintetizable por éste, por lo que es necesario consumirlo en la alimentación. El aminoácido no esencial es igualmente necesario para el organismo, pero éste tiene la capacidad de sintetizarlo a partir de otros compuestos. Los aminoácidos esenciales son indispensables para el desarrollo del organismo, ya que si hubiera una carencia de éstos no sería posible crear o reponer las células de los tejidos.

Ciertos aminoácidos juegan un papel fundamental en la regulación de la actividad cerebral. Entre ellos

están el triptófano, la tirosina, la lisina, la metionina, y el ácido glutámico.

El *triptófano* es necesario para la segregación de serotonina. La serotonina es la precursora de la hormona melatonina, por lo que regula el ciclo diario de sueño-vigilia. La serotonina también controla el apetito y ayuda a eliminar la ansiedad por la comida, actúa como ansiolítico, observándose en algunos casos un efecto antidepresivo.

Un aumento en el consumo de una dieta rica en proteínas no aumenta la concentración de triptófano en el plasma, contra lo que cabría pensar. Sin embargo, si junto con las proteínas consumimos hidratos de carbono, se facilita el transporte a través de la barrera hematoencefálica. Esto es debido a que los hidratos hacen que el páncreas segregue insulina. La insulina arrastra hacia otros tejidos otros aminoácidos, los cuales compiten con el triptófano para utilizar los transportadores de la barrera hematoencefálica y éste puede pasar más fácilmente. El triptófano no es arrastrado porque normalmente se encuentra en sangre unido a una sustancia llamada albúmina y no circula libre como el resto. Al consumirlo junto con hidratos de carbono aumenta la concentración de triptófano en sangre, aumenta el transporte hacia el cere-

bro y puede aumentar la síntesis de serotonina en el cerebro.

Para el adecuado metabolismo del triptófano se requieren además unos elevados niveles de vitamina B6 y de magnesio, que se obtienen también a través de la dieta.

Los alimentos de origen animal suelen tener más triptófano que los de origen vegetal, pero su origen es muy variable.

La *tirosina* es un aminoácido necesario en la síntesis de adrenalina, dopamina y noradrenalina. Además, estimula la producción de acetilcolina, que es un neurotransmisor fundamental para la memoria, por lo que la tirosina es uno de los aminoácidos más importantes para el cerebro.

Puede ser sintetizada naturalmente por el organismo a partir de la fenilalanina, por lo que es un aminoácido importante pero no esencial, la fenilalanina por lo tanto si es esencial y se encuentra en el grupo de los que es necesario consumir con la alimentación.

La *lisina*, muy importante en la producción y regeneración de los tejidos. La falta de lisina es causa de fatiga, irritabilidad y falta de concentración.

La *metionina*, de aparente función antidepresiva cuando se consume junto con vitamina B12, debido a

que tiene la capacidad de disminuir las histaminas en sangre, sustancias que pueden causar depresión a largo plazo.

El *ácido glutámico*, que produce glutamina. La glutamina estimula la producción de GABA, neurotransmisor que actúa como estimulante especialmente en momentos de estrés, favorece la concentración y el sueño y, según algunos estudios, parece resultar eficaz en el tratamiento de la depresión. Los principales alimentos que lo contienen son harinas de trigo, almendras, nueces, huevos y leche.

Hidratos de carbono

Los hidratos de carbono cumplen una función energética. Nos aportan 4kcal por cada gramo consumido y en torno al 55-60% de la energía que requiere el ser humano debe provenir de los hidratos de carbono. Durante la digestión los hidratos de carbono se hidrolizan a glucosa, el más simple de todos los hidratos, básico para el funcionamiento del cerebro y todo el sistema nervioso central (SNC). Nuestro cerebro consume cada día más o menos 100 g de glucosa, siendo esta su única fuente de energía, por lo que debe representar un 55-60% de valor calórico total en la dieta diaria.

En ayunos o dietas en la que el consumo de hidratos de carbono no es suficiente el SNC recurre a cambios en el metabolismo para obtener sustancias utilizables. Por eso en condiciones de bajas concentración de glucosa en sangre podemos sentirnos mareados o cansados, ya que todo el organismo está generando un gran esfuerzo.

Existen dos tipos de hidratos de carbono. Cada tipo actúa de manera diferente sobre nuestra salud cerebral. Los hidratos de carbono pueden ser simples o complejos.

Los *simples* se absorben de forma rápida y se puede obtener energía de manera casi instantánea. Hoy en día existe una ingesta elevada de productos ricos en azúcares simples y refinados (dulces, bollería, snacks, refrescos azucarados...), factor de riesgo que puede inducir la enfermedad llamada diabetes mellitus tipo II. Cuando comemos, la glucosa obtenida de los hidratos de carbono penetra en el torrente sanguíneo. El páncreas crea una hormona llamada insulina que ayuda a que la glucosa se introduzca en las células del cuerpo y así obtener la energía que necesita. Al desarrollar la enfermedad de diabetes mellitus tipo II se genera resistencia a la insulina por parte de las células. Así, los altos niveles de azúcar e insulina que se acumulan en sangre pueden dañar el cerebro. De hecho, hay una probada correlación entre

la diabetes mellitus tipo II y la aparición de enfermedades degenerativas como el alzhéimer.

Los hidratos de carbono *complejos* necesitan ser hidrolizados en la digestión a formas más sencillas, como es la glucosa, por lo que su digestión no es tan directa y tardan más en ser absorbidos. Esta absorción lenta favorece la liberación de energía de manera más constante y gradual. En ayuno prolongado o insuficiencia de carbohidratos el cerebro no tendrá suficiente energía para realizar todas sus funciones vitales, pudiendo generar déficits de atención y concentración. Es importante aprender a regular los niveles de glucosa a través de la elección de los alimentos correctos y su ingesta para que nuestra estabilidad mental y emocional alcance sus mejores niveles y las condiciones de riesgo y de vulnerabilidad psicopatológica sean mínimas.

Ácidos grasos

Tienen una función energética junto con los carbohidratos. Cada gramo de ácidos grasos aporta 9 kcal, pero dichos ácidos no solo sirven como reserva de energía, sino que también forman parte del sistema nervioso como parte constituyente de todas las membranas celulares y de la vaina de mielina que recubre los nervios. Son también necesarios en la formación de sus-

tancias indispensables para el cerebro, como los neurotransmisores.

Dentro de los ácidos grasos podemos hacer una distinción entre grasas saturadas y grasas insaturadas (monoinsaturadas y poliinsaturadas) en función del número de dobles enlaces que contengan. Además, en la actualidad es necesario conocer el papel de los ácidos grasos trans.

Las grasas *saturadas* se llaman así porque en su estructura química no tienen ningún doble enlace o insaturación. Su consumo está relacionado con un aumento de los niveles de colesterol, en concreto del colesterol LDL, más comúnmente conocido como colesterol “malo”, el cual se va depositando en las arterias. Las arterias son vasos sanguíneos que transportan oxígeno y sangre al cerebro, corazón y al resto del cuerpo. Según se va acumulando el colesterol en la arteria se producen “placas” que hacen que se estreche y se dificulte el flujo sanguíneo. Si la placa de ateroma sigue creciendo y se obstruye, la sangre no puede pasar y pueden ocurrir dos cosas:

1. Ataque isquémico transitorio: Interrupción súbita e inmediata del riego sanguíneo. No se produce muerte del tejido celular.

2. Derrame cerebral: Se produce interrupción durante tiempo suficiente para que se produzca muerte del tejido celular.

Aunque existen más factores de riesgo para que se produzcan esta patología, la alimentación es un factor muy importante para este tipo de enfermedades cerebrales, ya que contribuye de forma activa al buen o mal estado de las arterias.

Las grasas saturadas se encuentran en alimentos de origen animal, como carnes, leche entera, mantequillas. Sin embargo estos alimentos nos aportan otras propiedades importantes para el organismo por lo que no deben ser eliminados de la dieta. Hay que controlar su consumo y no abusar de ellos.

Las grasas *insaturadas* se llaman así por que poseen dobles enlaces en su estructura química. Se pueden dividir en monoinsaturadas y poliinsaturadas.

Las grasas monoinsaturadas tienen una sola insaturación en su estructura química. La principal grasa monoinsaturada es el *ácido oleico* que encontramos en el aceite de oliva. El ácido oleico es beneficioso porque disminuye los niveles de LDL, el llamado colesterol malo y aumenta el HDL, el llamado colesterol bueno. Además, disminuye el nivel aterogénico.

Las grasas poliinsaturadas se llaman así porque tienen dos o más insaturaciones en su estructura química. Son las más saludables en términos cerebrales. En concreto, las grasas de mayor relevancia son los llamados omega 3 y omega 6. Son ácidos grasos esenciales, el organismo no los puede sintetizar y deben ser obtenidos a través de la dieta, pues son necesarios para el metabolismo.

Existen 3 tipos de ácidos grasos omega 3: α -linolénico, eicosapentanoico (EPA) y docosopentanoico (DHA). El cuerpo los puede sintetizar a partir del α -linolénico pero no en las suficientes cantidades, de ahí que sean considerados esenciales.

Los ácidos grasos omega 6 principales para el organismo son el ácido linoleico y el ácido araquidónico. Ambos tipos son necesarios para el sistema nervioso central, ya que los componentes estructurales de las membranas celulares del cerebro tienen concentraciones elevadas de DHA y también de algunos ácidos grasos omega 6 como el araquidónico. El contenido de DHA en las membranas celulares de las neuronas altera la disponibilidad de neurotransmisores, modula las moléculas de transducción de señales y los receptores acoplados a proteínas G y afecta a la sinaptogénesis (formación de sinapsis) y a la diferenciación neuronal. Además, tam-

bién interviene en la generación de metabolitos activos que podrían tener una función neuroprotectora frente a la inflamación y el estrés oxidativo en el tejido neuronal.

La idoneidad del consumo de ácidos grasos omega 3 viene corroborada por distintos trabajos que demuestran la posible protección cerebral ante el deterioro general debido al paso del tiempo. Así, en la edad adulta media, cuando se observan disminuciones en el rendimiento del cerebro antes de que aparezcan síntomas más serios de demencia, se estima que puede prevenir en gran medida la aparición de ella simplemente con incluir pescados grasos 2-3 veces por semana como parte de la dieta.

Los ácidos grasos poliinsaturados modifican el perfil lipídico en sangre, disminuyen los niveles de VLDL y también de triglicéridos, actúan como vasodilatadores, con lo cual disminuyen el riesgo de trombosis y en consecuencia de las enfermedades cerebrovasculares. Así mismo, aumentan la elasticidad de las arterias, lo que ayuda a controlar la tensión arterial.

Además el EPA, DHA y el araquidónico tienen un importantísimo papel en el crecimiento y desarrollo del cerebro, protegen las neuronas y mejoran la memoria.

Las grasas trans son grasas que poseen en su estructura insaturaciones en posición cis, pero que por

hidrogenación pasan a ser trans (*cis* y *trans* son las dos formas en las que pueden presentarse las moléculas que contienen dobles enlaces).

Son las grasas más aterogénicas, muy perjudiciales para la salud, debido a que no solo aumentan los niveles de LDL o colesterol malo, sino que además disminuyen los niveles de colesterol HDL también llamado colesterol bueno. Contribuyen a la obstrucción de las arterias pudiendo provocar accidentes cerebrovasculares. Se debe evitar su consumo tanto como sea posible, aunque hoy en día se encuentran presentes en muchos productos y a veces es difícil controlar su consumo.

1.2. MICRONUTRIENTES

Su función es la de servir como elementos reguladores de las reacciones metabólicas o, en algunos casos tienen una función estructural, no aportan energía. Los micronutrientes principales son: vitaminas y minerales (ver tabla 3.2.).

Tabla 2.2. Clasificación de micronutrientes y alimentos que los contienen

<i>Tipos de micronutrientes</i>		<i>Alimento</i>
Vitaminas	Tiamina (B1)	Germen y salvado de trigo, nueces, carne, cereales enriquecidos
	Riboflavina (B2)	Hígado, leche, almendras, cereales enriquecidos
	Niacina(B3)	Levadura, cigala, atún, pimentón
	Ácido pantoténico (B5)	Ternera, pipas de girasol, cerdo, pollo
	Piridoxina (B6)	Soja, sardinas, salmón, nueces, caballa
	Biotina (B7)	Yema de huevo, pescado azul, levadura de cerveza, cereales integrales
	Ácido fólico (B9)	Espinacas, coles, lentejas, habas, semilla de soja
	Cobalamina (B12)	Carne, huevos, pescado, lácteos, levadura de cerveza
	Tocoferol (E)	Maíz, nueces, almendras, legumbres, leche, germen de trigo, aceites vegetales
Minerales	Ácido ascórbico (C)	Kiwi, naranjas, limones, mandarinas, tomates, pimientos, patatas, perejil, nabos, espinacas, fresas, melón
	Magnesio	Nueces, cacahuetes, almendra tostada, garbanzos, judías blancas, pimienta negra
	Fósforo	Bacalao, almejas, berberechos, cigalas, langostinos
	Calcio	Pescados pequeños con espinas, leche, queso, yogurt
	Zinc	Ostras, almendras, yogur, cereales de trigo inflado
	Potasio	Albaricoque, plátano, alcachofas, nueces
	Hierro	Almejas, berberechos, carnes rojas, pistachos, lentejas

Vitaminas

Nuestro cuerpo por lo general no puede producir vitaminas, excepto algunas en pequeña cantidad por el intestino. Las vitaminas son imprescindibles para que puedan realizarse reacciones bioquímicas entre las que se encuentran numerosas funciones cerebrales.

Vitamina B1, también llamada *tiamina*. Su forma activa se llama *pirofofostato de tiamina*. El pirofostato de tiamina interviene en la conducción de impulsos nerviosos, por lo que facilita los procesos mentales. La tiamina también estimula la producción de acetilcolina, que es un neurotransmisor que contribuye a la prevención de pérdida de memoria. Su deficiencia puede producir irritabilidad. Algunos estudios han demostrado que altas dosis de tiamina mejoran la coordinación muscular y disminuyen la confusión.

Vitamina B2, también llamada *riboflavina*. La EFSA (Autoridad europea de seguridad alimentaria) confirma que se han demostrado claros beneficios para la salud en la ingesta de vitamina B2, entre ellos el mantenimiento normal del sistema nervioso (mantenimiento de la envoltura de los nervios), la reducción del cansancio y la fatiga, y disminución del estrés.

Vitamina B3, o *niacina*. Es un neuroprotector. Contribuye a la síntesis de neurotransmisores, esteroides y

hormonas tróficas. Además es importante para que se formen los glóbulos rojos que transportan el oxígeno y lo distribuyen por todo el organismo, incluido el cerebro. El consumo de vitamina B3 contribuye a funcionamiento normal del sistema nervioso.

Vitamina B5, o *ácido pantoténico*. Su consumo de en la dieta contribuye a un rendimiento mental normal, un correcto metabolismo y a la síntesis de algunas hormonas esteroides, de la vitamina D y de algunos neurotransmisores como la acetilcolina.

Vitamina B6, o *piridoxina*. Su forma activa es el *fosfato de piridoxal (PLP)*. En el cerebro los neurotransmisores como la serotonina y la dopamina se sintetizan usando enzimas dependientes del PLP. El PLP es una coenzima para una reacción decisiva en la síntesis de la vitamina B3, niacina, a partir del aminoácido esencial triptófano, por ello, un aporte adecuado de vitamina B6 reduce la necesidad de niacina dietética. La EFSA (Autoridad europea de seguridad alimentaria) confirma que se han demostrado unos claros beneficios para la salud de la ingesta de vitamina B6 en la dieta, ya que contribuye a un funcionamiento normal del sistema nervioso, a la reducción del cansancio y al mantenimiento funciones psicológicas normales.

Vitamina B7 o *biotina*. Contribuye a una reducción de la fatiga y al funcionamiento normal del sistema nervioso.

Vitamina B9, o *ácido fólico*. Su papel es vital para el funcionamiento normal del cerebro, ya que es esencial en la formación y desarrollo del tejido nervioso y además participa en la síntesis del ADN. Varios investigadores han descrito asociaciones entre un nivel reducido de ácido fólico y la deficiencia cognitiva en las personas mayores. Algunos estudios muestran que entre 15-38% de las personas con depresión tienen un nivel bajo de ácido fólico en el cuerpo, y aquellos con los niveles más bajos suelen ser los más deprimidos. El aporte de ácido fólico es principalmente de origen vegetal, son ricos en ácido fólico las legumbres y los vegetales de hoja verde.

Vitamina B12, o *cobalamina*. Su deficiencia podría causar una disminución de la síntesis del aminoácido metionina, afectando así de forma adversa a la metilación, reacción esencial para el metabolismo de componentes de las células nerviosas y los neurotransmisores. También es importante en funciones neurológicas y psicológicas normales, reducción del cansancio y la fatiga.

La vitamina B12 solo está presente casi exclusivamente en alimentos de origen animal, por lo que las personas vegetarianas que padecen estrés se exponen a

estados carenciales de B12, que dan lugar a anemia perniciosa y, a la larga, a daños cerebrales irreparables. La levadura de cerveza es una buena fuente de esta vitamina para personas que no consumen alimentos de origen animal.

Vitamina E, o *tocopherol*. Sus ventajas provienen de su fuerte poder antioxidante, que la convierten en un excelente protector de las células ante el estrés oxidativo. Se cree que el estrés oxidativo está relacionado con el desarrollo de enfermedades neurodegenerativas y funciones cognitivas deficientes.

Vitamina C, o *ácido ascórbico*. Tiene entre otras funciones la de sintetizar neurotransmisores, además de bloquear algunos de los daños causados por radicales libres al actuar como antioxidante, junto con la vitamina E, el beta caroteno y muchos nutrientes vegetales. Según la European Food Safety Authority (EFSA), hay muchos beneficios en el consumo de vitamina C, entre los que se encuentra un funcionamiento normal del sistema nervioso, funciones psicológicas normales y reducción del cansancio y la fatiga. La vitamina C y los beta-carotenos son los que mayor protección han demostrado en lo que respecta al mantenimiento de la memoria y la capacidad de razonamiento. La vitamina C no se conserva en el

organismo. Por lo tanto, es necesario consumirla cada día.

Pro-vitamina A, o *β -caroteno* es un excelente anti-oxidante.

Minerales

Se requieren en pequeñas cantidades, pero son totalmente indispensables. Sin ciertos minerales, el cerebro dejaría de funcionar

Magnesio (Mg): Es necesario para el funcionamiento de enzimas que intervienen en la formación de neurotransmisores. El magnesio reduce el cansancio, la fatiga y un funcionamiento psicológico normal. El déficit de magnesio puede ser causa de depresiones, nerviosismo e irritabilidad.

Fósforo (P): El fósforo interviene a nivel de los neurotransmisores, por lo que es importante para la transmisión de los mensajes al cerebro. Normalmente, la alimentación diaria cubre las necesidades de fosforo.

Calcio (Ca): Es el mineral presente en mayor cantidad en el cuerpo humano. Interviene en la transmisión del impulso nervioso.

Zinc (Zn): Su carencia está relacionada con una falta de memoria y concentración.

Potasio (K): Sirve para la trasmisión de mensajes entre las células nerviosas, y además dilata los vasos sanguíneos del cerebro, favoreciendo la circulación.

Hierro (Fe): Absolutamente imprescindible. Es el encargado de transportar el oxígeno al cerebro, son los glóbulos rojos y estos para ser formados necesitan hierro.

2. IMPORTANCIA DE LOS ANTIOXIDANTES

Los antioxidantes son moléculas capaces de prevenir o retardar la oxidación de otras moléculas. Retrasan las reacciones de oxidación debido a que ceden protones para neutralizar los radicales libres, es decir, se oxidan ellas de manera preferente frente a otras moléculas.

Tabla 3.3. Compuestos antioxidantes

<i>Nombre</i>	<i>Definición</i>
Vitamina C (Ácido ascórbico)	Frutas y vegetales.
Vitamina E (tocoferol, tocotrienol)	Aceites vegetales, frutos secos
Antioxidantes polifenólicos (resveratrol, flavonoides)	Té, café, soja, fruta, chocolate, orégano, chocolate, bayas y frutas del bosque, aceite de oliva, nueces, granadas, uvas y vino tinto.
Carotenoides (licopeno y caroteno)	Tomate, sandía, zanahoria, naranja, calabaza

Unos niveles bajos de antioxidantes causan estrés oxidativo y pueden dañar o matar las células. Esto es debido a que se produce un desequilibrio entre la producción en el organismo de especies reactivas que producen oxidación de las moléculas y la capacidad de ser compensado por los sistemas antioxidantes que reparan el daño resultante.

El estrés oxidativo ha sido asociado a muchas enfermedades. Entre las más importantes, los accidentes cerebrovasculares y las enfermedades neurodegenerativas como el alzhéimer y el párkinson. El cerebro es muy vulnerable a daños oxidativos por tener unos niveles elevados de lípidos poliinsaturados que son el blanco de la oxidación lipídica, por lo que para evitar su deterioro tendrán gran importancia el consumo de alimentos ricos en antioxidantes.

Un estado de estrés oxidativo causa degeneración de las moléculas por oxidación principalmente de lípidos, seguido de proteínas y carbohidratos, lo cual puede llevar a la célula a la muerte celular y finalmente puede llegar al deterioro funcional del sistema nervioso central.

La membrana de las neuronas tiene en su composición gran cantidad de ácidos grasos poliinsaturados, por lo que el fenómeno de oxidación tiene mayor impor-

tancia en estas células que en el resto del cuerpo y se asocia a disfunción neuronal.

2.1. ANTIOXIDANTES POLIFENÓLICOS

Los polifenoles son sustancias que encontramos en plantas caracterizadas por tener más de un grupo fenol en la molécula. Entre los polifenoles encontramos dos que son de particular interés para la salud cerebral:

Flavonoides

Se encuentran principalmente en frutas y hortalizas, y además en bebidas fabricadas a partir de plantas, como por ejemplo, zumos, el vino o el té. Demuestra su potencial neuroprotector a través de dos mecanismos principales: el *estrés oxidativo* y la *neuroinflamación*.

Como bien afirman Limón y cols. (2010) *“la ingesta de flavonoides mejora los procesos cognitivos, particularmente el aprendizaje y la memoria, asociado a la activación de cascadas de señalización molecular que promueven la plasticidad sináptica y la neurogénesis en regiones de interés cognitivo como el hipocampo y la corteza cerebral”*.

Resveratrol

Compuesto presente en los hollejos y las pepitas de la uva, pasa al vino durante la fermentación (el vino tinto normalmente se fermenta con hollejos, por lo que está más presente en vinos tintos que en blancos). El resveratrol tiene una fuerte acción antioxidante. Dona electrones y neutraliza radicales libres, lo que disminuye la oxidación en moléculas. Además, los polifenoles del vino facilitan el riego cerebral y disminuyen el peligro de accidente cerebrovascular, debido a que ayudan a disminuir la aterosclerosis. Así mismo, el resveratrol promueve la desaparición de los llamados péptidos beta amiloide que son característicos en la enfermedad del Alzheimer. El consumo moderado de vino (preferentemente tinto, preferentemente joven) podría favorecer al cerebro. Así lo atestiguan numerosas investigaciones. Por ejemplo, Orgogozo y cols. (1997) encontraron, después de tres años de seguimiento, que los bebedores moderados de vino tinto en la zona de Burdeos tenían una reducción del riesgo de Alzhéimer y de demencia senil.

2.2. CAROTENOIDES

Licopeno

Es el pigmento que le da el color rojo al tomate y la sandía. Tiene una actividad antioxidante en el organismo muy fuerte, por lo que su contribución es importante en la prevención de enfermedades neurodegenerativas.

Caroteno

El β -caroteno puede actuar directamente como antioxidante o puede ser convertido a vitamina A por el intestino. Tanto el β -caroteno como la vitamina A son antioxidantes solubles en lípidos y pueden unirse a especies reactivas de oxígeno, frenando o retrasando la oxidación.

3. GRUPOS DE ALIMENTOS

3.1 ALIMENTOS PROTEICOS

Los alimentos proteicos son las carnes, la leche y los derivados lácteos, los pescados y los huevos u ovo-productos.

Carnes

El componente mayoritario de la carne son las proteínas, seguido de los ácidos grasos y solo en un 1-2% de

hidratos de carbono. Su consumo es importante para el cerebro debido a que nos aporta proteínas de alto valor biológico, las cuales proporcionan porcentajes equilibrados de los aminoácidos esenciales. También suelen ser una buena fuente de elementos minerales como cinc, fósforo, hierro, sodio y potasio, fundamentales para que muchos procesos cerebrales se lleven a cabo (ver tabla 3.4.).

Las carnes rojas son por lo general aquellas que provienen de los mamíferos. Su consumo aporta hierro. Necesario para la formación de glóbulos rojos encargados de transportar el oxígeno en sangre y de favorecer una buena oxigenación del cerebro. También suponen un aporte importante de zinc. Sin embargo, contienen más grasas saturadas y colesterol que las carnes blancas. Es recomendable limitar su consumo, pues en cantidades elevadas pueden contribuir a la obstrucción de las arterias cerebrales. Además. Suponen una buena fuente de niacina, tiamina, riboflavina y vitamina B12, pero hay que tener en cuenta que al cocinar se destruye buena parte de estas vitaminas, por lo que no están siempre disponibles.

Las carnes blancas tienen menos contenido en grasa saturada. Son carnes más magras. Contienen mayor

contenido en poliinsaturados (por ejemplo, la grasa de pollo es rica en araquidónico).

- Consumo recomendado: 2 o 3 veces por semana.

Tabla 3.4. Tipos de carnes

Carnes rojas	Carnes blancas
Carne de cerdo	Carne de pollo
Carne de cordero	Carne de conejo
Carne de ternera	Carde de otras aves

Leche y derivados lácteos

La leche es un alimento proteico: En su estado natural, la grasa supone alrededor del 50% del valor energético del producto, por lo que hoy en día es más recomendado el consumo de productos lácteos desnatados o semidesnatados para disminuir los niveles totales de grasas de la dieta. También existen en los últimos años productos lácteos que contienen mezclas de aceites vegetales o aceites de pescado con ácidos grasos omega 3 y que son particularmente beneficiosos para la salud cerebrovascular. Las proteínas de la leche nos aportan el aminoácido triptófano, el cual se utiliza para la síntesis de la serotonina. También un porcentaje considerable de

los requerimientos de vitamina B12, B2 y vitamina A se cubre con un consumo de leche adecuado, y es importante destacar el aporte de calcio de la leche y los productos lácteos.

- Consumo recomendado: La leche y productos lácteos están situados en la base de la pirámide de los alimentos, por lo que deben consumirse a diario, especialmente en etapas de crecimiento, pero debemos cuidar el tipo de leche y derivados lácteos. Así, se recomienda el consumo de leche semidesnatada o desnatada, quesos frescos y yogures. Quesos grasos, mantequillas y nata son más ricos en grasa y su consumo debe ser moderado.

Pescados

Los principales componentes químicos de la carne del pescado son: agua, proteína y lípidos. Su principal nutriente son las proteínas con un buen perfil de aminoácidos, seguido de los lípidos. Según estos últimos cabe hacer una distinción entre dos tipos de pescado (ver tabla 3.5.):

Magros: Contenido en grasa de hasta 2,5%.

Grasos: Contenido en grasa de más del 25%. Este tipo de pescado también llamado pescado azul, tiene un alto contenido en ácidos grasos omega 3. Protege de la isquemia cerebral y actúa de protector del deterioro del cerebro con la edad.

El pescado en general es buena fuente de vitamina B, y las especies grasas vitaminas A, D y E, aunque la composición exacta depende de cada especie de pescado.

En cuanto a minerales nos aporta calcio, fósforo, hierro, cinc y cobre. Los peces de origen marino tienen gran cantidad de yodo.

- Consumo recomendado: 2 o 3 veces a la semana.

Tabla 3.5. Tipos de pescados

<i>Pescados grasos</i>	<i>Pescados magros</i>
Sardina	Merluza
Salmón	Rape
Esturión	Lenguado
Atún	Gallo
Anchoa	bacalao
Arenque	Lubina

Huevos y ovoproductos

Los huevos también son alimentos proteicos. Tienen gran contenido de lípidos, pero además aportan otros componentes como la colina, una amina que es importante para el funcionamiento y la estructura de las células cerebrales como son la fosfatidilcolina y la esfingomielina. El cuerpo humano tiene la capacidad de sintetizar colina aunque una ingesta deficiente durante un periodo de tiempo prolongado puede producir alteraciones de la memoria. La luteína y zeaxantina se encuentran en la yema. Son pigmentos que le aportan su color amarillo y aunque aparecen en otros alimentos están más biodisponibles en los huevos al estar solubilizadas en la grasa de la yema, y tienen una fuerte actividad antioxidante. Otras vitaminas presentes en el huevo son vitamina A, ácido pantoténico y tocoferol.

- Consumo recomendado: 2 o 3 veces por semana.

3.2. ALIMENTOS RICOS EN HIDRATOS DE CARBONO

Los alimentos ricos en hidratos de carbono se dividen en complejos y simples refinados (ver tabla 3.6.).

Tabla 3.6. Alimentos según los hidratos de carbono contenidos

<i>Alimentos ricos en hidratos de carbono complejos</i>	<i>Alimentos ricos en hidratos de carbono simples refinados</i>
Cereales, pan	Refrescos
Pastas	Snacks
Arroz	Dulces
Legumbres	Chucherías

3.2.1. ALIMENTOS RICOS EN HIDRATOS DE CARBONO COMPLEJOS

Cereales y productos derivados

El principal nutriente presente en los cereales son los hidratos de carbono. Entre estos el más abundante es el almidón, el cual para ser absorbido debe ser hidrolizado a otras moléculas más simples, por lo que son considerados hidratos de carbono complejos. Su consumo se encuentra en la base de la pirámide de alimentos, por lo que deben ser consumidos todos los días.

Pan

El pan es el alimento básico de la dieta. Se debe consumir de forma diaria para cumplir los requerimientos de hidratos de carbono de la dieta. Si es integral además aporta ácido fólico y vitamina B6 por lo que contribuye a mejorar la memoria. El contenido del pan en

grasas y azúcares es muy pequeño y además no contiene colesterol.

El principal componente del pan es el almidón. El almidón como tal no puede ser absorbido y debe degradarse a otros hidratos más simples. Al tener que ser degradado tarda más tiempo en ser absorbido y tiene efecto saciante. Contribuye, pues, a regular el apetito y el peso corporal.

No debe ser eliminado de la dieta sin causa justificada, pues nos ayuda a mantener los niveles de glucosa en sangre para alimentar al cerebro.

Pastas y arroz

Su principal nutriente también es el almidón, con un contenido en otros nutrientes parecido al pan. Tienen un bajo contenido en grasas, aunque debemos tener cuidado al cocinarlos pues le pueden suponer un aporte extra de energía.

El contenido en vitaminas y minerales depende del grado de extracción al que se haya sometido a las harinas. Si el grado de extracción es pequeño, el alimento será integral y rico en vitaminas, sobre todo el grupo B.

Su preparación es fácil, sencilla y barata, se puede combinar con múltiples alimentos, lo que ayuda a que constituyan la base de la dieta.

- Consumo recomendado: Tanto el pan como las pastas y el arroz, se encuentran en la base de la pirámide de alimentos y deben consumirse a diario.

Legumbres

Al consumir legumbres se incrementa el consumo de hidratos de carbono y se disminuye el contenido en grasa de la dieta. Las legumbres proporcionan unas proteínas de alto valor biológico con un buen perfil de aminoácidos. También se caracterizan por tener una alta proporción de almidón, que al necesitar ser degradado hace que las legumbres sean alimentos de digestión lenta, pudiendo de esta manera ayudar prevenir la diabetes en ciertas poblaciones de riesgo. El valor nutritivo de las legumbres se completa con un alto contenido en compuestos fenólicos antioxidantes que pueden prevenir la neurodegeneración.

La soja, en particular, es una leguminosa rica en fosfolípidos. Los fosfolípidos, a su vez, son necesarios para regenerar las vainas de mielina y que se produzca un normal funcionamiento de la neurotransmisión. Entre ellos cabe destacar la lecitina y la fosfatidilserina, útiles para potenciar la memoria y el rendimiento mental.

- Consumo recomendado: Deben consumirse 2 o 3 veces a la semana.

3.2.2. ALIMENTOS RICOS EN HIDRATOS DE CARBONO SIMPLES REFINADOS

Su alto contenido en azúcares y calorías, pueden favorecer la obesidad y otras enfermedades, como la diabetes mellitus tipo II, asociada al exceso de azúcares refinados en la dieta. La diabetes mellitus tipo II está asociada además a una mayor incidencia de enfermedades neurodegenerativas.

- Consumo recomendado: Se encuentran en la parte superior de la pirámide de alimentos, entre los alimentos que deben consumirse de manera ocasional.

3.3. ALIMENTOS RICOS EN GRASAS

Se debe distinguir entre aceites y grasas. Mientras aquellos son líquidos a temperatura ambiente, éstas son sólidas, debido a que tienen temperaturas de fusión distintas.

Las grasas poliinsaturadas se encuentran en el pescado azul y en algunos aceites vegetales; las saturadas en alimentos de origen animal como carnes, leche entera, embutido, en productos de aperitivo y snacks. Las grasas trans están presentes en gran cantidad de productos como snacks, comida preparada, galletas... Hay que mirar el etiquetado para asegurarnos que no contiene demasiadas. Las recomendaciones de la OMS indican que no se debe superar la cantidad de 1-2 g/día.

Frutos secos

Son alimentos con un alto contenido en grasa, aunque la grasa que presentan es mayoritariamente insaturada, con un alto contenido en ácidos grasos monoinsaturados. Las nueces además son ricas en ácidos grasos poliinsaturados omega 6 (ácido linoleico) y omega 3 (α -linolénico), en fibra, minerales, compuestos antioxidantes, fitosteroles... En concreto las nueces con piel tienen el mayor contenido en compuestos antioxidantes, por lo que presentan algunos efectos sobre el tejido neuronal, entre los que se encuentra la preservación de la memoria.

El consumo de frutos secos se asocia con un menor riesgo padecer obesidad y diabetes mellitus tipo II,

además su consumo supone una mejoría en el perfil lipídico sanguíneo.

Algunos frutos contienen ácido fólico, el ácido fólico ayuda a disminuir las concentraciones de homocisteína en sangre. La homocisteína está implicada en la formación de la placa aterogénica.

Existen diferencias en el contenido de antioxidantes de las distintas variedades de frutos secos. Por ejemplo, las almendras contienen flavonoides, mientras que los cacahuets y los pistachos tienen un mayor contenido en resveratrol.

- Consumo recomendado: Entre 1-5 veces por semana, dentro de una dieta variada y equilibrada.

3.4. FRUTAS Y HORTALIZAS

Aportan principalmente agua, vitaminas, minerales y algo de hidratos de carbono. Son bajas en calorías, tienen gran contenido en fibra y son ricas en compuestos antioxidantes. Además de poseer múltiples efectos beneficiosos, si incrementamos el número de frutas y hortalizas en nuestra alimentación disminuimos el consumo de otros alimentos más calóricos.

- Consumo recomendado: Consumo total de al menos cinco piezas de fruta y verdura al día.

3.5. ALIMENTOS FUNCIONALES

El concepto de alimento funcional acordado por un grupo de expertos en una reunión de consenso celebrada en Madrid en 1998, es uno de los que ha encontrado mayor aceptación. Según los miembros participantes en la reunión, para que un alimento pueda ser llamado funcional, debe haber sido elaborado para un fin determinado, como la mejora de la salud y el bienestar y/o la reducción del riesgo de enfermar (Diplock y cols., 1999). Es importante que el producto deba seguir siendo un alimento y debe demostrar sus resultados en cantidades que puedan ser normalmente consumidas en la dieta.

En relación con el cerebro tendrían interés aquellos alimentos funcionales relacionados con el omega 3 (por ejemplo, los lácteos enriquecidos en omega 3).



Figura 3.1. Pirámide alimenticia

4. ALIMENTOS ESTIMULANTES DE LA FUNCIÓN CEREBRAL

Los alimentos que contienen unos compuestos llamados metilxantinas ejercen un efecto estimulante sobre el sistema nervioso central (SNC). Las metilxantinas más conocidas por sus efectos estimulantes son la cafeína, la teofilina y la teobromina. Se cree que, además

del efecto estimulante de la corteza cerebral, aumentan también la autoestima y puede disminuir los estados depresivos.

Café

La metilxantina mayoritaria en el café es la cafeína. Tiene una estructura parecida a la de la adenosina. La adenosina es secretada por las células nerviosas para inhibir la liberación de varios neurotransmisores. La cafeína, por su parecido con adenosina, se incorpora a los receptores de la célula. Excluye a la adenosina, impidiéndole cumplir su tarea de amortiguar la actividad neuronal. Así, las células cerebrales permanecen en estado de excitabilidad.

La acción estimulante de la cafeína sobre el SNC depende de la dosis. A bajas dosis inhibe el sueño y disminuye la sensación de cansancio. Reduce la disponibilidad de la serotonina en los receptores postsinápticos, lo que conlleva una disminución de los efectos sedantes que produce sobre la actividad en general, en los mecanismos del sueño, la función motora y la regulación funcional de los vasos sanguíneos cerebrales. Favorece la concentración aumentando el rendimiento intelectual, disminuye el tiempo de reacción y proporciona cierta euforia y bienestar.

Se cree que dos tazas de café son capaces de reducir la dosis de adenosina en un 50% durante dos horas. La cafeína alcanza su concentración máxima en plasma a los 30-40 minutos y atraviesa con facilidad la barrera hematoencefálica. Además parece que la cafeína puede contribuir a mitigar las migrañas, debido a que en la circulación sanguínea cerebral se produce una disminución del caudal, asociada a un descenso en la presión del líquido cefalorraquídeo. Sin embargo en algunas personas el consumo en cantidades elevadas puede generar ansiedad, insomnio, temblor y nerviosismo.

Té

La metilxantina principal en el té es la teofilina. Su concentración es menor que la de la cafeína en el café.

El té contiene muchos compuestos fenólicos, por lo que tiene numerosas propiedades beneficiosas relacionadas con la actividad antioxidante que retrasan el envejecimiento celular. El consumo regular de té se ha relacionado con una disminución del riesgo de accidentes vasculares cerebrales, con el retraso en el desarrollo y progresión de la arteriosclerosis y con una disminución de la presión arterial, factor de riesgo en los accidentes cerebrovasculares.

Cacao

En el cacao la metilxantina mayoritaria es la teobromina estimulante del SNC que actúa de similar a la cafeína y teofilina pero de manera menos significativa que los dos anteriores, por lo que sería necesario consumir grandes cantidades de derivados del cacao para lograr una acción estimulante.

Sin embargo, el cacao también tiene flavonoides con una elevada disponibilidad. En concreto, en el cacao aparece la quercetina que ayuda a inhibir la oxidación de las LDL y evitar la formación de la placa de ateroma. Además, contiene los compuestos químicos feniletilamina y anandamida, que producen un estado eufórico en quien los ingiere debido a su actividad estimulante en algunas partes del cerebro.

5. NUTRICIÓN Y DIVERSAS PATOLOGÍAS

5.1. CEFALEAS Y MIGRAÑAS

El dolor de cabeza, migraña o cefalea, afecta a un porcentaje importante de la población, por ejemplo, a 3,5 millones de españoles, según la Agencia Española de Neurología. Aunque fundamentalmente se debe a factores genéticos, la alimentación también tiene su influen-

cia. Así, la dieta puede disminuir la intensidad o incluso la frecuencia de los dolores de cabeza.

Un exceso de aminas en el organismo (Como tiramina, serotonina o feniletilamina) puede causar dolor de cabeza en personas sensibles, pues las enzimas responsables de su detoxificación no funcionan con normalidad (por genética o por inhibidores como el alcohol o los fármacos). Alimentos ricos en estas aminas son, por ejemplo, el queso, vino o cerveza. La tiramina y la beta fenietilamina son las más propensas a provocar migrañas (Shalaby, 1996).

También hay asociaciones entre el dolor de cabeza y las alergias alimentarias. El contacto de la proteína del alimento al que la persona es alérgica con un anticuerpo de su organismo (Ig E) provoca crisis de migraña.

Los alimentos estimulantes como el té, el café o el cacao pueden inhibir las enzimas que metabolizan las aminas. Esto supone un aumento en su concentración y una mayor facilidad para que aparezca la migraña.

Los alimentos ricos en vitamina C (kiwi, cítricos y tomate) y B2 (cereales integrales y carne) ayudan a disminuir el dolor de cabeza, ya que puede inhibir la síntesis de prostaglandinas que generan el dolor.

5.2. FIBROMIALGIA

La fibromialgia es una enfermedad crónica en la que existe una alteración de la percepción del dolor, caracterizada por malestar, dolor y cansancio general y a partir de la cual se puede generar depresión y fatiga.

En la guía de la alimentación para la fibromialgia que publica AFIBROM (Asociación de Fibromialgia de la Comunidad de Madrid), se indica que la alimentación en esta patología debe ser variada. Lo ideal sería alimentarse de todos los grupos de alimentos, estar correctamente hidratados, un consumo de sal moderado, evitar alimentos de origen animal que pudieran dar lugar a inflamación, evitar el consumo de alimentos fácilmente digeribles y tomar gran cantidad de alimentos frescos. Este tipo de alimentación favorece un peso adecuado y ayuda a evitar el sobrepeso y la obesidad. Esto es fundamental en una enfermedad como la fibromialgia, pues al encontrarse la persona en su peso adecuado evita la sobrecarga de músculos y tendones (Arranz, Canela y Racecas, 2010).

En ocasiones, los enfermos de fibromialgia tienen en su organismo niveles más altos de radicales libres o menor capacidad antioxidante del organismo (Hidalgo, 2012), por lo que es recomendable que tomen alimentos ricos en antioxidantes como la vitamina E (frutos secos,

en especial nueces), vitamina C (cítricos, kiwi o tomate) y carotenos (tomate, zanahoria o sandía).

AFIBROM afirma además que el aporte de calcio y magnesio son fundamentales en esta enfermedad. Según AFIBROM *“su carencia produce apatía, debilidad, calambres y estremecimientos musculares e interrupción en el proceso de producción de energía del cuerpo”*. Los alimentos ricos en estos minerales son principalmente productos lácteos, pescado, verduras, frutos secos y cereales integrales.

En las personas que padecen fibromialgia, el dolor y el malestar puede ocasionar en estados anímicos bajos. Para contrarrestar este sentimiento lo ideal es consumir alimentos ricos en triptófano (como el plátano o los frutos secos) que estimulan la producción de serotonina, produce sensación de bienestar.

Además a la hora de comer es aconsejable comer tranquilos y relajados, masticar bien, y tomarse todo el tiempo que sea necesario.

5.3. PÁRKINSON

El párkinson es una enfermedad neurodegenerativa en la que se produce disminución de los niveles de dopamina en los ganglios linfáticos del cerebro. Sus

síntomas son lentitud, pérdida de movimientos voluntarios y dificultad para andar o masticar, entre otros.

La dificultad para alimentarse es el principal problema relacionado con la alimentación, debido a los problemas de movilidad (por ejemplo problemas para cocinar, llevar la cuchara a la boca o para deglutir el alimento). Esto puede causar en el enfermo un déficit nutricional. Para evitarlo los enfermos deben tener una dieta variada y comer en horarios perfectamente definidos. Cuando existan dificultades para tragar sería aconsejable presentar el alimento en una consistencia que facilite su ingestión, por ejemplo purés, o semipurés con trocitos pequeños. Se deben evitar alimentos como carnes fibrosas, espinas, frutos secos (con los que se puedan atragantar) y espesantes para los líquidos. Cuando la enfermedad esté avanzada lo ideal sería utilizar platos y vasos de plástico para que no se rompan tan fácilmente. Además, es importante combatir el estreñimiento que le puede ocasionar la falta de movilidad al enfermo, consumiendo gran cantidad de alimentos con fibra (verduras, frutas, cereales integrales) y de agua.

Un factor a tener en cuenta es que en algunos casos puede que el gasto energético pueda verse aumentado debido a los temblores, aunque la inmovilidad que

suelen padecer compensa este gasto en la mayoría de los enfermos.

El tratamiento médico normalmente precisa que el consumo de proteínas no sea muy elevado para no alterar su absorción, por lo que se aconseja que los productos proteicos (carne, huevos y pescados) se consuman sobre todo por la noche.

5.4. ESCLEROSIS MÚLTIPLE

La esclerosis múltiple es enfermedad autoinmune, en la que se produce la desmielinización de las neuronas, se interrumpe la actividad nerviosa y, por tanto, la transmisión de la información. Esto se traduce en la disminución progresiva de la movilidad del cuerpo a medida que avanza la enfermedad.

Algunos estudios (Swank, 1991) sugieren que la grasa animal podría estar implicada en la aparición de la esclerosis múltiple. La Federación Española para la Lucha contra la esclerosis múltiple considera que *“la mejor dieta para una persona con esclerosis es una alimentación variada y equilibrada, la misma que para cualquier persona no afectada”*

Un patrón que de dieta variada es la dieta mediterránea, rica en pescado, aceite de oliva, fruta y verdura. Tanto en personas sanas como afectadas por esta

patología es recomendable una disminución de los productos lácteos enteros y grasas saturadas, por lo que sería recomendable ofrecerles lácteos desnatados, quesos blancos y carnes magras, utilizar técnicas de cocción saludables (plancha, el vapor o microondas), ya que así disminuimos el contenido graso, consumir abundante fruta y verdura (unas 4 o 5 piezas al día), disminuir los azúcares simples de la dieta y aumentar el consumo de hidratos de carbono complejos que deben suponer una parte importante de la dieta (cereales, pan, pasta y arroz).

Es muy importante la consistencia de los alimentos en los distintos estadios de la enfermedad. Se deben facilitar al paciente cubiertos adaptados, alimentos que puedan comer con las manos y también asegurarnos que el aporte calórico corresponde con sus necesidades, ya que dietas con un aporte demasiado alto o bajo pueden resultar perjudiciales.

También es importante establecer horarios de comida y que lo puedan hacer en un ambiente tranquilo y relajado.

5.5. ALZHEÍMER

El alzhéimer supone un gran deterioro de las funciones neurológicas superiores, en la que se alteran neu-

ronas colinérgicas, noradrenérgicas y dopaminérgicas. La enfermedad produce desorientación y pérdida de memoria a corto plazo, por lo que a medida que avanza resulta cada vez más difícil desempeñar simples acciones cotidianas, como alimentarse.

La dieta mediterránea parece que ayuda a disminuir el riesgo de alzhéimer (Scarmeas y cols., 2006). Hoy en día uno de los principales focos de investigación para la prevención de la enfermedad se basa en la ingesta de DHA (presente en pescados grasos) con actividad anti-inflamatoria y anti-oxidante (Valenzuela, Bascuñan y Valenzuela, 2008).

La nutrición en los enfermos de Alzheimer es esencial para mantener su calidad de vida. Hay que evitar déficits tanto de energía como de vitaminas y minerales, y proporcionar al enfermo una alimentación que cubra sus necesidades energéticas, ya que por sí mismo puede estar llevando su cuerpo hacia un estado de desnutrición sin darse cuenta. Si se encuentra desnutrido se produce además un aumento mayor del deterioro cognitivo.

Además, hay que evitar el estreñimiento (alimentos ricos en fibra) y asegurar la correcta hidratación (Con agua, zumos o infusiones). En cuanto a la hora de comer, es importante que los enfermos coman en un ambiente tranquilo y relajado, si puede ser rodeado de familiares

para que entienda la hora de comer como algo social y se sienta más integrado. Podemos facilitar el proceso con vasos y platos de plástico, comida que se pueda comer con las manos sin necesidad de cubiertos (croquetas, rebozados...) y adaptar la consistencia del alimento a sus posibilidades de deglución.

6. ALIMENTACIÓN, EQUILIBRIO Y BIENESTAR

6.1. UNOMENU Y NEURONUTRICIÓN ÓPTIMA

Unomenu es un programa de alimentación que busca la optimización del desempeño cerebral sin descuidar el imprescindible equilibrio orgánico. Se basa en la evidencia de que las capacidades cognitivas y el funcionamiento de los procesos cognitivos básicos no están exclusivamente determinadas por factores genéticos. El ejercicio regular, las relaciones sociales, la estimulación mental y, muy notablemente, la alimentación, son algunos de los factores externos de notable influencia en las capacidades y procesos cognitivos.

Unomenu es una dieta equilibrada, saludable para el cuerpo y el cerebro. En ella están presentes muchos de los alimentos que poseen efectos beneficiosos para la salud cerebral. En ciclos semanales, el usuario de Unomenu selecciona al final de cada día los alimentos que

consumirá al día siguiente. El grado de libertad que deja Unomenu (por ejemplo, si el usuario agota la cantidad máxima permitida de un alimento los primeros días de la semana, tendrá que compensar privándose de ese alimento el resto de días) propicia el aprendizaje de las reglas para una correcta neuronutrición.

Unomenu no es una dieta milagro. Está diseñada por nutricionistas y neuropsicólogos con la salud como primer objetivo. Unomenu es una manera de reeducar los hábitos alimenticios para conseguir el equilibrio ideal entre la salud del cuerpo y la del cerebro.

7. ¿QUÉ OPINAN LOS EXPERTOS?

Entrevista al Dr. Jesús Román

Jesús Román Martínez es doctor y profesor de la Universidad Complutense de Madrid, presidente del Comité científico de la Sociedad Española de Dietética (SEDCA) y director de la revista *Nutrición clínica y dietética hospitalaria*.

¿En qué medida es clave la nutrición en nuestro día a día?

Sin nutrientes adecuados, nuestro cuerpo no puede sobrevivir ni crecer ni desarrollarse en todas sus facetas: física y mentalmente. Lo llamativo es que nuestra

sociedad rica y desarrollada tenga problemas nutricionales, derivados del exceso y el desequilibrio, cuando es una sociedad 'de la nevera llena'.

¿Debería la población tomar conciencia de la importancia de llevar una dieta sana? ¿Qué ganaríamos con ello?

Evidentemente es algo prioritario. Sólo hay que ver el problema creciente de la obesidad, especialmente entre los más pequeños. Eso va a hipotecar el futuro del conjunto de la sociedad. Una dieta más sana para todos implicaría una población más satisfecha y feliz consigo misma. Y una reducción de los factores de riesgo para que se desarrollen las principales patologías crónicas: cáncer, problemas cardiovasculares, osteoporosis, etc.

¿Existe relación entre nutrición y salud del cerebro? ¿Puede condicionar la alimentación procesos cognitivos tales como la atención, la concentración o la memoria?

En efecto, es bien conocido el papel modulador de ciertos nutrientes y no nutrientes sobre nuestro sistema nervioso. Algunos obvios, como es el caso de los excitantes (café, té, chocolate) y otros tan complejos, y no bien conocidos, en todas sus implicaciones como es el caso de la producción de neurotransmisores a partir de nutrientes. Además, el horario y el ritmo de las ingestas, el valor

calórico y la presencia de elementos como los carbohidratos pueden afectar a lo que llamamos 'rendimiento intelectual'. Por ejemplo, es bien conocida la relación entre los niños que no desayunan y su fracaso escolar.

¿Existen alimentos con beneficios directos sobre el cerebro?

Lo que existen son dietas equilibradas y variadas que benefician al conjunto de nuestro cuerpo. Un elemento aislado probablemente no valdría para nada por muchos beneficios teóricos que tuviera.

Las dietas milagro generan un déficit de nutrientes básicos para el cuerpo, ¿en qué medida podrían éstas afectar a la salud cerebral?

El cerebro es una parte de nuestro cuerpo, así que mantener una dieta deficiente afectará al conjunto de nuestro organismo. Mentalmente, eso se puede traducir en cansancio, falta de concentración, depresión y ansiedad.

¿Qué efectos puede tener sobre nuestro cerebro un consumo menor o mayor de lo recomendado de hidratos de carbono?

Nuestro cuerpo puede adaptarse dentro de unos rangos. La deficiencia, tan frecuente en las dietas proteicas de adelgazamiento, es lo peor.

¿Qué efectos puede causar un consumo excesivo o escaso de proteínas?

Si el consumo es escaso, las consecuencias son graves al no tener el cuerpo material para la construcción y/o reconstrucción de sus estructuras. En población infantil puede, por ejemplo, conllevar retraso en las funciones cerebrales. Nuestro cuerpo aguanta bastante bien el exceso de proteínas, pero mantenido puede dañar al hígado y al riñón.

El cerebro se alimenta de azúcares, pero ¿es compatible una dieta sana, rica en azúcares naturales, y beneficiosa para cuerpo y cerebro?

Claro que es posible ingerir azúcares saludables y beneficiosos para nuestro cerebro: con frutas, por ejemplo. Nuestro sistema nervioso necesita glucosa y la obtendrá de la dieta o de la propia combustión de los nutrientes del cuerpo. Es lo que ocurre al entrar en combustión la grasa de reserva.

¿Cómo afecta la alimentación sobre enfermedades como el alzhéimer?

Parece tener un papel importante. Más desde el punto de vista preventivo que como tratamiento, lógicamente. El efecto preventivo procedería de la presencia sobre todo de antioxidantes y es consecuencia más de la práctica de un estilo de vida saludable en su conjunto desde la infancia, que de la ingesta de tal o cual alimento. De ahí la necesidad de revalorizar la dieta mediterránea para toda la sociedad lo antes posible.

Capítulo IV

MENS SANA IN CORPORE SANO

“El enfoque que yo le doy al Brain Fitness es salud”

Álvaro Yáñez

Preparador físico

Hoy en día estamos muy interesados en mejorar nuestro cerebro, en llevar a cabo una serie de ejercicios para que esté más activo y para mejorar nuestras capacidades cognitivas. Para ello, a menudo, realizamos juegos como sudokus, sopas de letras, etc. Pero en realidad, lo que nos hace más inteligentes es un cómputo de aspectos tales como la práctica del ejercicio físico y de las capacidades cognitivas, una adecuada nutrición, control del estrés, etc. Todo ello hace que tanto las capacidades como el rendimiento cognitivo mejoren notablemente.

Se tiende a hacer una separación sistemática entre cuerpo y mente, como si fueran dos entes que no tuvieran entre sí nada en común. Es una idea equivocada, ya que en los últimos años los neurocientíficos han descubierto una interesante relación entre cuerpo, mente y cerebro.

A continuación analizaremos la relación entre ejercicio físico y cognición, dándonos cuenta de que están más relacionados entre sí de lo que nos parece a simple vista, y que ambos están implicados en nuestro bienestar, por lo que se deben entrenar y trabajar en ellos. Y veremos las grandes desventajas que tiene, por el contrario, la falta de realización de actividad física, tanto a nivel fisiológico como cognitivo.

La especie humana ha tenido que irse adaptando a los cambios constantes de nuestro entorno para poder sobrevivir. Para conseguir ese fin, nuestro cerebro ha tenido que ir evolucionando a medida que el medio nos ha demandado perfeccionar una serie de habilidades motoras. Para poder sobrevivir, nuestros antepasados tuvieron que utilizar sus capacidades físicas para cazar, pescar y recolectar, pero, además, también tuvieron que utilizar la inteligencia, imprescindible para encontrar y almacenar los alimentos (Ratey y Hagerman, 2009). En realidad alimentación, actividad física y aprendizaje están relacionados entre sí ya que, a su vez, se encuentran integrados en los circuitos del cerebro.

Uno de los grandes problemas de hoy en día es el sedentarismo. Cenarruzabeitia, Martínez y Martínez-González (2003) mencionan los riesgos del sedentarismo en relación a patologías como la cardiopatía isquémica, la hipertensión arterial, la obesidad, la diabetes e incluso algunos tipos de cáncer.

En la actualidad, el sobrepeso (con más de mil millones de adultos en el mundo) y la obesidad (300 millones) se pueden considerar, a nivel mundial, una epidemia. De ahí la importancia de que se implanten programas específicos para mejorar la salud de las personas.

Respecto a la población infantil, el 19% de los niños españoles, por ejemplo, son obesos. En total, el sobrepeso y la obesidad afectan al 56% en adultos y al 77% de los niños y adolescentes.

El sedentarismo, según la Sociedad Española de Medicina Comunitaria y Familiar, es el factor de riesgo que tiene más impacto en la salud ya que ésta, a su vez, deriva en otro tipo de enfermedades como la obesidad y la hipertensión. En España, alrededor del 40% de la población tiene hipertensión arterial, la cual aumenta con la edad y puede llegar a alcanzar hasta el 68% en personas mayores de 60 años.

Ésta afecta aproximadamente al 3% de la población infantil y se debe principalmente a la obesidad. Por esta razón es muy importante que se controle sobre todo en edades tempranas ya que, según datos de la Sociedad Europea de Hipertensión, un 80% de los jóvenes que son obesos también lo serán cuando sean adultos.

Además el 13,8% de la población en un país como España sufre diabetes tipo 2, una enfermedad que se debe principalmente a la inactividad y a la mala nutrición. Estas cifras son datos preocupantes ya que no afecta solamente a los adultos, como ocurría hace unos cuantos años, sino que ahora también están consecuencias negativas las están sufriendo los más pequeños y

cada vez en mayor medida. Todo ello afecta tanto físicamente como a nivel cerebral, haciendo que el cerebro se vaya deteriorando.

Estas son, entre muchas otras, las graves consecuencias negativas que tiene la no realización de ejercicio físico.

Para alcanzar un máximo rendimiento cognitivo, el cuerpo tiene que trabajar duro para conseguirlo. Un dato alentador para alcanzar este objetivo es que las personas que realizan habitualmente actividad o ejercicio físico viven más tiempo (3 años más, de media), valiéndose por sí mismos y teniendo una mejor calidad de vida según el Estudio sobre Promoción del Ejercicio Físico, de la Sociedad Española de Medicina Familiar y Comunitaria.

El cerebro responde de la misma manera que los músculos: si se ejercitan se hacen más fuertes pero si, por el contrario, no se ejercita con la inactividad desaparecen. Como se explicará más adelante, las neuronas (las células cerebrales) se conectan entre sí a través de sinapsis mediante axones y dendritas y la función del ejercicio físico en estas conexiones es que las mejora, hace que broten nuevas dendritas y crezcan las existentes provocando así una mejoría en las funciones cognitivas del cerebro.

A continuación se podrá observar de una manera más amplia que la actividad física es fundamental en distintos aspectos de nuestra vida y que influye en la manera en qué pensamos y sentimos. También se explicará cómo las señales del ejercicio físico afectan al aprendizaje en el cerebro, al estado de ánimo, a la atención, a la ansiedad, al estrés y de qué manera el ejercicio tiene la capacidad de inmunizarnos contra algunas enfermedades o, al menos, refrenarlas o paliarlas. El preparador físico Álvaro Yáñez nos hablará, entre otras cosas, del papel que juega la mente en el ejercicio.

“Mens sana in corpore sano” como recitó sabiamente Juvenal.

1. CONCEPTOS BÁSICOS DE PSICOBIOLOGÍA

En los últimos tiempos, los neurocientíficos han trabajado en el impacto que tiene el ejercicio en las neuronas e incluso en los genes. Algunos aspectos que ya se conocían eran que el ejercicio físico aumenta los niveles de serotonina, norepinefrina y dopamina, los cuales están implicados en las emociones y en los pensamientos. Pero lo que hasta ahora se desconocía es que, por ejemplo, los niveles altos de estrés (los que llegan a ser tóxicos) deterioran las conexiones que existen entre las

células nerviosas en el cerebro, que uno de los efectos de la depresión crónica es que reduce ciertas áreas cerebrales o, incluso, que al mover nuestros músculos producimos proteínas que viajan a través del torrente sanguíneo y que van al cerebro, donde juegan un papel importante en mecanismos implicados en los pensamientos de orden superior. Algunas de éstas son el factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-1) y el factor de crecimiento vascular endotelial (VEGF), aportando ambas una visión de la conexión mente-cuerpo. Aún quedan cosas por descubrir y entender pero lo que ya se conoce puede tener tal repercusión como para cambiar el estilo de vida de las personas.

El aprendizaje es un mecanismo de supervivencia que hace posible adaptarse a los constantes cambios que existen a nuestro alrededor, en el entorno. Dentro del cerebro los efectos del aprendizaje se manifiestan creándose nuevas conexiones entre las neuronas para poder transmitir esa información. Un aspecto fundamental del cerebro es que es plástico, es decir, flexible, por lo que se adapta según la información que le va llegando, al igual que ocurre con los músculos cuando realizan pesas, por ejemplo. Todo lo que hacemos, pensamos y sentimos se rige por la forma en la que se conectan entre sí nuestras neuronas. Principalmente, en estas co-

nexiones influyen a su vez pensamientos, la conducta y el medio que nos rodea, por lo que en nuestro cerebro fluye constantemente información, la cual es procesada.

Para que el cerebro sea capaz de dirigir cada uno de nuestros pensamientos y acciones necesita que las miles de millones de tipos de neuronas se conecten y se comuniquen entre sí a través de diferentes productos químicos (neurotransmisores). A estas conexiones se les llama sinapsis.

En la sinapsis se lleva a cabo la transmisión del impulso nervioso, el cual hace posible el envío de información. Una de las neuronas (neurona presináptica) envía la señal eléctrica (un impulso eléctrico) a través de su axón a otra neurona (neurona postsináptica). Este impulso nervioso a su vez genera una descarga química de neurotransmisores, segregados por la neurona emisora, los cuales llevan el mensaje a la receptora, en la hendidura o espacio sináptico. La neurona destinataria posee receptores para captar el neurotransmisor y, cuando esto sucede, se abren los canales de iones en la membrana celular para convertir la señal química en eléctrica. Si la carga eléctrica de la neurona receptora se acumula superando cierto umbral, la neurona receptora pasará a ser emisora ya que volverá a repetir el proceso enviando una señal eléctrica a otra célula nerviosa.

La sinapsis puede darse entre dos neuronas, como anteriormente se ha mostrado, o entre una neurona y una célula efectora (la cual suele ser casi siempre glandular o muscular).

La mayor parte de las conexiones del cerebro (80%) se realizan a través del equilibrio de dos neurotransmisores. Estos son el glutamato, neurotransmisor más común del sistema nervioso, que provoca la actividad y está especialmente implicado en la memoria; y el GABA (ácido gamma aminobutírico), que es un neurotransmisor inhibitorio, es decir, actúa como freno de los neurotransmisores excitatorios que generan ansiedad reduciendo la actividad.

Los neurotransmisores que tienen una gran influencia y actúan como reguladores son el glutamato, la serotonina, la dopamina y la norepinefrina. Éstos tienen la capacidad de, por ejemplo, ordenar que se produzca más glutamato, hacer a las neuronas más eficientes o alterar la sensibilidad de los receptores. También tienen la capacidad para ampliar las señales o reducir el “ruido” en el cerebro.

- La serotonina está especialmente relacionada con la emoción y el estado de ánimo. Se encarga principalmente de ayudar al cerebro a mantener

el control. Concretamente, está implicada en aspectos tales como la impulsividad, la agresividad, el enfado y el humor. Este neurotransmisor está presente en fármacos prescritos para la depresión, ansiedad, control de la ira y trastornos compulsivos.

- La norepinefrina (noradrenalina) se encarga de ampliar la señal relacionada con la atención, percepción, motivación y “arousal” (o activación), además de ser importante para la formación de recuerdos (memoria). Este neurotransmisor está asociado a situaciones en las que se considera que se debe estar en “alerta máxima”. Por ello incrementan la tasa cardíaca y la presión sanguínea.
- La dopamina es un neurotransmisor inhibitorio y está asociada con el aprendizaje, la atención y la satisfacción (concretamente con los mecanismos de recompensa en el cerebro).

La mayoría de los fármacos que son utilizados para mejorar la salud mental contienen alguno de los neurotransmisores mencionados anteriormente. Pero, en realidad, no se solucionan los problemas aumentando o

disminuyendo el nivel de un tipo de neurotransmisor, ya que el cerebro es mucho más complejo que eso.

Realizando ejercicio físico, por ejemplo yendo a correr, se consiguen los mismos efectos (aumento de esos neurotransmisores) que con esos fármacos. El ejercicio tiene el poder de regular los neurotransmisores y en general toda la neuroquímica del cerebro.

Un ejemplo de ello es el estudio que llevaron a cabo investigadores de la Universidad de Duke (Babyak, 2000) en el que se muestra que el ejercicio físico proporciona mejores resultados que la sertralina (antidepresivo Inhibidor de la recaptación de la serotonina) en el tratamiento de la *depresión*.

El Factor Neurotrófico (BDNF_Brain-derived neurotrophic factor) es una proteína clave para las neuronas y para mejorar las capacidades cognitivas. Esta proteína no solamente se encuentra en el cerebro, sino también en ciertas neuronas del sistema nervioso central y periférico. Dentro del cerebro está presente en el hipocampo, el cerebelo, la corteza, el área ventral tegmental y el cerebro anterior basal, áreas imprescindibles para la memoria, la motivación, el aprendizaje y el pensamiento superior.

Uno de los aspectos más importantes del Factor Neurotrófico es que favorece la supervivencia de las

neuronas fomentando la neurogénesis (la creación de nuevas neuronas) e impidiendo a las neuronas que lo reciben que inicien la muerte celular (apoptosis). Además, potencia el crecimiento y la diferenciación de nuevas neuronas y refuerza la sinapsis mediante la germinación de axones y dendritas. Otro aspecto fundamental es que induce la diferenciación celular de células madres para formar neuronas.

El BDNF principalmente se encuentra en el hipocampo, un área del cerebro que está relacionada con el aprendizaje y la memoria.

Cuando el cerebro recibe y procesa información hace que se produzca actividad entre las neuronas. Por tanto, cuanto más actividad, más fuertes se harán las conexiones y la transmisión de la señal será mucho más rápida. Esto es a lo que llamamos potenciación a largo plazo (LTP). El aprendizaje necesita que las conexiones entre las neuronas sean lo más fuertes posibles.

Como ya se ha comentado antes, el hipocampo es un área del cerebro muy importante en el aprendizaje y además es extremadamente vulnerable a las enfermedades degenerativas.

Al saber que el factor neurotrófico ayuda a sobrevivir a las neuronas, Adlard y Cotman (2004) midieron los niveles de BDNF en el cerebro de ratones que realizaban

ejercicio físico. Estos ratones hacían ejercicio de manera voluntaria, ya que de no ser así no se obtienen los mismos efectos. Los resultados mostraron que los roedores que corrían en su rueda habían aumentado el BDNF comparado con los que no corrían (el grupo control), pero además descubrieron que cuanto más corría el ratón, éste alcanzaba cada vez más niveles de BDNF. Con ello empezaron a darse cuenta de que el BDNF no sólo era importante para que las neuronas sobrevivieran sino que además era muy importante en su crecimiento, haciendo que broten nuevas ramas y fortaleciendo conexiones lo que hacía que el aprendizaje se viera favorecido.

La conclusión que se puede sacar de este estudio con ratones es que el hecho de estar en buena forma física está íntimamente relacionado con ser capaces de funcionar y de aprender de una manera más eficiente.

No sólo se han realizado estudios con animales. En 2007 se llevó a cabo un estudio alemán (Winter y cols., 2007) en el que encontraron que las personas aprenden vocabulario (palabras) un 20% de forma más rápida después de haber realizado ejercicio físico que intentando ese aprendizaje antes del periodo de actividad física. De esta manera se descubrió que el factor neurotrópico correlaciona de manera directa con el aprendizaje ya que

este factor ayuda a las sinapsis a captar la información, asociarla, recordarla y ponerla en contexto.

Con el siguiente ejemplo se entenderá mejor cómo adquirimos y recordamos. La primera vez que se escucha una palabra en otro idioma y se quiere aprender, las células nerviosas empiezan a reclutar señales de glutamato para que éstas formen parte de una nueva red de conexiones. El reforzamiento de las sinapsis (que se producen cuando se escucha la palabra varias veces) hace que se hagan más fuertes las conexiones y que, por tanto, la información nueva se adquiera como recuerdo formando así una especie de memoria del aprendizaje.

De hecho, Eric Kandel (Kandel, 2007; Bailey y Kandel, 2008), neurocientífico de la universidad de Columbia, descubrió que la práctica hace que las sinapsis aumenten, que esas conexiones sean mucho más fuertes y potentes, y que sean más sólidas y extensas.

En el caso de que no se volviera a oír esa palabra o de que no se practicase más, esto haría que las sinapsis se volvieran débiles y que se redujeran. Y con ello se olvidaría la palabra.

La Plasticidad Sináptica está muy relacionada con los cambios celulares que se han mostrado antes (sinapsis con conexiones más fuertes, duraderas y extensas, etc.) donde el mayor protagonista es el BDNF, ya que

éste hace que se desarrollen las neuronas, que se produzcan nuevas ramificaciones que permitan conexiones de mayor calidad y de mayor distancia y que, por tanto, se pueda dar un crecimiento estructural para el aprendizaje.

En los años 60, psicólogos de la Universidad de Berkeley (Krech, Rosenzweig y Bennett, 1962) elaboraron un experimento con roedores para comprobar la importancia y la dependencia de la plasticidad. Los resultados mostraron que un ambiente enriquecido, es decir, con gran cantidad de estímulos sensoriales y sociales, hace que mejoren la estructura y funcionalidad del cerebro y, por tanto, las tareas de aprendizaje (frente a los que no tenían prácticamente estímulos - jaula vacía).

Sin embargo, también se han hecho estudios de lo contrario, sobre la privación sensorial (Wiesel y Hubel, 1963). Lo que hizo un grupo de Harvard fue coser un ojo a algunos gatos desde que eran muy pequeños y con ello pudieron observar que éstos mostraban una corteza visual significativamente más pequeña que aquellos que tenían los ojos sin coser. Estos resultados afirman la comparación del cerebro con un músculo: cuanto menos se ejercita, más capacidad se va perdiendo.

A nivel microscópico también se ha podido comprobar, gracias a Greenough (1975) de la Universidad de

Illinois, que un ambiente enriquecido (aprendizaje, ejercicio, contacto visual, etc.) hace que las neuronas desplieguen nuevas dendritas, se ramifiquen y que crean más conexiones de manera más eficiente.

Al BDNF también se le puede encontrar rodeando a los receptores de las sinapsis liberando un flujo de iones que hace que el voltaje de la neurona se incremente y que fortalezca la señal. Dentro de la célula, el Factor Neurotrófico activa genes que a su vez producen más BDNF que provocan un aumento de las sinapsis. Con toda esta información, es evidente que el BDNF es fundamental, ya que conecta biológicamente emociones, pensamientos y también movimientos.

El cerebelo se encarga de coordinar los movimientos motores y también coordina la atención, las emociones, los pensamientos e incluso habilidades sociales. Esto significa que cuando realizamos algún tipo de actividad física, sobre todo si requiere movimientos motores complejos, estamos también ejercitando otras áreas del cerebro implicadas en funciones cognitivas. Con ello el cerebro envía señales a través de la misma red de células, las cuales se irán fortaleciendo.

La corteza prefrontal es la encargada de organizar la actividad, tanto física como mental, recibiendo información y enviando instrucciones a través del gran en-

tramado de redes del que está compuesto el cerebro. En realidad, la corteza prefrontal es la que manda, incluso es la que da permiso al hipocampo para que lleve a cabo ciertas acciones, ya que se encarga de informar de cuál es la situación actual mediante la memoria de trabajo, inhibiendo estímulos e iniciando acciones, juicios, planes y predicciones (funciones ejecutivas). El hipocampo en realidad se encarga de recibir las porciones de información que le llega de la corteza, de unirlos y enviarlos de nuevo ya convertidos en una especie de mapas de redes.

Todos estos datos ponen de manifiesto la importancia que tiene el factor neurotrófico. Hasta hace relativamente poco se pensaba que una vez que las neuronas morían no se volvían a generar y que por ello se nacía con tantísimos millones de neuronas, para poder compensar.

En realidad, a partir del siglo XX, gracias a nuevas técnicas de neuroimagen, se ha descubierto que esto no es así. Estudios realizados con personas con cáncer (Picano y cols., 2012) han mostrado que, incluso con esta enfermedad, se da una división y proliferación de las neuronas (neurogénesis) en el hipocampo al igual que en el resto de células de nuestro cuerpo.

En otro estudio en el que se utilizaban escáneres cerebrales (Okuda y cols., 2000) se ha podido apreciar

que cuando se aprenden palabras nuevas se activa la corteza prefrontal, al igual que el hipocampo y otras cortezas, en este caso concretamente la auditiva. Pero la corteza prefrontal se desactiva (no aparece iluminada en el escáner) cuando se ha establecido ya el circuito, debido a la actuación del glutamato y a que la palabra ya se ha aprendido. Esto explica cómo se aprende y de qué manera el ejercicio físico, como por ejemplo caminar, puede influir también en esta capacidad.

Los patrones de pensamiento y movimiento se almacenan de forma automática en los ganglios basales, en el cerebelo y en el tallo cerebral (o tronco encefálico) de manera que al delegar el conocimiento y las habilidades básicas en estas zonas hace posible que el resto del cerebro pueda seguir adaptándose.

Según el Aimone, Deng y Gage (2010) la neurogénesis, al igual que la plasticidad sináptica de la que se ha hablado antes, está relacionada con las interacciones que se realizan con el ambiente.

Lo que realmente ayuda a sobrevivir a las neuronas es la estimulación que genera el enriquecimiento ambiental. El ejercicio físico es el que hace que estas células se expandan (a través de la proliferación de axones y dendritas). Para probarlo, Van Praag y cols. (2005) realizaron un estudio con ratones en los que se comparaba a

los que corrían por la noche de 4 a 5 km y los que no lo hacían. A todos ellos se les colocaba en un tanque con agua en el que tenían que encontrar una plataforma para salir del mismo. Aquellos que habían realizado el ejercicio físico encontraban una solución mucho más rápida y eficaz que los que no se habían ejercitado. También observaron que existía una correlación significativa entre el número total de células y la habilidad que tenía el ratón para realizar tareas complicadas. Esto implica que si no se generasen nuevas neuronas (neurogénesis), el ratón no podría recuperar la información y, por tanto, le sería imposible salir del tanque.

Lo mismo ocurre con las clases de educación física. Éstas proporcionan a los niños las herramientas para aprender y la estimulación necesaria para que las células nuevas que generen se conecten entre sí creando grandes redes de comunicación.

1.1. RELACIONES ENTRE EL CEREBRO Y EL RESTO DEL CUERPO

Cuando el factor neurotrófico se encuentra cerca de las sinapsis se libera a la circulación de la sangre. Durante este proceso se liberan al torrente sanguíneo las siguientes hormonas: IGF-1 (Factor de Crecimiento Insulínico tipo 1), VEGF (Factor de crecimiento Endotelial

Vascular) y FGF-2 (Factor de Crecimiento de los Fibroblastos). Los científicos han descubierto que estos factores de crecimiento, una vez que consiguen estar dentro del cerebro, trabajan junto con el Factor Neurotrófico para activar la maquinaria molecular del aprendizaje.

Además, se producen dentro del cerebro y promueven la división de las células madre, especialmente durante el ejercicio. De esta manera estos factores de crecimiento crean un enlace directo entre cuerpo y cerebro.

El IGF-1: Es una hormona, producida por el cerebro y otros órganos del cuerpo, similar a la insulina. Funciona como modulador del Sistema Nervioso Central, del metabolismo celular y energético, de la neurogénesis y de ciertos neurotransmisores. Además, ayuda a mantener la homeostasis (equilibrio) cerebral y es crítico para el desarrollo del cerebro (Trejo y cols., 2004).

Mientras realizamos ejercicio físico, el BDNF ayuda al cerebro a captar más IGF-1 y a que se generen neurotransmisores, serotonina y glutamato. Con la producción de BDNF se fortalecen las conexiones que hacen que los recuerdos sean más sólidos, por lo que parece que está implicado en la memoria a largo plazo.

Estos mensajeros son los que hacen posible que se pueda aprender a conseguir el combustible para mante-

ner activos estos procesos y que, por tanto, se pueda adaptar al medio y sobrevivir.

Para llevar este combustible o alimento a las células nuevas se necesitan nuevos vasos sanguíneos.

VEGF: La función del VEGF es construir más capilares en el cuerpo y en el cerebro cuando las células se quedan sin oxígeno (al igual que cuando realizamos ejercicio físico y nuestros músculos se contraen). Además juega otro papel fundamental, el de cambiar la permeabilidad de la barrera hematosensorial para dejar pasar a través de la misma otros factores durante el ejercicio, por ello es imprescindible para la neurogénesis.

FGF-2: Cuando este factor se encuentra en el cuerpo se encarga de favorecer la cicatrización y el crecimiento del tejido. También es un factor muy importante para procesar la potenciación a largo plazo (LTP) cuando está presente en el cerebro.

Los factores necesarios para la neurogénesis que aumentan durante la realización de ejercicio físico son: FGF-2, IGF-1 y VEGF. La producción de estos factores y la del BDNF va disminuyendo con la edad, según vamos envejeciendo, de manera natural pero existen otros factores como, por ejemplo, el estrés o la depresión que también favorecen esta disminución. Como consecuen-

cia, la repercusión directa de ello es la disminución de la neurogénesis.

El ejercicio físico juega un gran papel, ya que al movernos aumentan en el organismo los niveles de BDNF, IGF-1, VEGF y FGF-2. Es decir, que, en cierto grado, cada persona tiene la capacidad de mejorar en este aspecto. Además, al ejercitar el cuerpo también se está ejercitando el cerebro, ya que el aprendizaje y la memoria están implicados en las funciones motoras. Moviéndose es cómo se aprenden muchas nuevas cosas, como por ejemplo, cómo saltar un charco o por qué calle hay que ir para llegar al supermercado. Según Ratey y Hagerman (2009), si no nos movemos el cerebro entiende que no hay necesidad de aprender nada nuevo.

Según estos autores, podemos agrupar en 3 niveles los beneficios que produce el ejercicio en el aprendizaje:

1. Hace que mejoren atención, motivación y estado de alerta.
2. Prepara y activa a las neuronas para que se conecten entre ellas.
3. Estimula, a partir de las células madres del hipocampo, el desarrollo de nuevas células nerviosas (Park y cols., 2012).

1.2. EJERCICIO CARDIOCEREBRAL

La clave es intercalar un tipo de ejercicio físico con algún tipo de actividad que requiera coordinación.

Se denomina “ejercicio cardiocerebral” al ejercicio cardiovascular que se encuentra dentro del rango de intensidad ideal (en magnitud de porcentaje de Frecuencia Cardíaca Máxima Teórica), donde se dispara la producción de las hormonas y neurotransmisores que implican beneficios cerebrales y cognitivos.

Durante la realización de un ejercicio de una intensidad superior al 50-70 % del VO_{2max} , (entre aproximadamente el 70 y el 85 % de la Frecuencia Cardíaca Máxima Teórica), es decir, a partir del “umbral anaeróbico”, se manifiesta un aumento notable de los niveles plasmáticos de las catecolaminas adrenalina y noradrenalina. (Chicharro, 2006).

Greenough y cols., (2004) realizó un experimento con ratas en el que descubrió que en aquellas que habían aprendido habilidades motoras complejas (andar por una barra de equilibrio, sobre una objetos inestables, etc.) el BDNF había aumentado un 35% en el cerebelo, mientras que las que no lo hacían no habían experimentado ningún aumento. Estos datos ponen en evidencia la importancia que tiene el ejercicio aeróbico y las activi-

dades complejas motoras y, por tanto, la necesidad de unirlos en una tabla de ejercicio.

Un buen ejemplo de ello es el tenis, ya que en este deporte se ejercita a la vez el cerebro y el sistema cardiovascular. El aspecto positivo del ejercicio aeróbico es que aumenta el número de neurotransmisores, crea nuevos vasos sanguíneos que transportan factores de crecimiento y genera nuevas células. Por otra parte, las actividades complejas utilizan todo esto para ampliar las redes neuronales y para fortalecerlas. Esto es lo que les hace ser tan buen equipo.

Por tanto, cuanto más complejo sean los movimientos que se practican, más complicadas se volverán las conexiones sinápticas. Además, otras áreas, e incluso el pensamiento, pueden usar estos circuitos mejorados (creados por los movimientos). Por esta razón, según Ratey y Hagerman (2009), para los más pequeños es más sencillo aprender a tocar el piano que aprender matemáticas ya que en el aprendizaje de este instrumento están implicados movimientos que van asociando con el sonido de las notas, entre otras cosas.

Es recomendable aprender cualquier habilidad motora que sea más complicada que caminar ya que, además, esto implica un cambio cerebral. Cuando se realiza esa actividad, que conlleva una habilidad motora,

al principio es normal que se comentan errores pero, poco a poco, cuando las redes y circuitos se van ligando el cerebelo, los ganglios basales y la corteza prefrontal estos movimientos mejorarán y se harán más precisos.

Con la práctica y la repetición de esos movimientos se fabrica mayor cantidad de mielina, que se colocará alrededor de las fibras nerviosas y que hará que las señales sean mejores, más rápidas y eficientes. Por ejemplo, cuando se está aprendiendo a bailar salsa, se irán perfeccionando los movimientos y los pasos conforme se vaya practicando, teniendo en cuenta y reaccionando ante los pasos que haga la pareja, lo cual requiere de atención y precisión en los movimientos. Todo ello irá aumentando al igual que la complejidad de los mismos. En este caso, y en similares, estamos activando no sólo los músculos sino también el cerebro.

La clave del ejercicio es que hace que cuerpo y mente sean más fuertes y más resistentes, de forma que la persona que lo realice sea capaz de enfrentarse a nuevos retos que se le vayan presentando en la vida y poder superarlos con éxito.

2. EJERCICIO FÍSICO Y RENDIMIENTO COGNITIVO

El ejercicio físico tiene un gran impacto en las capacidades cognitivas y en la salud mental. En realidad, forma parte de los mejores tratamientos que existen para la mayor parte de los problemas psiquiátricos, incluso mejor que los fármacos, que generan, en su mayoría, penosos efectos secundarios.

La educación física tiene una gran relevancia, ya que transforma el cuerpo de los chicos, alejándolos del sobrepeso y de la obesidad y, al mismo tiempo, les pone en buena forma física. Pero además de estas ventajas, también hace que los estudiantes que la practican se vuelvan más inteligentes. De ahí la premura e importancia de que se implanten programas serios de educación física en los colegios.

Existen nuevas investigaciones, como las comentadas anteriormente, que revelan que la actividad física desencadena cambios biológicos que hacen que las células del cerebro se estimulen y se ligen entre ellas. Estas conexiones son fundamentales para que el cerebro aprenda y para que se adapte a los desafíos que se le presentan.

El ejercicio físico tiene efectos beneficiosos en el desarrollo fisiológico y psicológico de niños y adolescen-

tes, afectando así a su bienestar (Koçac y cols., 2002). Numerosos estudios sostienen que la educación física es fundamental para que niños y adolescentes adquieran y conserven conductas y hábitos saludables (Sallis, 2000). Además, los beneficios sobre el rendimiento académico de alumnos de distintas edades son considerablemente altos (Kirkendall, 1985; Dustman y cols., 1994; Dywer et al, 1996; Shephard, 1996).

Cuando realizamos habitualmente actividad física como correr, por ejemplo, se produce un aumento en el flujo sanguíneo en el cerebro, oxigenándolo.

El ejercicio físico crea un ambiente en el que el cerebro está dispuesto y preparado para aprender ya que agudiza los sentidos, mejora la concentración y el estado de ánimo. Además libera la tensión acumulada y, por tanto, hace que se esté menos inquieto durante el día, con lo cual hace que se esté más motivado y lleno de energía.

La actividad física influye en el aprendizaje incluso a nivel celular, potenciando al cerebro para que adquiera y procese la información nueva que está percibiendo.

La actividad aeróbica tiene importantes efectos sobre la adaptación, la regulación y la optimización de los sistemas. Uno de los objetivos principales es que los más jóvenes (en el colegio, en el instituto, etc.) tomen

conciencia de lo importante que es el ejercicio físico y de cómo deben practicarlo correctamente para alcanzar su máximo potencial y obtener sus beneficios.

Se ha comprobado científicamente que el momento perfecto para centrarse en alguna tarea que requiera la puesta en marcha de recursos y esfuerzo cognitivo es justamente después de haber realizado ejercicio físico (Hillman y cols., 2009). Si, por el contrario, se realiza mientras se está haciendo ejercicio de intensidad alta, no se podrá aprender materias complejas ya que la sangre en ese momento es derivada a la corteza prefrontal y dificulta la función ejecutiva.

En el famoso libro *Spark!* (Ratey y Hagerman, 2009) se describe un experimento que avala la teoría anterior. En éste se muestra que había una mejora de la flexibilidad cognitiva justo después de realizar una sesión de 35 minutos corriendo en una cinta estática. Para ello participaron en el estudio 40 personas (de entre 50-64 años): 20 de ellos hacían ejercicio y se les preguntaba después del mismo usos alternativos de ciertos objetos (por ejemplo: ¿qué usos tiene un paraguas? Para resguardarte de la lluvia, del sol, como bastón, etc.) y la otra mitad simplemente veía una película. Tras el análisis de los datos, las personas que realizaban el entrenamiento mejoraron su velocidad de procesamiento y flexibilidad

cognitiva después de tan sólo una sesión. Obviamente los que veían la película no mostraron ninguna mejora.

La flexibilidad cognitiva es una función ejecutiva que tiene una gran importancia ya que indica la habilidad para modificar el pensamiento y para producir constantemente pensamientos creativos y las respuestas a éstos.

El hipocampo es fundamental para formar recuerdos y, por tanto, para el aprendizaje. La corteza prefrontal es la que controla el proceso de aprendizaje, analizando la información y las secuencias que conllevan y unificándolo todo. Así mismo, la corteza prefrontal implica a muchas áreas, principalmente el cerebelo y los ganglios basales, los cuales mantienen el ritmo de la información de manera bidireccional.

El encargado de atender a los estímulos entrantes es el cerebro, además de mantenerlos en la memoria de trabajo, darles una carga emocional y asociarlos a experiencias previas que se han vivido. Una vez procesado todo ello se vuelve a enviar al hipocampo.

Si se mejora la plasticidad en el hipocampo se consigue un fortalecimiento en las conexiones entre neuronas, pero el hecho de aprender crea mejores conexiones neuronales, más sanas y más extensas en todo el cerebro. Cuanto más se cuide y se ejerciten estas redes, me-

moria y experiencias, más sencillo será aprender. Esto es así porque el conocimiento de lo que ya se sabe es la base para formar pensamientos cada vez más complejos.

Un estudio en Japón (Harada, Okagawa y Kubota, 2004) descubrió que hacer jogging 2-3 veces a la semana durante 30 minutos mejoraba las funciones ejecutivas en 12 semanas. Estas mejorías también se podían apreciar en el lóbulo frontal. También observaron que las puntuaciones obtenidas en las pruebas empezaban a disminuir si dejaban de realizar el entrenamiento, y que se consumía más oxígeno conforme iban aumentando las puntuaciones de los test, lo cual demuestra que se mantiene un constante flujo de oxígeno y sangre para poder preservar las funciones ejecutivas.

En algunos institutos, como en el instituto Naperville Central de Chicago (EEUU), se ha implantado el plan de estudios la Hora Cero, la cual consiste en realizar actividad física una hora antes de empezar las clases por la mañana. El ejercicio físico por las mañanas hace que estos alumnos estén más despiertos durante el resto del día, menos malhumorados y les hace rendir mejor en las asignaturas, según el testimonio de estudiantes que están inscritos en ella. Se ha demostrado que al final del semestre, los alumnos de la Hora Cero habían mejorado un 17% en lectura y comprensión, frente a una mejora

del 10,7% en los alumnos que prefirieron dormir una hora más. Además, estos estudiantes al hacer sus horarios de clases, cogían las asignaturas más difíciles inmediatamente después de realizar educación física para aprovechar los efectos beneficiosos que les brindaba el ejercicio, ya que se encontraban más “frescos” para poder afrontarlas.

En la mayoría de las clases de educación física se suele practicar principalmente deportes de equipo en los que hay muchos momentos de inactividad, por ejemplo: esperando a que te saquen al partido de fútbol o a batear, etc. Por ello se intentan centrar más en el ejercicio cardiovascular. Menos del 3% de los adultos mayores de 24 años están en forma realizando deportes en equipo y esto pone de manifiesto las carencias de las antiguas clases de educación física.

Es muy importante que las clases de educación física sirvan para ayudar a los chavales a que sean conscientes, para que tomen el control y sean capaces de mantener su propio estado físico y, por tanto, también su salud. Darles unas bases, enseñarles para que cuando crezcan puedan realizar rutinas de ejercicio de manera voluntaria en su vida porque ya sí conocen, y son conscientes, de los grandes beneficios que conlleva. El ejercicio

como estilo de vida hará que tengan una vida más feliz y más duradera.

Gracias a la educación física, los estudiantes desarrollan hábitos saludables y ciertas habilidades, y descubren otras formas de divertirse, a la par que van conociendo cómo funciona su cuerpo. Para ello es importante ofertar una variedad de actividades para que elijan libremente la que más les gusten y les motiven, de tal manera que disminuya el número de niños sentados toda la tarde delante del televisor.

Por todo ello es primordial inculcar y practicar el ejercicio físico desde la infancia para conseguir una buena salud (Kerner, Kurrant y Kalinski, 2001). Los estudios realizados, como los del Departamento de Salud y Servicios Humanos de EEUU, ponen de manifiesto la gran relación que existe entre la actividad física que realizamos desde niños y los patrones de actividad física que tenemos en la edad adulta. Concretamente, según Sirard y Pate (2001) la realización de ejercicio físico durante la edad escolar está muy relacionada con la adquisición y asimilación de hábitos en la práctica deportiva.

Lo ideal, según recomienda la Federación Española de Medicina del Deporte (2008), es que los menores realicen como mínimo 60 minutos de ejercicio físico al día para poder estar en buena forma física y tener una bue-

na salud. Esta actividad física a realizar, ha de ser de moderada a intensa la mayoría de los días. No es necesario que durante una hora seguida se realice el ejercicio físico, sino que éste puede repartirse en sesiones durante el día. En el caso de que no se disponga de tiempo suficiente para dedicarle una hora al día, incluso con 30 minutos diarios de actividad física (baja-moderada) obtendremos beneficios para nuestra salud. Ejercicios tan sencillos como dar paseos a paso ligero, subir y bajar escaleras en vez de coger el ascensor, ir al trabajo en bicicleta o andando, etc.

Lo importante es que el ejercicio físico se realice de manera regular, frecuente. Para los niños en edad escolar, esto podría aplicarse realizando, mediante el juego, actividad física en los recreos, ir andando o en bicicleta a la escuela, las propias clases de educación física, etc.

Por todo ello se recomienda a los padres que apoyen y fomenten la práctica de ejercicio físico con estilos activos de vida y que limiten las horas de exposición a televisiones, ordenadores y videojuegos a un tiempo inferior a 2 horas diarias. La clave está en reemplazar el tiempo que empleaban en estas actividades sedentarias por otras que requieran mayor actividad y movimiento.

Un estudio realizado por Hernández y Velázquez en 2007, muestra que los alumnos madrileños de 14 años

realizan ejercicio físico, en realidad, solamente 35 minutos a la semana en clase de educación física frente a la hora diaria que recomiendan organismos internacionales tales como la NASPE (National Standards for Physical Education), la CDC (Center for Disease Control and Prevention) y el Parlamento Europeo.

Los estudios más reveladores provienen del Departamento de Educación de California. En los últimos cinco años, este departamento ha demostrado que los estudiantes que puntuaban más alto en condición física también puntuaban más alto en las pruebas de rendimiento académico.

Concretamente, en 2004 se realizaron unos estudios en California en los cuales se midieron los efectos de la actividad física (de moderada a intensa) durante 30-45 min, 3-5 días a la semana. Estudiaron estos resultados junto con la obesidad, la resistencia cardiovascular, la presión arterial, la depresión, la ansiedad, el autoconcepto, la densidad ósea y el rendimiento académico. Las conclusiones de este estudio recomendaban que los escolares deberían realizar actividad física (de moderada a intensa) al menos una hora al día. También se informó de que la actividad física influye de manera positiva en la memoria, en la concentración y en el comportamiento en el aula.

El psicólogo deportivo Craig Broeder insiste en la importancia que tiene que encontrar una actividad o ejercicio físico que permita sentirse cómodo y sobresalir (citado en Ratey y Hagerman, 2009). Cuando solamente se oferta una opción a los niños en educación física (o hay opciones muy limitadas) éste lo va a ver como un castigo en el caso de que no le guste o no se sienta cómodo con él, por lo que no continuará haciéndolo.

Otro aspecto también a considerar es intentar siempre que los niños sean conscientes de su estado físico, motivarles a cambiarlo y que se esfuercen por conseguirlo. Para ayudar a alcanzar este objetivo, en algunos centros se emplean medidores del pulso cardíaco y otros aparatos que les proporcionan un feedback acerca de su estado o condición física. El apoyo y la motivación son importantísimas para los niños. Por ello los profesores y familiares deberían estar implicados en ello.

Entender cómo la actividad física mejora las capacidades cognitivas hará que las personas se motiven para hacer un hueco al ejercicio físico en sus vidas de una manera positiva. Es importante que no se vea como una imposición sino como algo muy beneficioso en diferentes aspectos.

Si practicamos ejercicio de manera obligada no obtendremos los mismos resultados beneficiosos que

haciéndolo por voluntad propia, según han comprobado varios estudios experimentales con roedores (Isaacs y cols., 1992; Leasure y Jones, 2008; Ke y cols., 2011).

El ejercicio físico proporciona seguridad y confianza en uno mismo, recordándonos que sabemos hacer una actividad, que se nos da bien y nos gusta. Otro aspecto muy importante es que ayuda a aprender habilidades sociales, a entablar conversaciones con los demás y a relacionarse con ellos. También sirve como distracción y nos ayuda a construir la confianza en nosotros mismos (autoconfianza).

En las clases de educación física se da la oportunidad de aprender a acercarse a los demás y, gracias al ejercicio, se consigue reducir la ansiedad que esto les provoca a ciertas personas. Muchos niños son realmente tímidos y no llegan a aprender cómo hablar con la gente, ni a hacer amigos con lo que acaban aislándose en sí mismos, especialmente con el sexo contrario. Para ello es importante realizar actividades como, por ejemplo, el baile, ya que tienen que trabajar con parejas distintas e interactuar. El ejercicio les hace salir de su caparazón y les ayuda a creer en sí mismos y, por tanto, a aumentar su autoestima y su autoconfianza. Cuando estos niños sigan practicando regularmente ejercicio esto hará que sean más sanos, más inteligentes y más felices.

Además, el deporte en equipo reduce la violencia en el colegio y en su entorno. La clave está en moverse y ser activo lo cual a su vez hace que nuestro cuerpo y mente estén en forma y se conecten entre sí.

A continuación se presentan ejemplos de estudios realizados con distintas poblaciones según la edad:

2.1. ESTUDIOS CON NIÑOS

Darla Castelli y sus colaboradores de la universidad de Illinois realizaron en 2007 un estudio similar al del Departamento de Educación de California. Trabajaron para ello con un grupo de 216 alumnos de 3º y 5º grado y encontraron la misma correlación entre el estado físico y el ámbito académico. Los autores evidenciaron que el índice de masa corporal y la capacidad aeróbica eran particularmente importantes en el rendimiento académico. Además de éste, realizaron otro estudio en 2009 con un grupo de 40 niños (20 niños en forma y 20 que no lo estaban) y midieron con pruebas cognitivas su atención, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento. Mientras realizaban estas pruebas, a los niños se les colocaba un gorrito con electrodos a través del cual se registraba la actividad eléctrica del cerebro. En el electroencefalograma se pudo observar que había mayor actividad en los niños que estaban en forma, por lo que se

podría deducir que, en tareas que requieren atención, hay más neuronas implicada en la tarea. Estar en mejor condición física significa obtener mejores resultados en atención.

2.2. ESTUDIOS CON JÓVENES Y ADULTOS

En 2002 se presentó un interesante estudio en la reunión científica organizada por la Sociedad Americana de Neurociencias. Este trabajo, llevado a cabo por Kubota en la Universidad de Handa, Japón, consistió en una investigación pre-post con jóvenes adultos que tenían un perfil sedentario. Los participantes fueron evaluados a través de una serie de cuestionarios y pruebas que medían distintas capacidades cognitivas. Posteriormente se sometían a un entrenamiento de ejercicio físico que consistía en correr durante 30 minutos de manera moderada, tres veces por semana durante tres meses. Después de este entrenamiento se volvieron a evaluar las capacidades cognitivas. Los resultados mostraron que se habían obtenido mejores resultados, y por tanto mejor rendimiento en las pruebas cognitivas después del entrenamiento físico. Sobre todo estas mejoras se pudieron observar en memoria de trabajo, atención y control inhibitorio.

2.3. ESTUDIOS CON PERSONAS MAYORES

Son múltiples los estudios realizados para averiguar los efectos beneficiosos del ejercicio físico en las personas mayores. Williams y Lord (2008) describen en su trabajo como, tras doce meses de entrenamiento físico, observaron resultados positivos en capacidades como el tiempo de reacción y la amplitud de memoria en un grupo de 94 mujeres. Además, algunas participantes no sólo mejoraron en las variables cognitivas, sino que vieron normalizados sus niveles emocionales en depresión, ansiedad y estrés previos cuando éstos estaban fuera de los límites regulares.

Resultados similares ya habían sido comunicados previamente por autores como Dustman y colaboradores (1984) quienes encontraron efectos positivos del ejercicio físico aeróbico en el rendimiento neuropsicológico de un grupo de personas mayores sedentarias.

3. BENEFICIOS DEL EJERCICIO FÍSICO SOBRE ALGUNAS ENFERMEDADES

3.1. DEPRESIÓN

La depresión es un trastorno que se caracteriza principalmente por causar un gran malestar y sufrimiento a las personas que lo padecen.

Algunos de sus síntomas más característicos son: sentimiento de una profunda tristeza, ansiedad, desesperanza, desgana, dificultad para disfrutar de las cosas, irritabilidad, desinterés, aumento o disminución del apetito y del deseo sexual, problemas de concentración y para conciliar el sueño, baja autoestima, etc.

Se ha demostrado que el ejercicio físico aumenta significativamente la autoestima, sobre todo en aquellas personas que tienen un autoconcepto bajo de sí mismas (Sonstroem, 1997). Otros estudios encontraron que la alta autoestima estaba relacionada con personas que estaban realizando algún tipo de programa relacionado con la actividad física (Gruber, 1986).

Según los resultados del metaanálisis elaborado por North, McCullah y Tran (1990), la disminución de la depresión está asociada a la realización de ejercicio físico de manera regular (tanto en hombres como en mujeres). Se encontraron mejorías superiores en aquellas personas

que ya tenían depresión antes de empezar el entrenamiento.

El ejercicio físico tiene un efecto antidepresivo (Holmes, 1993). Éste juega un papel muy importante a nivel físico, psicológico y neuroquímico.

Respecto al nivel físico, el ejercicio hace que se incremente el flujo sanguíneo además de la oxigenación en el Sistema Nervioso Central (Friedlander, 1981)

A nivel psicológico el ejercicio físico mejora la autoestima y el autoconcepto al proporcionarnos una imagen corporal más saludable y agradable y, además, nos hace sentir que somos capaces de hacer determinadas actividades. Todo ello hace que se reduzca los efectos de la depresión.

A nivel neuroquímico también produce cambios, ya que al realizarse ejercicio físico estamos produciendo mayores niveles de ciertos neurotransmisores (sobre todo endorfinas como la serotonina y la dopamina y la norepinefrina, que aumentan el estado de ánimo y la sensación de placer) en el hipotálamo y endorfinas en el plasma (Flynn, Mitchell y Goldfarb, 1985). Justamente lo que sucede en la depresión es que estos neurotransmisores se encuentran en niveles bastante bajos produciendo, por tanto, los efectos negativos característicos de la misma.

3.2. ANSIEDAD

Podemos conseguir la reducción de la ansiedad realizando ejercicio físico de tipo anaeróbico y aeróbico pero se ha demostrado que este último tiene mayores efectos beneficiosos realizándose de manera sostenida al menos durante 30 minutos (Long y Stavel, 1995).

Con la realización de ejercicio físico se consigue una disminución del estado de ansiedad además de una menor tensión. Estos efectos aparecen entre dos y cuatro horas después del ejercicio aproximadamente.

Algunos estudios sugieren que el ejercicio físico (teniendo en cuenta el tipo, la duración y la intensidad adecuada para cada persona) resulta al menos igual de efectivo que otras terapias para reducir el estrés como los fármacos o la meditación (De Vries, 1987).

3.3. DEMENCIA Y ALZHEIMER

La demencia produce una disminución de las capacidades cognitivas, comparándolas con las que se tenían previamente. Afecta poco a poco, de manera gradual, a la memoria, al lenguaje, al reconocimiento y manipulación de objetos, a ciertas capacidades motoras, etc. Este deterioro o disminución de las capacidades está relacionado naturalmente con la edad y suele ir acompañado

de ciertos cambios psicológicos, en el comportamiento, en las capacidades sociales, laborales, etc.

El alzhéimer es, hoy en día, la causa más común de demencia (López-Pousa y cols., 1999).

El alzhéimer es una enfermedad neurodegenerativa cuyo deterioro más destacado es la memoria, ya que presentan gran dificultad para, inicialmente, recordar hechos que han sucedido recientemente y, cuando la enfermedad está más avanzada, para aprender nuevas cosas (Rapp y Reischies, 2005; Spaan, Raaijmakers y Jonker, 2003).

Con el progreso de la enfermedad se incorporan otros aspectos negativos. Los pacientes se vuelven más agresivos, irritables, tienen grandes cambios de humor, confusión mental, tienden a aislarse, a sufrir depresión, trastornos del lenguaje, pérdida de memoria a largo plazo, desorientación, dificultad para aprender, dificultad para realizar tareas cotidianas, etc. (Waldemar y cols., 2007; Tabert y cols., 2005)

Las investigaciones que se han llevado a cabo para conocer las causas de esta enfermedad asocian ésta con la presentación de placas seniles y ovillos neurofibrilares (Tiraboschi y cols., 2004).

En las personas que padecen alzhéimer se produce una reducción de neuronas y por tanto también de si-

napsis en la corteza cerebral y en regiones subcorticales. Todo ello, a su vez, produce una atrofia en esas regiones, además de un deterioro en el lóbulo parietal (donde se procesan sensaciones, equilibrio, lenguaje) y temporal (procesa información, regula emociones, lenguaje, etc.). También afecta a algunas zonas de la circunvolución cingulada y la corteza frontal (Wenk, 2003).

Lo que acaba generando esta enfermedad en el cerebro son unas placas densas que están formadas por la proteína beta-amiloide, la cual se encuentra en los alrededores de las neuronas. El problema de estas placas es que, al crecer, forman una especie de ovillos, que en realidad son fibras enmarañadas dentro de la propia neurona. Eso dificulta la capacidad de conectarse con otras neuronas y de transmitir así información relevante para nuestro organismo. Posteriormente producirá la muerte de las propias neuronas.

Tanto la aparición de placas como la de ovillos es bastante común según vamos envejeciendo aunque en el caso del alzhéimer, tras realizarse una autopsia, éstos aparecen en mayor cantidad y en zonas específicas del cerebro como el lóbulo temporal (Bouras y cols., 1994).

Se puede retrasar la evolución de esta enfermedad en etapas tempranas con ejercicios físicos e intelectuales, aunque hay que recordar que una vez que se empie-

za a desarrollar es una enfermedad irreversible y progresiva.

Respecto a las capacidades cognitivas es importante la estimulación ambiental al igual que la realización de ejercicio físico. Como se ha visto en apartados anteriores, la realización de actividad física desencadena un aumento de Factor Neurotrófico, el cual hace posible que se produzca la neurogénesis (creación de nuevas neuronas) y que las neuronas existentes frenen su muerte celular programada (apoptosis) además de fortalecer y aumentar la red de conexiones que hay entre las mismas. Todo ello hace que nuestras neuronas, y por tanto sus sinapsis, sean más fuertes y extensas y que, por tanto, tengan menos predisposición a padecer enfermedades como el alzhéimer.

Estudios que avalan esta teoría, como por ejemplo los realizados con ratas, han permitido observar que el aumento de actividad física está asociado con un incremento en la expresión de factores neurotróficos, principalmente en el córtex y en el hipocampo (Neeper y cols., 1996).

Se han llevado a cabo estudios con ratones que tenían esta enfermedad y que tras pasar por un entrenamiento físico de cinco meses han presentados mejoras tales como la disminución del beta-amiloide en la corte-

za del hipocampo, en el hipocampo y en la corteza frontal.

Los resultados de los estudios demuestran que la práctica de ejercicio físico es un método eficaz y sencillo para conseguir la disminución del avance del alzhéimer en ratones transgénicos (Adlard, Perreau y Cotman, 2005).

El incremento de la realización de actividad física presenta una relación directa con el aumento de flujo sanguíneo en los lóbulos temporal y parietal lo que puede indicar que el ejercicio físico proporciona mayor circulación sanguínea en el cerebro. Tras realizar exámenes post-mortem a personas con esta enfermedad, se ha podido apreciar que aquellas que eran más activas presentaban menos efectos del alzhéimer en su cerebro. Estos estudios sugieren que la actividad física disminuye el avance del alzhéimer actuando sobre su patología fisiológica (Scarmeas y cols., 2003)

A nivel cognitivo también se han encontrado en personas con demencia (o deterioro cognitivo) efectos beneficiosos provenientes del ejercicio físico. Se llevó a cabo un meta-análisis en el que se analizaron 30 estudios acerca del efecto que el ejercicio físico tiene en personas con demencia (Hey, Abreau y Ottembacher, 2004). Los resultados de este meta-análisis muestran que un entre-

namiento a medio/largo plazo mejora la capacidad cognitiva, física, motores y problemas de conducta. Otros aspectos que mejoraron también fueron: un menor riesgo de caídas, mejora del comportamiento y de la calidad de vida, mejora de las capacidades cognitivas, etc. Todo ello tras solamente un entrenamiento físico de 7 semanas (Rolland y cols., 2000).

3.4. PÁRKINSON

El párkinson, al igual que el alzhéimer, es una enfermedad neurodegenerativa crónica, la cual va incapacitando poco a poco a la persona que lo padece. Esta incapacidad es producida por la muerte de neuronas dopaminérgicas (que liberan dopamina para comunicarse con otras neuronas y transmitir información) en la sustancia negra, la cual establece conexiones con la corteza cerebral y con otras estructuras relevantes del sistema nervioso central (Piédrola, 2002).

La muerte de este tipo de neuronas, y su pérdida de dopamina consecuente, hace que se alteren las conexiones entre la sustancia negra y el cerebro estriado produciendo, en distintas zonas del cerebro, una menor excitabilidad de la corteza. Todo ello produce ciertas anomalías motoras presentes en el párkinson (Tapia, 1999).

Esta enfermedad no sólo afecta a la motricidad, sino que también implica alteraciones en funciones cognitivas, dificultad para expresar emociones y para funcionar de manera autónoma (Stokes, 2006).

Los síntomas más característicos que presenta esta enfermedad son: temblores en estado de reposo, rigidez muscular (hipertonía muscular), bradicinesia (enlentecimiento de los movimientos voluntarios) y atonía muscular (problemas para mantener la postura corporal).

Los anteriores síntomas pueden agravarse debido a situaciones que generen ansiedad y estrés. Por el contrario, mejoran con el descanso, con el sueño reparador y con técnicas de relajación, es decir, todo aquello que sirva para reducir y controlar la ansiedad y el estrés.

Como ya se ha comentado en apartados anteriores, durante la realización de ejercicio o actividad física nuestro cuerpo experimenta un aumento de ciertos neurotransmisores, vitales para nuestro funcionamiento. Uno de ellos es la dopamina, con lo que podemos apreciar el papel tan importante que tiene el ejercicio en muchos aspectos de nuestra vida.

Aunque aún ha de estudiarse el tema en profundidad, se han llevado a cabo unos estudios que demuestran que ciertos tipos de actividades físicas mejoran las consecuencias negativas del párkinson.

Por ejemplo, personas con esta enfermedad que han realizado ejercicio físico durante 4 años tenían menor mortalidad que aquellas personas que tenían párkinson y no se ejercitaban (Kuroda y cols., 1992).

En otro estudio se les administró a personas con párkinson que se encontraban en la etapa media de la enfermedad un programa de ejercicio intensivo durante 4 semanas. Se observó que tras estas semanas de ejercicio físico estas personas mejoraron en la realización de actividades cotidianas y en los movimientos (Comella y cols., 1994). El inconveniente era que, una vez que habían finalizado el entrenamiento, 6 meses más tarde, los beneficios que habían obtenido con el ejercicio físico habían desaparecido. La clave, como podemos ver en este estudio, es continuar haciendo ejercicio físico de manera regular para poder mantener los beneficios que nos proporciona.

3.5. ESCLEROSIS MÚLTIPLE

La esclerosis múltiple es una enfermedad que afecta al sistema nervioso central. Se ha planteado que esta enfermedad es de carácter autoinmune, es decir, que las propias defensas del organismo atacan al mismo, especialmente a la mielina. Ésta es una sustancia que cubre las fibras nerviosas. Lo que produce esta enfermedad es

que se dificulte la transmisión de las señales electroquímicas entre el cerebro, la médula espinal y el resto del cuerpo; primero enlenteciéndolas, luego distorsionándolas hasta poder llegar a bloquearlas. Las consecuencias son la pérdida de ciertas funciones. Además, provoca lesiones focalizadas e inflamación en ciertas áreas de la materia blanca del sistema nervioso central denominadas placas.

Hasta ahora no se conocen muy bien las causas de la enfermedad, pero lo que sí se sabe es que existe cierta predisposición genética y que influye además algún tipo de factor ambiental o externo (un virus, por ejemplo) (González, 1998).

Entre los pacientes con esclerosis múltiple, entre un 43% y un 65% de ellos presentan deterioro cognitivo (Bobholz y Rao, 2003). Este tipo de deterioro obviamente influye en su calidad de vida, en las actividades que realizan en su vida diaria (Benedict y cols., 2005; Kalmar y cols., 2008).

En general, las personas con esclerosis múltiple presentan: alteraciones cognitivas, principalmente en velocidad de procesamiento cognitivo, ya que se ve enlentecida; problemas de memoria (Santiago, Guardia y Arbizu, 2006), sobre todo en memoria episódica (Bobholz y Rao, 2003; Chiaravalloti y DeLuca, 2008); y dete-

rioro en las funciones ejecutivas (Beatty y Monson, 1996).

Existen varios estudios que muestran los efectos beneficiosos del ejercicio físico en esta enfermedad (Petajan y cols., 1996; Motl y Pilutti, 2012).

También se han realizado estudios acerca de la correlación que pueda existir entre el ejercicio aeróbico y las funciones cognitivas en la esclerosis múltiple de tipo recurrente (remitente-recidivante). Por ejemplo, Prakash y cols. (2007) estudiaron la asociación existente entre ejercicio aeróbico, funciones ejecutivas y también la activación cerebral, usando para ello resonancia magnética funcional (fMRI). Los resultados de su estudio mostraban que el ejercicio aeróbico correlacionaba significativamente con el test neuropsicológico PASAT (Paced Auditory Serial Addition Test, test auditivo de atención sostenida que mide velocidad de procesamiento). Concretamente, en este caso se pasó la versión visual mientras se hacía la resonancia magnética funcional, obteniendo mayores puntuaciones. Esto a su vez provocaba la activación de regiones de la corteza cerebral y la corteza cingulada anterior.

Después de estos análisis se estudió también la relación entre el ejercicio físico, la cognición y el volumen y la consistencia de la materia blanca y gris (Prakash y

cols., 2010b). Los resultados mostraron, que, al igual que en personas sanas de edad avanzada, el ejercicio aeróbico fue asociado a una mejoría en la velocidad de procesamiento de la información (PASAT y SDMT), con un mayor volumen de la sustancia gris y con una mayor consistencia en la materia blanca.

También se puede observar esta asociación, entre actividad física y cognición, en estudios más recientes como los de Motl y cols. (2011) y Sandroff y Motl (2012), en los que se trabaja con test neuropsicológicos (como el PASAT o el SDMT) que miden velocidad de procesamiento de la información.

En general, los resultados de estos estudios proporcionan buenas noticias y cierto grado de esperanza. Éstos, además, son consistentes con estudios parecidos hechos sobre personas sanas (adultos mayores, concretamente), por lo que confirma la idea de intentar buscar nuevos enfoques, como el entrenamiento, para gestionar el deterioro cognitivo que tienen personas con esclerosis múltiple y que afecta tanto a su calidad de vida como a la realización de actividades cotidianas en su día a día.

3.6. ABUSO DE SUSTANCIAS

Se han llevado a cabo estudios relacionando personas alcohólicas y la realización de actividad física. La mayoría de ellos coinciden en los efectos beneficiosos que produce el ejercicio físico en la persona con adicción. El estado anímico mejora positivamente al igual que el propio concepto de sí mismo.

Estudios como en el de Sinyor y cols., 1982 proporcionan datos tan reveladores como que las personas alcohólicas consiguen un mayor grado de abstinencia un par de meses después de que se acabase su tratamiento, comparado con aquellos que no participaban en programas de ejercicio físico.

Lo mismo ocurre con otras adicciones como el tabaquismo, obteniendo los mismos resultados positivos (Ayán, 2009).

3.7. FIBROMIALGIA

Como se ha descrito en los capítulos anteriores, la fibromialgia es una enfermedad caracterizada por un complejo conjunto de síntomas. Afecta principalmente a mujeres de mediana edad (Jacobsen y cols., 1992).

Según la American College of Rheumatology (Wolfe y cols., 1990), los criterios de Clasificación de la fibromialgia incluyen síntomas de dolor generalizado crónico

por encima y por debajo de la cintura y que afecten a ambos lados del cuerpo e hipersensibilidad al dolor medida a través de la evaluación de los puntos dolorosos a la presión. Estos puntos, los *tender points* o puntos gatillo, representan zonas de mayor percepción del dolor más que áreas en las que haya inflamación. Sin embargo, no hay evidencia de inflamación, ni articular, ni muscular, ni en la exploración física, ni en las pruebas de laboratorio. Para poder clasificar a una persona que tenga fibromialgia se tienen que encontrar al menos 11 de los 18 puntos dolorosos, así como una historia de dolor crónico generalizado de al menos 3 meses de duración.

Las personas que tienen fibromialgia presentan los siguientes síntomas (valorados por ellos mismos de mayor a menor importancia): dolor, cansancio, depresión, insomnio, irritabilidad, ansiedad, fatiga y fallos de memoria. También presentan problemas de sueño, tristeza, dificultad para concentrarse, tensión y fatiga. Otros síntomas importantes que están asociados al dolor son el entumecimiento, la ansiedad y la desgana. (Moioli y Merayo, 2005).

Existen diferentes hipótesis acerca de la fibromialgia. Algunos opinan que existen alteraciones musculares al igual que en el Sistema Nervioso periférico (disfunciones periféricas). Otros piensan que las alteraciones se

presentan en los neurotransmisores encargados de regular la percepción del dolor y la regulación del sueño (disfunciones centrales). Además de todo ello, la fibromialgia está asociada con trastornos psicológicos como la ansiedad o la depresión, y con otras enfermedades tales como cefaleas, colon irritable o dismenorrea primaria (Hudson y cols., 1992).

Los investigadores han descubierto que existen ciertas anormalidades a nivel neuroquímico relacionadas con la fibromialgia. Una de ellas tiene que ver con los niveles de sustancia P, que son el triple de los observados en la población sana (Rusell y cols., 1992a; 1992b), lo a su vez se relaciona con niveles bajos de hormona de crecimiento (GH), de IGF-1 y cortisol. Esto haría aumentar la hiperprolactinemia, facilitando que se dé un déficit de serotonina debido a un defecto en la absorción del triptófano.

La serotonina es un neurotransmisor muy importante, ya que actúa como inhibidor, junto con la noradrenalina, en las vías de transmisión del dolor. Las personas con fibromialgia presentan niveles deficientes de serotonina por lo que perciben más dolor. (Neeck y Riedel, 1994).

Bennett encontró un paralelismo entre déficit de GH en el adulto y fibromialgia. Ambas traían aparajadas

fatiga, pérdida de memoria, tristeza, alteraciones del sueño, parestesias, etc. Incluso se encontraron niveles más bajos de IGF-1 en personas con fibromialgia respecto a la población sana (Bennett y cols., 1997). Por ello el ejercicio físico tiene resultados tan beneficiosos ya que suple esa carencia en serotonina e IGF-1, entre otras.

Los diversos estudios realizados acerca de este tema han mostrado una evidencia moderada en el hecho de que la práctica de ejercicio físico de tipo aeróbico provoca una mejoría en el dolor, ansiedad, calidad de vida, salud mental y también mejora la capacidad de las personas con fibromialgia para realizar esfuerzos físicos.

En la revisión de la Cochrane Library (Busch y cols., 2008) destacan principalmente estudios sobre la realización de entrenamiento aeróbico, ejercicio mixto (aeróbico, flexibilidad y de fuerza), entrenamiento de fuerza y otros en el que el ejercicio físico formaba parte de un tratamiento combinado. Las mejorías que producían estos entrenamientos se producían de manera más consistente en los tender points, en la resistencia aeróbica y en estado físico global.

Comparando el ejercicio físico aeróbico con aquellos que desarrollan la flexibilidad, se ha demostrado que con los primeros se obtienen mayores beneficios (Nishihina y Rivera, 2006).

Mc Cain y colaboradores realizaron un estudio en el que personas con fibromialgia realizaban un entrenamiento cardiovascular. Tras este entrenamiento observaron que estas personas mejoraban a nivel cardiovascular, pero también en el dolor (mayor umbral del dolor), comparándolos con aquellas personas que solamente habían realizado ejercicios de flexibilidad. La duración de este programa de entrenamiento cardiovascular era de 20 semanas, con 3 sesiones de 60 minutos cada una a la semana. Además incluía 10 minutos de calentamiento antes de la realización de ejercicio, y a continuación los sujetos realizaban 50 minutos de ejercicio en cicloergómetro, donde se les pedía que mantuvieran una frecuencia cardíaca elevada (mayor de 150 lpm) (McCain y cols., 1988).

Respecto a los distintos tipos de ejercicio físico aeróbico (marcha, ciclismo, danza, aeróbico, de larga/corta duración e intensidad, etc.) se aconseja dejar que el paciente escoja aquél que prefiera y pueda realizar. No obstante, se recomienda que la cantidad y la intensidad de actividad se adapten personalmente a cada individuo y que, en cualquier caso, debería alcanzarse un mínimo de 20 minutos dos o tres veces semanales (Häuser y cols., 2010).

Un aspecto muy importante a tener en cuenta es que los beneficios que aporta la realización de ejercicio físico aeróbico solamente se mantienen llevando a cabo una rutina constante de ejercicio. Una vez que esta desaparece, es decir, se abandona esa rutina de ejercicios, estos efectos beneficiosos desaparecen (Rivera y cols., 2004).

Muchas personas con fibromialgia temen que el hecho de realizar ejercicio físico les produzca algún tipo de lesión y que, además, empeore su estado y los dolores. Sin embargo, no existe ningún tipo de evidencia acerca de que el ejercicio físico empeore el estado y los síntomas de las personas que tienen esta enfermedad. (Rivera y cols., 2006)

Se suele asociar, en la gran mayoría de los ensayos clínicos, la educación (información) con programas de ejercicio, e incluso forma parte de otros tratamientos para hacerlos más eficaces. El hecho de estar informados sobre la enfermedad y sobre sus tratamientos alternativos hace que se esté más preparado para hacerle frente y disminuir sus síntomas. Esta combinación entre ejercicio físico y educación ha demostrado ser especialmente eficiente respecto a otras terapias (Mannerkorpi y Henriksson, 2007).

Además de información acerca de la propia enfermedad, los programas de educación incluyen relajación, control del estrés y medidas para afrontar los distintos síntomas. Se ha demostrado que estos programas son de gran utilidad para reducir el dolor y para alcanzar una mejoría psicológica (Burckardt y cols., 1994; Mengshoel y cols., 1995; Bennet y cols., 1996).

Existe un alto grado de consenso acerca de la necesidad de incorporar el ejercicio físico al tratamiento en todos los pacientes.

Varias revisiones encontraron una gran evidencia de que el ejercicio físico mejora algunos síntomas de la fibromialgia. Sobre todo, de todas ellas, destaca por su alta calidad metodológica la realizada por la Colaboración Cochrane (Busch y cols., 2008).

Esta revisión está compuesta por el análisis de 34 ensayos clínicos aleatorios (ECA) en los que los resultados muestran que el ejercicio físico aeróbico, practicándolo de forma aislada y teniendo en cuenta los niveles de intensidad recomendados, presenta efectos positivos sobre la sensación de bienestar, la capacidad física, el dolor y la hiperalgesia (sensibilidad extrema al dolor). Para conseguir estos beneficios se debe realizar ejercicio aeróbico al menos durante 12 semanas. Algunos de estos ensayos clínicos sugieren que ejercicios de fortaleci-

miento también pueden provocar mejoras, pero se requieren más estudios que lo confirmen. Respecto a los ejercicios de flexibilidad, existen aún pocos datos sobre sus consecuencias.

Por su parte, Jones (Jones y cols., 2006) realizaron un estudio sobre 46 ensayos clínicos cuyos resultados mostraban la importancia de empezar el ejercicio con una intensidad inicial inferior a la que se recomienda para la población general. En caso de no ser así, el entrenamiento será abandonado por un elevado número de personas. La intensidad, a medida que se sigue con el entrenamiento, debe irse incrementando hasta llegar a un nivel moderado de intensidad. Otro problema que se presenta en estos casos es la adherencia al programa de ejercicio a medio y largo plazo. Se han estudiado diversas estrategias que lo facilitan (Busch y cols., 2008; Rooks, 2008).

El entrenamiento cardiovascular ha demostrado ser el que alivia algunos síntomas de la fibromialgia. Esto lo consigue a través de un doble mecanismo: el aumento de los niveles de neurotransmisores (mecanismo central) y a la estimulación que provoca en el metabolismo del músculo y en su funcionalidad (mecanismo periférico) (Martin y cols., 1996; McCain y cols., 1988; Wigers, Stiles y Vogel, 1996).

Hay algunos autores que opinan que el ejercicio físico no mejora los síntomas de la fibromialgia, sino que lo que hace es aumentar la capacidad de las personas que tienen esta enfermedad para tolerarlos y seguir realizando las actividades de la vida diaria (Klug, McAuley y Clark, 1989).

Existen numerosos estudios que confirman y muestran los beneficios que produce el ejercicio físico en la fibromialgia, pero no existen apenas estudios que indiquen las pautas adecuadas (tipo y dosis de ejercicio) para llevarlo a cabo.

Otra opción con la que se ha trabajado es la combinación de entrenamiento de fuerza de manera progresiva y ejercicio cardiovascular. Este tipo de entrenamiento mixto se llevó a cabo durante 20 semanas, 3 veces a la semana durante 1 hora cada una. Las primeras 4 semanas se realizaba el ejercicio en piscina en la que se practicaban movimientos articulares. Las 16 semanas siguientes se practicaban los ejercicios en tierra, entrenándose la resistencia cardiovascular a través de la marcha; la fuerza muscular con contracciones de la musculatura de las extremidades, tronco y columna; y flexibilidad, realizando recorridos articulares y estiramientos. Tras estas semanas de entrenamiento se produjo un aumento de la fuerza muscular (39% en extremidades

inferiores y un 27% en las superiores), un aumento de la distancia recorrida en la marcha (20%) y una mejora en la puntuación del FIQ, Fibromyalgia Impact Questionnaire, sobre el impacto de los síntomas de la fibromialgia (Rooks, Silverman y Kantrowitz, 2002).

Por su parte, Richards elaboró un estudio en el que comparaba los resultados de un programa de entrenamiento de ejercicio aeróbico progresivo (realizando marcha o bicicleta) con los obtenidos en personas que solamente realizaban relajación y estiramientos. La conclusión del estudio fue que el entrenamiento aeróbico se obtenían una disminución del recuento de los *tender points*, aumento de la sensación de mejoría y mejores puntuaciones en las escalas del FIQ (tras la evaluación a los 3 y a los 12 meses) (Richards y Scott, 2002).

Una de las terapias bastante eficaz para reducir o paliar los síntomas de la fibromialgia es la hidrocinesiterapia, es decir, la terapia realizada en el agua. Se obtienen mayores beneficios cuando el ejercicio se realiza en una piscina con agua caliente. Algunos de ellos son: relajación muscular, descompresión de las articulaciones, reducción del dolor y aumento de la movilidad, aumentan las aferencias sensoriales (neuronas encargadas de recibir la información sensorial para enviársela al cerebro) debido a la presión y a la temperatura del agua,

mejora del equilibrio y la coordinación, mejora de la musculatura y la funcionalidad física, además de la estimulación social. Por todo ello es por lo que es tan recomendable en enfermedades reumáticas.

Lo aconsejable es realizar sesiones de entre 15 y 60 minutos unas 2-4 veces por semana (McNeal, 1990), incorporando ejercicios como andar o saltar, realizar brazadas y movimientos articulares, respiraciones, estiramientos y relajación.

Se ha estudiado las consecuencias de la práctica de entrenamiento de ejercicio aeróbico en piscina a 36°C durante 4 semanas. Se realizaba 5 días a la semana durante 30 minutos ejercicios de flexibilidad y tonificación de abdominales y espinales, pedaleo con los miembros inferiores y movimientos libres y natación con los superiores. Los resultados mostraron, a través de la versión española del cuestionario de impacto de la fibromialgia (CIF), una mejoría en actividades de la vida cotidiana, cansancio, rigidez, dolor, ansiedad, depresión y en el trabajo fuera de casa (Navarro y cols., 2002).

Otro estudio realizado por Mannerkorpi y su equipo encontró que, tras un programa de ejercicio en piscina caliente dirigido por un fisioterapeuta durante 6 meses, se obtuvieron mejorías en la escala FIQ, en la función física, en fuerza, dolor, estado psicológico, calidad

de vida y actividad social. En este entrenamiento, cuyas sesiones duraban 35 minutos, se realizaban ejercicios de flexibilidad, resistencia, coordinación y relajación, regulándose en todo momento el ejercicio dependiendo del umbral de dolor y fatiga de cada persona. Estas mejoras se mantenían hasta dos años después (Mannerkorpí y cols., 2002).

También se han llevado estudios sobre el Tai Chi (Wolf, Coogler y Xu, 1997), cuyos beneficios se deben principalmente a que ayuda a conocer y ser conscientes del propio cuerpo y a interpretar y regular sus señales.

En general, en todas estas enfermedades, el ejercicio físico ha funcionado como una terapia bastante efectiva y económica que ha favorecido la reducción de factores neurofisiológicos perjudiciales que condicionan la enfermedad. También ha conseguido mejorar capacidades físicas, motoras, cognitivas y psicológicas.

Con todos estos datos obtenidos de diversas investigaciones en diferentes ámbitos podemos darnos cuenta de la gran importancia que tiene en nuestra vida el ejercicio físico.

4. EJERCICIO, SALUD Y BIENESTAR

Se conocen las intensidades de actividad física (medidas en diferentes magnitudes) con las que se alcanzan determinados cambios fisiológicos que mejorarán las capacidades cognitivas. Algunos de los beneficios más llamativos e importantes que produce la realización de actividad física son la neurogénesis (creación de neuronas) y disminución de la muerte de las neuronas (apoptosis); también hace que las conexiones entre las neuronas sean mayores, más fuertes y eficaces, favoreciendo capacidades como aprendizaje y memoria, entre otras.

4.1. PLAN PERSONALIZADO DE ENTRENAMIENTO CON UNOGYM

Unogym es un método creado por Unobrain cuyo objetivo es mejorar las capacidades cognitivas a través de una actividad cardiocerebralmente sana, un tipo de actividad aeróbica que favorece la generación neuronal. Se basa en estudios científicos que avalan los beneficios que esta actividad física tiene en el cerebro, mejorando las capacidades cognitivas.

Existen numerosos estudios que muestran las consecuencias negativas de la inactividad, tales como sobre-

peso, obesidad, hipertensión, diabetes tipo II, las cuales son causa, directa e indirecta, de un elevado porcentaje de muertes.

Unogym aporta al usuario una herramienta para conocer las recomendaciones de intensidades y dosis de actividad física ideales para cada individuo, en función de su edad y su nivel de actividad física, así como las herramientas de medición, registro y análisis de las mismas. Estas consisten en un “monitor de frecuencia cardiaca” o “pulsómetro” y una aplicación interactiva. La aplicación trabaja con una magnitud de intensidad fácilmente registrable, rangos de porcentajes de la Frecuencia Cardiaca Máxima Teórica. Unogym ayudará al usuario a llegar gradualmente a esas intensidades recomendadas, mediante un plan de actividad física controlado y dirigido.

Con esta herramienta se propicia un cambio de hábito hacia una vida más activa y saludable, con todos sus beneficios cerebrales, mentales y físicos, alejándonos de los hábitos sedentarios y sus numerosas consecuencias negativas para la salud.

5. ¿QUÉ OPINAN LOS EXPERTOS?

Entrevista a Álvaro Yáñez

Álvaro Yáñez es licenciado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte y trabaja como entrenador personal y preparador físico en distintas disciplinas. Es supervisor de entrenadores de Trainido, una plataforma de entrenamientos personales online fundada en 2010 por el ex gimnasta olímpico Jesús Carballo.

Actualmente, todo el mundo sabe que el ejercicio físico juega un papel fundamental en el bienestar, ¿cómo se concientia a la gente para que empiece a practicarlo?

La gente está cambiando las pastillas por las zapatillas. Y eso es clave. Para nosotros los entrenadores, que llevamos mucho tiempo viviendo así y sabemos lo que hacemos, es una obviedad, pero para mucha gente no lo era o no lo es. Es decisiva la influencia del ejercicio físico en el bienestar.

¿Qué beneficios tiene hacer ejercicio físico?

El beneficio mental que proporciona hacer ejercicio físico es gran parte del beneficio que te proporciona en

general. Si haces ejercicio regularmente segregas endorfinas, conocidas como hormonas del bienestar. La repercusión es increíble. A la gente [el deporte] le cambia la vida, no solo para conseguir su meta, sino dándoles todo el bienestar que produce llegar a ella.

Son muchos los estudios que demuestran que el ejercicio físico mejora las capacidades cognitivas, ¿qué nos puedes decir de esto?

En Ciencias de la Actividad Física y del Deporte se estudia el desarrollo motor y se sabe que la capacidad cognitiva y la motriz se desarrollan juntas. Pero también, a la hora de hacer ejercicio, la mente tiene bastante trabajo. Para hacer ejercicio lo primero es motivarte, tener la capacidad de empezar. El cerebro ahí es decisivo, desarrolla capacidad de sufrimiento, no solo a nivel del sistema cardiovascular, respiratorio o de que tu sistema músculo-esquelético responda bien. Para que todo eso funcione bien, lo primero es que tu cerebro funcione bien.

En Unobrain queremos implantar la idea de que el cerebro es un músculo más, en el sentido de que puede ser ejercitado. No tenemos que conformarnos con el cerebro que nos ha tocado, sino que podemos mejorar-

lo para conseguir que esté en forma y sacarle el máximo partido, ¿qué te parece?

Lllamarlo 'un músculo más' a mí me encanta. Entre la salud mental y la física no sabría cuál poner primero. Supongo que las dos por igual. Preocuparse por la salud de algo que a mí me parece igual de importante que lo que yo trabajo [el deporte], es fantástico.

¿Qué te opinas del concepto de Brain Fitness que defiende Unobrain?

Defiendo totalmente todo lo que signifique cuidar la salud, y el enfoque que yo le doy al Brain Fitness es salud. Es imprescindible cambiar las costumbres. La calidad de vida pasa por tener mejor salud de todo, incluido el cerebro, así que bienvenido sea el entrenamiento cerebral y el físico.

Capítulo V

CONCLUSIONES

"Mens sana in corpore sano"

Juvenal

Poeta latino Siglo I

El concepto de salud se opone al de enfermedad, convirtiendo el objetivo fundamental de cualquier intervención en el retorno a la normalidad. El interés principal de Unobrain es la aspiración a la excelencia desde la normalidad. El Brain fitness tiene como objetivo primordial alcanzar el máximo posible de bienestar y rendimiento cerebral, incorporando así un elemento preventivo en forma de reserva cognitiva para el futuro. Sin embargo, Unobrain no descuida un segundo elemento de carácter rehabilitador, que persigue acercar a la normalidad e impulsar el rendimiento de aquellos que ya han visto mermadas sus capacidades de alguna manera.

Hoy el Brain Fitness no entra dentro de nuestros hábitos cotidianos, igual que hace cuarto de siglo se descuidaba la salud física. El desconocimiento de los beneficios de un determinado modo de vida hace que, en principio, éste no forme parte de nuestra actividad diaria. Pero el cambio está en el aire (divulgadores, EE.UU., demografía, estilo de vida, etc.). El Brain Fitness de hoy apuntala la salud mental de mañana.

Unobrain entiende el Brain Fitness como nueva forma de aproximarse al cuidado integral del cerebro desde una perspectiva multidisciplinar que engloba el ejercicio cerebral propiamente dicho (con los juegos de Unobrain), entrenamiento para combatir el estrés

(Unozen), un programa de alimentación cerebrosaludable (Unomenu) y el plan de ejercicio físico cardiocerebral (Unogym).

Los múltiples estudios descritos en las páginas anteriores demuestran las ventajas del entrenamiento cerebral en personas sanas y enfermas. La esperanza de vida ha ido aumentando con el paso de los años, vivimos en una sociedad que envejece, y en consecuencia es esperable que aumenten las patologías asociadas a la edad. Tenemos que replantear nuestro estilo de vida, remodelar nuestras prioridades y cuidarnos más, para vivir más, pero también vivir mejor, considerando que presumiblemente viviremos más tiempo.

En Unobrain nos gusta decir que somos un gimnasio cerebral, el primer Club de Brain Fitness del mundo. Para mantener el cerebro en forma, no es válido cualquier ejercicio (sudokus, mnemotecnia...). Por eso, hemos creado Unobraining, nuestro plan de ejercicio cerebral, que trabaja sobre cuatro áreas de funcionamiento principales: percepción y velocidad de procesamiento de la información, memoria, atención y funciones ejecutivas.

Te vamos a poner un ejemplo. Si quieres estar físicamente en forma, no vas a dedicar tu entrenamiento a hacer sólo abdominales ¿verdad? Pues lo mismo ocurre

con el cerebro. De poco sirve hacer cien crucigramas, lo ideal es trabajar cada una de las capacidades cognitivas ajustándose al perfil de cada uno para tener un cerebro equilibrado. Por eso Unobrain plantea unos ejercicios diarios adaptados a la propia evolución de cada persona. Y si aún así alguien quiere poner todo tu esfuerzo en mejorar, por ejemplo, sólo la memoria, también tendrá esa opción.

Por otro lado, junto al hecho de que nos hacemos mayores, el ritmo de vida que corona nuestra rutina hace que aumenten las tasas de estrés y que nazca la importancia de evitar y/o complementar los efectos de los tratamientos farmacológicos. El estrés tiene efectos perjudiciales cerebrales a corto plazo (ansiedad, bloqueo...) y también a largo plazo (cambios estructurales). Para ganar calidad de vida es fundamental combatir el estrés y erradicarlo de nuestra vida diaria. De este modo, Unozen, un método de control del estrés basado en técnicas de meditación, ofrece un plan de entrenamiento sencillo y guiado por un casco de electroencefalografía que proporcionará feedback inmediato acerca de la correcta realización de los ejercicios.

¿Y cuántas veces habremos escuchado aquello de *'somos lo que comemos'*? Pues el cerebro también lo es. Más allá de seguir una dieta que esculpa nuestro cuerpo,

debemos dar a nuestro cerebro una serie de nutrientes que lo conserven. Unomenú te ofrece un plan de neuro-nutrición cuyo objetivo es maximizar la salud cerebral sin comprometer la salud corporal. Es vital conocer los alimentos cerebralmente saludables e identificar los alimentos nocivos.

El *'Mens sana in corpore sano'* de Juvenal lo tenemos más que demostrado, por eso no deben descuidarse los beneficios del ejercicio físico. El ejercicio aeróbico tiene un efecto neurogénico. La actividad física es sinaptogénica y es por ello el complemento ideal de la actividad de entrenamiento mental. Nuestro módulo de ejercicio físico Unogym te ayudará a programar de forma personalizada el plan de actividad física cardiocerebral que mejor se ajuste a ti.

Desde Unobrain, pretendemos acercarnos al cerebro desde esta perspectiva multimodal proporcionándote las guías y las herramientas necesarias para potenciar el rendimiento de tu cerebro y protegerlo del paso del tiempo y de las agresiones externas.

¿A qué esperas para poner tu cerebro en forma?

www.unobrain.com

BIBLIOGRAFÍA

Capítulo I

- Alsina, A. y Sáiz, D. (2004). ¿Es posible entrenar la memoria de trabajo?: un programa para niños de 7-8 años. *Infancia y Aprendizaje*, 27(3), 275-287.
- Álvarez, B. A. (2003). Ejercicio físico en la fibromialgia. *Rehabilitación (Madr)*, 37(6), 363-74.
- Baddeley, A. D. y Hitch, G. J. (1974). Working memory. En G. Bower (Ed.), *Recent Advances in Learning and Motivation*, Vol. 8 (pp. 47-90). New York: Academic Press.
- Bakhshayesh, A. R., Hänsch, S., Wyschkon, A., Rezai, M. J., & Esser, G. (2011). Neurofeedback in ADHD: a single-blind randomized controlled trial. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 20(9), 481-491.
- Basak, C., Boot, W. R., Voss, M. W., & Kramer, A. F. (2008). Can training in a real-time strategy video game attenuate cognitive decline in older adults? *Psychology and Aging*, 23(4), 765.
- Bergman, S., Söderqvist, S., Bryde, S., Thorell, L. B., Humphreys, K., y Klingberg, T. (2011). Gains in fluid intelligence after training non-verbal reasoning in 4-year-old children: a controlled, randomized study. *Developmental Science*, 14(3), 591-601.
- Boujon, C. y Quaireau, C. (2004). *Atención, aprendizaje y rendimiento escolar*. Madrid: Narcea.
- Brandt, V. I., Estévez, L., Heredia A., Pazos R., Reichart, M. y Ribetto, S. (2010). *El museo y los no videntes: Apreciación de obras de arte a partir de circuitos sensoriales. Experimentación con los sentidos*. [Versión electrónica]. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires. Recuperado el 23 de Agosto de 2012 de:

http://www.investigacionaccion.com.ar/catedragalan/trabajos/f712376913345454c5ccfe643469f2f3_brandt-estevez-heredia-pasos-reichardt-ribetto.pdf

- Bruegel, C. (2004) Migraña. *Nursing*, 22(5).
- Buschkuehl, M., & Jaeggi, S. M. (2010) Improving intelligence: a literature review. *Swiss Medical Weekly*, 140(19-20), 266-272.
- Carlson, N. R. (2010). *Fundamentos de fisiología de la conducta*. Madrid: Pearson Educación.
- Cedillo Hernández, A. (2009). *Marcas de agua en video MPEG* (Tesis doctoral).
- De Pablo, F. y Cascales, M. (2009). *Células madre y terapia regenerativa*. Madrid: Real Academia Nacional de Farmacia.
- Derebery, M. J. (2000). Diagnóstico y tratamiento del vértigo. *Revista Cubana de Medicina*, 39(4), 238-253.
- Díaz, A. (2010). La memoria. *Innovación y Experiencias Educativas*, 32, 1-19.
- Espinar-Sierra, J. (1999). Arousal y su repercusión sobre la vigilia. *Revista de Neurología*, 28, 555-559
- Espinoza, G., Oruro, E., Carrión D. y Aguilar, L. A. (2010). *Aprendizaje, Memoria y Neuroplasticidad*. I Congreso Mundial de Neuroeducación ASEDH – CEREBRUM.
- Fernández-Calvo, B., Rodríguez-Pérez, R., Contador, I., Rubio-Santorum, A. y Ramos, F. (2011). Eficacia del entrenamiento cognitivo basado en nuevas tecnologías en pacientes con demencia tipo Alzheimer. *Psicothema*, 23(1), 44-50.
- Filippi, M., Riccitelli, G., Mattioli, F., Capra, R., Stampatori, C., Pagani, E., Valsasina, P., Copetti, M., Falini, A., Comi, G. y Rocca, M. A. (2012). Multiple Sclerosis: Effects of Cognitive Rehabilitation

- on Structural and Functional MR Imaging Measures—An Explorative Study. *Radiology*, 262(3), 932-940.
- Flores, J. C. y Ostrosky-Solís, F. (2008). Neuropsicología de Lóbulos Frontales, Funciones Ejecutivas y Conducta Humana. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(1), 47-58.
- Frías, X. (2002). Introducción a la psicolingüística. *Ianua, Revista Philologica Romanica*, 6.
- Gálvez, J., Caracuel, J. C. y Jaenes, J. C. (2011). Práctica de Actividad física y velocidad de procesamiento cognitivo en mayores. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 11(44), 803-816.
- García-Sevilla, J. (1997). *Psicología de la atención*. Madrid: Síntesis Psicológica.
- Giménez-Amaya, J. M. (2000). Anatomía funcional de la corteza cerebral implicada en los procesos visuales. *Revista de Neurología*, 30(7), 656-662.
- Glass, J. M. (2006). Cognitive dysfunction in fibromyalgia and chronic fatigue syndrome: new trends and future directions. *Current Rheumatology Reports*, 8(6), 425-429.
- Glass, J. M. (2009). Review of cognitive dysfunction in fibromyalgia: a convergence on working memory and attentional control impairments. *Rheumatic Diseases Clinics of North America*, 35(2), 299.
- Gould, E., Beylin, A., Tanapat, P., Reeves, A. y Shors, T. J. (1999). Learning enhances adult neurogenesis in the hippocampal formation. *Nature Neuroscience*, 2, 260-265.
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2003). Action video game modifies visual selective attention. *Nature*, 423(6939), 534-537.

- Green, C. S., & Bavelier, D. (2006). Effect of action video games on the spatial distribution of visuospatial attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32(6), 1465.
- Green, C. S., Li, R., & Bavelier, D. (2010). Perceptual learning during action video game playing. *Topics in Cognitive Science*, 2(2), 202-216.
- Hockett, C. (1960). The origin of speech. *Scientific American*, 203, 88-96.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(19), 6829-6833.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Shah, P. (2011). Short- and long-term benefits of cognitive training. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(25), 10081-10086.
- Junqué, C. y Barroso, J. (1994). *Neuropsicología*. Madrid: Síntesis.
- Junqué, C. y Jódar, C. (1990). Velocidad de procesamiento cognitivo en el envejecimiento. *Anales de Psicología*, 6(2), 199-207.
- Karbach, J., y Kray, J. (2009). How useful is executive control training? Age differences in near and far transfer of task-switching training. *Developmental Science*, 12(6), 978-990.
- Keller, D, de Gracia, M. y Cladellas, R. (2011). Subtipos de pacientes con fibromialgia, características psicopatológicas y calidad de vida. *Actas Españolas de Psiquiatría*, 39(5), 273-9.
- Kerns, K. A., Eso, K., & Thomson, J. (1999). Investigation of a direct intervention for improving attention in young children with ADHD. *Developmental Neuropsychology*, 16(2), 273-295.
- Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K., Gillberg, C. G., Forsberg, H. y Westerberg, H.

- (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD—a randomized, controlled trial. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44(2), 177-186.
- Klingberg, T., Forssberg, H. y Westerberg, H. (2002). Training of working memory in children with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24(6), 781-791.
- Lezak, M.D. (1987). Relationship between personality disorders, social disturbances and physical disability following traumatic brain injury. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 2, 57-69.
- Lim, C. G., Lee, T. S., Guan, C., Fung, D. S. S., Zhao, Y., Teng, S. S. W., ... & Krishnan, K. R. R. (2012). A Brain-Computer Interface Based Attention Training Program for Treating Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *PloS One*, 7(10), e46692.
- Lopera, F. (2008). Funciones Ejecutivas: Aspectos Clínicos. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(1), 59-76.
- López García, J. A. y Herrero, J. F. (1998). Somestesia: mecanorrecepción, termorrecepción y nocicepción. En J. M. Delgado, A. Ferrús, F. Mora y F. J. Rubia (coords.), *Manual de Neurociencia* (pp. 457-482). Madrid: Editorial Síntesis.
- Mackworth, N. H. (1948). The Breakdown of Vigilance during Prolonged Visual Search. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1, 6-21.
- Madsen, T. M., Kristjansen, P. E., Bolwig, T. G. y Wortwein, G. (2003). Arrested neuronal proliferation and impaired hippocampal function following fractionated brain irradiation in the adult rat. *Neuroscience*, 119, 635-642.
- Mahncke, H. W., Connor, B. B., Appelman, J., Ahsanuddin, O. N., Hardy, J. L., Wood, R. A., Joyce, N. M., Boniske, T., Atkins, S.

- M. y Merzenich, M. M. (2006). Memory enhancement in healthy older adults using a brain plasticity-based training program: a randomized, controlled study. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(33), 12523-12528.
- Miller, D. J., & Robertson, D. P. (2009). Using a games console in the primary classroom: Effects of 'Brain Training' programme on computation and self-esteem. *British Journal of Educational Technology*, 41(2), 242-255.
- Molina, C. (2007). *Implicación de la medetomidina y del ácido retinoico en la sensibilización nociceptiva. Interacción con antiinflamatorios no esteroideos*. Tesis doctoral no publicada. Universidad de Alcalá, Madrid, España.
- Moreno, C. y Lopera, F. (2009). Efectos de un entrenamiento cognitivo de la atención en el funcionamiento de la memoria de trabajo durante el envejecimiento. *Acta Neurológica Colombiana*, 25, 244-251.
- Mozolic, J. L., Hayasaka, S., & Laurienti, P. J. (2010). A cognitive training intervention increases resting cerebral blood flow in healthy older adults. *Frontiers in Human Neuroscience*, 4.
- Munguía-Izquierdo, D., Legaz-Arrese, A., Moliner-Urdiales, D. & Reverter-Masía, J. (2008). Neuropsicología de los pacientes con síndrome de fibromialgia: relación con dolor y ansiedad. *Psicothema*, 20(3), 427-431.
- Nieto-Escamez, F. A. y Moreno-Montoya, M. (2011). Neurogénesis en el giro dentado del hipocampo: implicaciones para el aprendizaje y la memoria en el cerebro adulto. *Archivos de Neurociencias*, 16(4), 193-199.
- Ortega, C. y Franco, J. C. (2010). Neurofisiología del aprendizaje y la memoria. Plasticidad Neuronal. *Archivos de Medicina*, 6(1).

- Owen, A. M., Hampshire, A., Grahn, J. A., Stenton, R., Dajani, S., Burns, A. S., Howard, R. J. y Ballard, C. G. (2010). Putting brain training to the test. *Nature*, 465(7299), 775-778.
- Pérez, N. y Navarro, I. (2011). *Psicología del desarrollo humano: del nacimiento a la vejez*. Alicante: Editorial Club Universitario.
- Plohmman, A. M., Kappos, L., Ammann, W., Thordai, A., Wittwer, A., Huber, S., ... & Lechner-Scott, J. (1998). Computer assisted re-training of attentional impairments in patients with multiple sclerosis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 64(4), 455-462.
- Ramírez-Rodríguez, G., Benítez-King, G. y Kempermann, G. (2007). Formación de neuronas nuevas en el hipocampo adulto: neurogénesis. *Salud Mental*, 30(3), 12-19.
- Rao, S. M. (1995). Neuropsychology of multiple sclerosis. *Current Opinion in Neurology*, 8(3), 216.
- Ríos, M. (2012, 27 de abril). Velocidad de procesamiento de la información y rehabilitación del DCA. *Red Menni de Daño Cerebral* [Versión electrónica]. Recuperado el 24 de agosto de 2012 de <http://www.dañocerebral.es/velocidad-de-procesamiento-de-la-informacion-y-rehabilitacion-del-dano-cerebral/>
- Rivera, J., Arellano, R. y Molero, V. M. (2000). *Conducta del consumidor: Estrategias y tácticas aplicadas al marketing*. Madrid: Esic Editorial.
- Rodríguez, W. C. (2003). La relación entre funciones ejecutivas y lenguaje: una propuesta para estudiar su relación. *Perspectivas Psicológicas*, 3-4, 43-50.
- Sevillano-García, M. D., Manso-Calderón, R. y Cacabelos-Pérez, P. (2007). Comorbilidad en la migraña: depresión, ansiedad,

- estrés y trastornos del sueño. *Revista de Neurología*, 45(7), 400-405.
- Shalev, L., Tsal, Y., & Mevorach, C. (2007). Computerized progressive attentional training (CPAT) program: effective direct intervention for children with ADHD. *Child Neuropsychology*, 13(4), 382-388.
- Shimamura, A. P. (2000). Toward a cognitive neuroscience of meta-cognition. *Consciousness and Cognition*, 9, 313-323.
- Sohlberg, M.M. y Mateer, C.A. (1989). *Remediation of executive functions impairments. Introduction to cognitive rehabilitation*. New York: Guilford Press.
- Sohlberg, M. y Mateer, C. (2001). *Cognitive rehabilitation: an integrative neuropsychological approach: Introduction to cognitive rehabilitation*. Nueva York: The Guilford Press.
- Steiner, N. J., Sheldrick, R. C., Gotthelf, D., & Perrin, E. C. (2011). Computer-based attention training in the schools for children with attention deficit/hyperactivity disorder: A preliminary trial. *Clinical Pediatrics*, 50(7), 615-622.
- Tárraga, L., Boada, M., Modinos, G., Espinosa, A., Diego, S., Morera, A., Guitart, M., Balcells, J., López, O. L. & Becker, J. T. (2006). A randomised pilot study to assess the efficacy of an interactive, multimedia tool of cognitive stimulation in Alzheimer's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 77(10), 1116-1121.
- Tirapu-Ustárroz, J., Luna-Lario, P., Hernández-Goñi, P. y García-Suescun, I. (2011). Relación entre la sustancia blanca y las funciones cognitivas. *Revista de Neurología*, 52, 725-742.
- Tirapu-Ustárroz, J., Muñoz-Céspedes, J.M. y Pelegrín-Valero, C. (2002). Funciones ejecutivas: necesidad de una integración conceptual. *Revista de Neurología*, 34(7), 673-685.

- Tirapu-Ustárrroz, J., Muñoz-Céspedes, J.M., Pelegrín-Valero, C. y Albéniz-Ferreras, A. (2005). Propuesta de un protocolo para la evaluación de las funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, 41(3), 177-186.
- Uneyama, H., Kawai, M., Sekine-Hayawaka, Y. y Torii, K. (2009). Contribution of umami taste substances in human salivation during meal. *The Journal of Medical Investigation*, 56, 197-204.
- Vanotti, S. (2008). Evaluación Neuropsicológica en pacientes con Esclerosis Múltiple. *Revista Argentina de Neuropsicología*, 12, 13-21.
- Vázquez-Marrufo, M., Benítez, M. L., Rodríguez-Gómez, G., Galvao-Carmona, A., Fernández-Del Olmo, A. y Vaquero-Casares, E. (2011). Afectación de las redes neurales atencionales durante el envejecimiento saludable. *Revista de Neurología*, 52, 20-26.
- Weschler, D. (2005). *Escala de inteligencia de Weschler para niños (WISC-IV)*. Madrid: TEA Ediciones.
- Soudry, Y., Lemogne, C., Malinvaud, D., Consoli, S.M., y Bonfils, P. (2011). Olfactory system and emotion: common substrates. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*, 128(1):18-23
- Valenzuela, M., & Sachdev, P. (2009). Can cognitive exercise prevent the onset of dementia? Systematic review of randomized clinical trials with longitudinal follow-up. *American Journal of Geriatric Psychiatry*, 17(3), 179.
- Westervelt, H.J., Somerville, J. y Tremont, G. (2005). Assessing olfaction in the neuropsychological exam: the relationship between odor identification and cognition in older adults. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 20(6):761-769

Capítulo II

- Alfredsson, L., Karasek, R., & Theorell, T. (1982). Myocardial infarction risk and psychosocial work environment: an analysis of the male Swedish working force. *Social Science & Medicine*, 16(4), 463-467.
- Banquet, J (1973) Spectral analysis of the EEG in meditation, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 35(2) 143–151
- Begley, S. (2008) *Entrena tu mente, cambia tu cerebro*. Bogotá: grupo editorial Norma.
- Bitá, M. (2002) Stress activation of glutamate neurotransmission in the prefrontal cortex: Implications for dopamine-associated psychiatric disorders. *Biological Psychiatry*, 51 (10) 775-787.
- Blumenthal, J. A., Babyak, M., Wei, J., O'Connor, C., Waugh, R., Eisenstein, E., Mark, D. Sherwood, A. Woodley, P.S., Irwin, R. J. y Reed, G. (2002). Usefulness of psychosocial treatment of mental stress-induced myocardial ischemia in men. *The American Journal of Cardiology*, 89(2), 164-168.
- Bremner, J. D. (2006) Stress and Brain Atrophy. *CNS NeurolDisord Drug Targets*, 5(5) 503-512.
- Britton, W. (2007) *Meditation and Depression* (Tesis doctoral)
- Buckelew, S. P., Conway, R., Parker, J., Deuser, W. E., Read, J., Witty, T. E., Hewett, J. E. Minor, M., Johnson, J. C. Van Male, L. McIntosh, M. J., Nigh, M. y Kay, D. R. (2005). Biofeedback/relaxation training and exercise interventions for fibromyalgia: a prospective trial. *Arthritis & Rheumatism*, 11(3), 196-209.
- Calvillo, M. E. N. (2006). Tratamiento cognitivo conductual de la migraña en el adulto. *Actualidades en Psicología*, 20(107), 1-21.

- Campos, M. (2007) La relación psiconeural en el estrés o de las neuronas a la cognición social: una revisión empírica. *Instituto de investigaciones Psicológicas*, 10(1) 125-143
- Carmona, D., & Grzib Scklosky, G. (1991). Revisión de las investigaciones de la auto-percepción de la actividad cardíaca. *Revista de psicología general y aplicada: Revista de la Federación Española de Asociaciones de Psicología*, 44(1), 39-47.
- Catley, D., Kaell, A. T., Kirschbaum, C. y Stone, A. A. (2000). A naturalistic evaluation of cortisol secretion in persons with fibromyalgia and rheumatoid arthritis. *Arthritis & Rheumatism*, 13(1), 51-61.
- Chandola, T., Britton, A., Brunner, E., Hemingway, H., Malik, M., Kumari, M., Badrick, E., Kivimaki, M. y Marmot, M. (2008). Work stress and coronary heart disease: what are the mechanisms? *European Heart Journal*, 29(5), 640-648.
- Cobb, S. y Rose, R. M. (1973). Hypertension, peptic ulcer, and diabetes in air traffic controllers. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 224(4), 489-492.
- Collet, L., Cottraux, J., y Juenet, C. (1986). GSR feedback and Schultz relaxation in tension headaches: a comparative study. *Pain*, 25(2), 205-213.
- Conde, M. y Menéndez, F. J. (2002) Revisión sobre las técnicas de biofeedback y sus aplicaciones. *Acción Psicológica*, 1(2) 165-181.
- Contrada, R. J. y Baum, A. (2010) *The Handbook of Stress Science: Biology, Psychology, and Health*. New York: Springer Publishing Company.
- Creswell, J. D., Myers, H. F., Cole, S. W. y Irwin, M. R. (2009). Mindfulness meditation training effects on CD4+ T lymphocytes in HIV-1 infected adults: A small randomized controlled trial. *Brain, Behavior, and Immunity*, 23(2), 184.
- Davidson, R. J., Kabat-Zinn, J., Schumacher, J., Rosenkranz, M., Muller, D., Santorelli, S. F., Urbanowski, F., Harrington, A., Bonus, K. y Sheridan, J. F. (2003). Alterations in brain and immune

- function produced by mindfulness meditation. *Psychosomatic Medicine*, 65(4), 564-570.
- Dierssen, M., & Ferrús, A. (2007). *Viaje al universo neuronal: Unidad didáctica*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).
- Duffy, F. H. (2000). The state of EEG biofeedback therapy (EEG operant conditioning) in 2000: an editor's opinion. *Clinical EEG (Electroencephalography)*, 31(1), V.
- Eilam, R., Malach, R., Bergmann, F., & Segal, M. (1991). Hypertension induced by hypothalamic transplantation from genetically hypertensive to normotensive rats. *The Journal of Neuroscience*, 11(2), 401-411.
- Elzinga, B., Schamhl, C., Vermetten, E. (2007) Structural and functional plasticity of the human brain in posttraumatic stress disorder. *Progress in Brain Research*, 167 (1) 171-186.
- Epel, E. S., Blackburn, E. H., Lin, J., Dhabhar, F. S., Adler, N. E., Morrow, J.D., Cawthon, R.M. (2004) Accelerated telomere shortening in response of life stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101 (49) 17312- 17315.
- Fernández-Abascal, E. G., Martín Díaz, M. D., & Domínguez Sánchez, F. J. (2003). Factores de riesgo e intervenciones psicológicas eficaces en los trastornos cardiovasculares. *Psicothema*, 15(4), 615-630.
- Gatchel, R. J., & Proctor, J. D. (1976). Effectiveness of voluntary heart rate control in reducing speech anxiety. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 44(3), 381.
- González A. y Amigo, I. (2000) Efectos inmediatos del entrenamiento en relajación muscular progresiva sobre índices cardiovasculares. *Psicothema*, 12 (1) 25-32.
- Hammond, D.C. (2005) Neurofeedback with anxiety and affective disorders. *Elsevier Saunders*, 14 (1) 105-123.
- Hammond, D. C. (2009). Comprehensive neurofeedback bibliography. *Biofeedback & Self-Regulation*, 20 (3), 309-310.

- Hassett, A. L. y Gevirtz, R. N. (2009). Nonpharmacologic treatment for fibromyalgia: patient education, cognitive-behavioral therapy, relaxation techniques, and complementary and alternative medicine. *Rheumatic Diseases Clinics of North America*, 35(2), 393.
- Heraz, A. y Frasson, C. (2007) Predicting the three major dimensions of the learner's emotions from brainwaves. *Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology*, 25, 323-329
- Holm, J. E., Lokken, C. y Myers, T. C. (2002). Migraine and stress: a daily examination of temporal relationships in women migraineurs. *Headache: The Journal of Head and Face Pain*, 37(9), 553-558.
- Huang, T.L. y Charyton, C. (2008) A comprehensive review of the psychological effects of brainwave entrainment. *Alternative Therapies in Health and Medicine*, 14(5), 38-50.
- Jacobs, G. D. (2001) Clinical applications of the relaxation response and mind-body interventions. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 7 (1) 93-101.
- Jensen, T. S., Genefke, I. K., Hyldebrandt, N., Pedersen, H., Petersen, H. D. y Weile, B. (1982). Cerebral atrophy in young torture victims. *The New England Journal of Medicine*, 307(21), 1341.
- Joseph-Bravo, P. y De Gortari, P. (2007). El estrés y sus efectos en el metabolismo y el aprendizaje. *Biotecnología*, 14, 65-76.
- Karasek, R., Baker, D., Marxer, F., Ahlbom, A., & Theorell, T. (1981). Job decision latitude, job demands, and cardiovascular disease: a prospective study of Swedish men. *American Journal of Public Health*, 71(7), 694-705.
- Kayiran, S., Dursun, E., Ermutlu, N., Dursun, N., & Karamürsel, S. (2007). Neurofeedback in fibromyalgia syndrome. *Ağrı: Ağrı (Algoloji) Derneği'nin Yayın organıdır= The Journal of the Turkish Society of Algology*, 19(3), 47.

- Kiecolt-Glaser, J. K., Glaser, R., Shuttleworth, E. C., Dyer, C. S., Ogrocki, P. y Speicher, C. E. (1987). Chronic stress and immunity in family caregivers of Alzheimer's disease victims. *Psychosomatic Medicine*, 49(5), 523-535.
- Kroner, B. (1982). Biofeedback as an intervention procedure for chronic headaches. *Zeitschrift fur Experimentelle und Angewandte Psychologie*, 29(2), 264-289.
- López Espino, M. y Mingote Adán, J. C. (2008). Fibromialgia. *Clínica y Salud*, 19(3), 343-358.
- Luders, E., Kurth, F., Mayer, E. A., Toga, A. W., Narr, K. L., & Gaser, C. (2012). The unique brain anatomy of meditation practitioners: alterations in cortical gyrification. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6.
- Luders, E., Toga, A. W., Lepore, N., & Gaser, C. (2009) The underlying anatomical correlates of long-term meditation: larger hippocampal and frontal volumes of gray matter. *Neuroimage*, 45(3), 672-678.
- Manuck, S. B., Kaplan, J. R., & Clarkson, T. B. (1983). Behaviorally induced heart rate reactivity and atherosclerosis in cynomolgus monkeys. *Psychosomatic Medicine*, 45(2), 95-108.
- McEwen, B. S. y Magarinos, A. M. (2001). Stress and hippocampal plasticity: implications for the pathophysiology of affective disorders. *Human Psychopharmacology: Clinical and Experimental*, 16(S1), S7-S19.
- Menzies, V., y Kim, S. (2008). Relaxation and guided imagery in Hispanic persons diagnosed with fibromyalgia: a pilot study. *Family & Community health*, 31(3), 204-212.
- Miller, J. J., Fletcher, K., & Kabat-Zinn, J. (1995). Three-year follow-up and clinical implications of a mindfulness meditation-based stress reduction intervention in the treatment of anxiety disorders. *General Hospital Psychiatry*, 17(3), 192-200.

- Nogareda, S. (1994). Fisiología del estrés. *Barcelona: Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.*
- Murphy, M., Donovan, S. y Taylor, E. (1997) The Physical and Psychological Effects of Meditation: a review of contemporary research. *Institute of Noetic Sciences*, 1-20.
- Niedhammer, I., Goldberg, M., Leclerc, A., David, S., Bugel, I., y Landre, M. F. (1998) Psychosocial work environment and cardiovascular risk factors in an occupational cohort in France. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 52(2), 93-100.
- Ojeda, B., Salazar, A., Dueñas, M. y Failde, I. (2011). El deterioro cognitivo: un factor a tener en cuenta en la evaluación e intervención de pacientes con dolor crónico. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, 18(5), 291-296.
- Ornish, D. (1990) Can Lifestyle Changes Reverse Coronary Heart Disease? The lifestyle Heart Trial. *The Lancet*, 336, 129-133.
- Ornish, D. (2008) Increased telomerase activity and comprehensive lifestyle changes: a pilot study. *The Lancet*, 9, 1048-1057.
- Pani, L., Porcella, A., y Gessa, G. L. (2000) The role of stress in the pathophysiology of the dopaminergic system. *Molecular Psychiatry*, 5(1), 14.
- Sarnoch, H., Adler, F. y Scholz, O. B. (1997). Relevance of muscular sensitivity, muscular activity, and cognitive variables for pain reduction associated with EMG biofeedback in fibromyalgia. *Perceptual and Motor Skills*, 84(3), 1043-1050.
- Schleifer, S. J., Keller, S. E., Camerino, M., Thornton, J. C. y Stein, M. (1983). Suppression of lymphocyte stimulation following bereavement. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 250(3), 374-377.
- Selye, H. y Tuchweber, B. (1976). Stress in relation to aging and disease. En Everitt, A. y Burgess, J. (Eds.) *Hypothalamus, Pituitary and Aging*. Springfield, IL: C. C. Thomas, 557-573.

- Seo, S. y Lee, J. (2012) Stress and EEG. *Convergence and Hybrid Information Technologies*, 27, 413-426
- Sherman, R. A., & Hermann, C. (2006). Clinical Efficacy of Psychophysiological Assessments and Biofeedback. *Interventions for Chronic Pain Disorders other than Head Area Pain*. [Versión electrónica]. Recuperado el 30 de Enero de 2012 de: <http://biofeedbackclinic.net/PDFs/OtherInformation/ReviewOfBFForPain.pdf>
- Stroebel, C. F., and Glueck, B. C. (1973). Biofeedback treatment in medicine and psychiatry: an ultimate placebo? En *Biofeedback: Behavioral Medicine*. Birk, L.: New York: Grune & Stratton.
- Theorell, T., Alfredsson, L., Knox, S., Perski, A., Svensson, J., & Waller, D. (1984). On the interplay between socioeconomic factors, personality and work environment in the pathogenesis of cardiovascular disease. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 10(6), 373-380.
- Theorell, T. y Karasek, R. A. (1996) Current issues relating to psychosocial job strain and cardiovascular disease research. *Journal of Occupational Health Psychology*, 1(1), 9-26.
- Tsiqos, C. y Chrousos, G. P. (2002) Hypothalamic–pituitary–adrenal axis, neuroendocrine factors and stress. *Journal of Psychosomatic Research*, 53 (4) 865-871.
- Ugarte, J. I. C. e Ignacio, J. (2010) El arte de la relajación: bases funcionales de la relajación mediante respiración manejada a voluntad. *Avances en Salud Mental Relacional*, 9 (1) 1-14.
- Van der Klink, J. J., Blonk, R. W., Schene, A. H., y Van Dijk, F. J. (2001) The benefits of interventions for work-related stress. *American Journal of Public Health*, 91(2), 270.

- Van Hook, E. (1998). Non-pharmacological treatment of headaches--why?. *Clinical Neuroscience (New York, NY)*, 5(1), 43.
- Wacogne, C., Lacoste, J. P., Guillibert, E., Hugues, F. C., y Le Junne, C. (2003). Stress, anxiety, depression and migraine. *Cephalalgia*, 23(6), 451-455.
- Wood, P. B. (2004) Stress and dopamine: implications for the pathophysiology of chronic widespread pain. *Medical Hypotheses*, 62(3), 420-424.
- Yucha, C., y Gilbert, C. (2004). Evidence-based practice in biofeedback and neurotherapy. *Wheat Ridge (CO): Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback*.

Capítulo III

- Alpert, J. E., Mischoulon, D., Nierenberg, A. A., Fava, M. (2000) Nutrition and depression: focus on folate. *Nutrition*, 16, 544-581.
- Arranz, L. I., Canela, M. A. y Rafecas, M. (2009) Fibromyalgia and nutrition, what do we know? *Rheumatology International*, 30 (11), 1417-1427.
- Aykroyd, W. R., y Doughty, J. (1964). *Las leguminosas en la nutrición humana*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Baumgaertel, A. (1999). Alternative and controversial treatments for attention-deficit/hyperactivity disorder. *Pediatric Clinics of North America*, 46(5), 977-992.
- Bazan, N. G. (2006). Neuroprotectin D1 (NPD1): A DHA-Derived Mediator that Protects Brain and Retina Against Cell Injury-Induced Oxidative Stress. *Brain Pathology*, 15(2), 159-166.
- Blomhoff, R., Carlsen, M. H., Andersen, L. F., y Jacobs, D. R. (2006). Health benefits of nuts: potential role of antioxidants. *British Journal of Nutrition*, 96(1), 52-60.

- Chalon, S., Vancassel, S., Zimmer, L., Guilloteau, D. y Durand, G. (2001) Polyunsaturated fatty acids and cerebral function: focus on monoaminergic neurotransmission. *Lipids*, 36(9), 937-944.
- Craft, S. (ED.). (2010) *Diabetes, insulin and alzheimer disease*. London: Springer.
- Deijen, J. B., Van der Beek, E. J., Orlebeke, J. F., y Van den Berg, H. (1992). Vitamin B-6 supplementation in elderly men: effects on mood, memory, performance and mental effort. *Psychopharmacology*, 109(4), 489-496.
- Diplock, A. T., Aggett, P. J., Ashwell, M., Bornet, F., Fern, E. B., y Roberfroid, M. B. (1999). Supplement-Scientific Concepts of Functional Foods in Europe: Consensus Document. *British Journal of Nutrition*, 81(4), 1.
- Ferrero López, M. I., y Botella Trelis, J. J. (2000). Alimentación y nutrición en la enfermedad de Alzheimer. *Nutrición Hospitalaria*, (6), 280-290.
- Frankel, E. N., German, J. B., Kinsella, J. E., Parks, E., y Kanner, J. (1993). Inhibition of oxidation of human low-density lipoprotein by phenolic substances in red wine. *The Lancet*, 341(8843), 454-457.
- Gil, A. (2010). *Tratado de Nutrición. Bases fisiológicas y bioquímicas de la nutrición (Tomo 1)*. Madrid: Editorial Panamericana.
- Gil, A (2010). *Tratado de Nutrición. Composición y Calidad nutritiva de los alimentos. (Tomo 2)*. Madrid: Editorial Panamericana
- Guía de aspectos psicológicos en Fibromialgia. *Asociación de fibromialgia de la comunidad de Madrid* [Versión electrónica]. Recuperado el 11 de febrero de 2012 de <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-doc/guia.pdf>
- Hasler, G., van der Veen, J. W., Tuminis, T., Meyers, N., Shen, J., y Drevets, W. C. (2007). Reduced prefrontal glutamate/glutamine and {gamma}-aminobutyric acid levels in major depression determined using proton magnetic reso-

- nance spectroscopy. *Archives of General Psychiatry*, 64(2), 193.
- Hidalgo, F. J. (2012). Fibromialgia. Un trastorno de estrés oxidativo. *Revista de la Sociedad Española de Dolor*, 19(2), 95-100
- Innis, S. M. (2003). Perinatal biochemistry and physiology of long-chain polyunsaturated fatty acids. *The Journal of Pediatrics*, 143(4), 1-8.
- Kalmijn, S., Van Boxtel, M. P. J., Ocke, M., Verschuren, W. M. M., Kromhout, D., & Launer, L. J. (2004). Dietary intake of fatty acids and fish in relation to cognitive performance at middle age. *Neurology*, 62(2), 275-280.
- Kawakita, E., Hashimoto, M., y Shido, O. (2006). Docosahexaenoic acid promotes neurogenesis in vitro and in vivo. *Neuroscience*, 139(3), 991-997.
- Kondo, K., Matsumoto, A., Kurata, H., Tanahashi, H., Koda, H., Amachi, T., e Itakura, H. (1994). Inhibition of oxidation of low-density lipoprotein with red wine. *The Lancet*, 344(8930), 1152.
- Larqu, E., Pérez-Llama, F., Zamora, S. y Gil, A. (2005) Biochemical and physiological effects of dietary trans fatty acids. En: Landow, M. V. (Ed.) *Trends in dietary fats research*. New York: Nova Biomedical Books.
- Leklem, J. E. (1999) Vitamin B6. En Shils, M., Olson, J.A., Shike, M. y Ross, A.C. (Eds.) *Modern Nutrition in Health and Disease*. 9th ed. Baltimore: Williams y Wilkins. Pp: 413-422.
- Letenneur, L., Proust-Lima, C., Le Gouge, A., Dartigues, J. F., y Barberger-Gateau, P. (2007). Flavonoid intake and cognitive decline over a 10-year period. *American Journal of Epidemiology*, 165(12), 1364-1371.
- Lieberman, H. R. (2003). Nutrition, brain function and cognitive performance. *Appetite*, 40(3), 245-254.
- Limón, D., Díaz, A., Mendieta, L., Luna, F., Zenteno, E., y Guevara, J. (2010). Los flavonoides: mecanismo de acción, neuroprotección y efectos farmacológicos. *Mensaje Bioquímico*, 34

- Marcos Plasencia, L. M., y Padrón Sánchez, A. (2011). Protocolo para la alimentación-nutrición en la atención integral al paciente con enfermedad de Parkinson. *Medisur*, 9(3), 1-16.
- Marszalek, J. R., Kitidis, C., Dararutana, A., y Lodish, H. F. (2004). Acyl-CoA synthetase 2 overexpression enhances fatty acid internalization and neurite outgrowth. *Journal of Biological Chemistry*, 279(23), 23882-23891.
- Mataix, J. (2009). *Tabla de composición de alimentos*. Granada: Eug Méndez, R., Molina, E., Téna-Dávila, M.C. y Yagüe, A. (Guía para Familiares de Enfermos de Alzheimer. Área de gobierno de empleo y servicio a la ciudadanía. Área de Gobierno de Empleo y Servicios a la Ciudadanía. Dirección General de Mayores. Ayuntamiento de Madrid. [Versión electrónica]. Recuperado el 11 de febrero de 2012 de <http://lavozdelaexperiencia.es/wpcontent/themes/mayores/ome/documentos/Guia-para-familiares-de-enfermos-de-Alzheimer.pdf>
- Meydani, M. (2001). Antioxidants and cognitive function. *Nutrition Reviews*, 59(8), S75-S82.
- Niu, S. L., Mitchell, D. C., Lim, S. Y., Wen, Z. M., Kim, H. Y., Salem Jr, N., y Litman, B. J. (2004). Reduced G protein-coupled signaling efficiency in retinal rod outer segments in response to n-3 fatty acid deficiency. *Journal of Biological Chemistry*, 279(30), 31098-31104.
- Orgogozo, J. M., Dartigues, J. F., Lafont, S., Letenneur, L., Commenges, D., Salamon, R., y Breteler, M. B. (1997). Wine consumption and dementia in the elderly: a prospective community study in the Bordeaux area. *Revue Neurologique*, 153(3), 185.
- Pérez, C. (2003). *Los alimentos y el sueño*. Barcelona: Masson
- Rodríguez-Santos, F., Aranceta J. y Serra L. (2008). *Psicología y Nutrición*. Barcelona: Elsevier Masson.

- Ruiz-Capillas, C. y Jiménez-Colmenero, F. (2010). Aminas biógenas: Importancia Toxicológica. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición (ICTAN). *Electronic Journal of Biomedicine*, 3, 58-60.
- Sakamoto, T., Cansev, M., y Wurtman, R. J. (2007). Oral supplementation with docosahexaenoic acid and uridine-5'-monophosphate increases dendritic spine density in adult gerbil hippocampus. *Brain Research*, 1182, 50-59.
- Scarmeas, N., Stern, Y., Tang, M. X., Mayeux, R. y Luchsinger, J. A. (2006). Mediterranean diet and risk for Alzheimer's disease. *Annals of Neurology*, 59(6), 912-921.
- Serrano, M., Cervera, P., López, C., Ribera, J. M. y Sastre, A. (2010). *Guía de alimentación para personas mayores*. Madrid: Ergón.
- Seshadri, S., Beiser, A., Selhub, J., Jacques, P. F., Rosenberg, I. H., D'Agostino, R. B., ... y Wolf, P. A. (2002). Plasma homocysteine as a risk factor for dementia and Alzheimer's disease. *New England Journal of Medicine*, 346(7), 476-483..
- Shalaby, A. R. (1996). Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Research International*, 29(7), 675-690.
- Swank, R. L. (1991). Multiple sclerosis: fat-oil relationship. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 7(5), 368.
- Thomson, A. D., y Marshall, E. J. (2006). The treatment of patients at risk of developing Wernicke's encephalopathy in the community. *Alcohol and Alcoholism*, 41(2), 159-167.
- Tola, M. R., Granieri, E., Malagu, S., Caniatti, L., Casetta, I., Govoni, V., Paolino, E., Monetti, V. Canducci, E. y Panatta, G. B. (1994). Dietary habits and multiple sclerosis. A retrospective study in Ferrara, Italy. *Acta Neurologica (Napoli)*, 16(4), 189-189.
- Trumbo, P., Schlicker, S., Yates, A. A., y Poos, M. (2002). Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. *Journal of the American Dietetic Association*, 102(11), 1621.

- Valenzuela, B. R., Bascuñan, G. K., y Valenzuela, B. A. (2008). Ácido docosahexaenoico (DHA): una perspectiva nutricional para la prevención de la enfermedad de Alzheimer. *Revista Chilena de Nutrición*, 35, 250-260.
- Weir, D. G., y Molloy, A. M. (2000). Microvascular disease and dementia in the elderly: are they related to hyperhomocysteinemia? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 71(4), 859-860.
- Welbourne, T. C. (1995). Increased plasma bicarbonate and growth hormone after an oral glutamine load. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 61(5), 1058-1061.

Capítulo IV

- Adlard, P. A. y Cotman, C. W. (2004). Voluntary exercise protects against stress-induced decreases in brain-derived neurotrophic factor protein expression. *Neuroscience*, 124(4), 985-992.
- Adlard, P., Perreau, V. y Cotman, C. (2005). Voluntary exercise decreases Amyloid load in a transgenic model of Alzheimer disease. *The Journal of Neuroscience*, 25(19), 4217-4221
- Aimone, J. B., Deng, W., y Gage, F. H. (2010). Adult neurogenesis: integrating theories and separating functions. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(7), 325-337.
- Ayán, C. (2009). Prescripción de ejercicio en el tratamiento de deshabitación del tabaco. *Archivos de Bronconeumología*, 45, 556-60.
- Babyak, M., Blumenthal, J. A., Herman, S., Khatri, P., Doraiswamy, M., Moore, K., Craighead W. E., Baldewicz, T. T. y Krishnan, K. R. (2000). Exercise treatment for major depression: maintenance of therapeutic benefit at 10 months. *Psychosomatic Medicine*, 62(5), 633-638.

- Bailey, C. y Kandel, E. (2008). Synaptic remodeling, synaptic growth and the storage of long-term memory in *Aplysia*. *Progress in Brain Research*, 169,179-98.
- Baranowski, T., Bar-Or, O., Blair, S., Corbin, C., Dowda, M., Freedson, R., ... y Ward, D. (1997). Guidelines for school and community programs to promote lifelong physical activity among young people. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 50, 1-36.
- Beatty, W. y Monson, N. (1996). Problem solving by patients with multiple sclerosis: comparison of performance on the Wisconsin and California Card Sorting Tests. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 2(2), 134-140
- Benedict, R., Wahlig, E., Bakshi, R., Fishman, I., Munschauer, F., Zivadinov, R., y Weinstock-Guttman, B. (2005). Predicting quality of life in multiple sclerosis: Accounting for physical disability, fatigue, cognition, mood disorder, personality and behavior change. *Journal of the Neurological Sciences*, 231, 29-34.
- Bennett, R., Burckhardt, C., Clark, S., O'Reilly, C., Wiens, A. y Campbell, S. (1996). Group treatment of fibromyalgia: a 6 month outpatient program. *Journal of Rheumatology*, 23, 521-528.
- Bennett, R., Cook, D., Clark, S., Buckhardt, C. y Campbell, S. (1997). Hypothalamic-pituitary insulin-like growth factor-I axis dysfunction in patients with fibromyalgia. *Journal of Rheumatology*, 24, 1384-1389.
- Bobholz, J. y Rao, S. (2003). Cognitive dysfunction in multiple sclerosis: A review of recent developments. *Current Opinion in Neurology*, 16, 283-288.
- Bouras, C., Hof, P. R., Giannakopoulos, P., Michel, J. P. y Morrison, J. H. (1994). Regional distribution of neurofibrillary tangles and senile plaques in the cerebral cortex of elderly patients: a quantitative evaluation of a one-year autopsy population from a geriatric hospital. *Cerebral Cortex*, 4(2), 138-150.
- BrainWork (2002) *The Neuroscience Newsletter*, 12(1)

- Burckardt, C., Mannerkorpi, K., Hedenberg, L. y Bjelle, A. (1994). A randomized, controlled clinical trial of education and physical training for women with fibromyalgia. *Journal of Rheumatology*, 21, 714-720.
- Busch, A., Barber, K., Overend, T., Peloso, P. y Schachter, C. (2008). Ejercicio para el tratamiento del síndrome de fibromialgia (Revisión Cochrane traducida). En: La *Biblioteca Cochrane Plus*, 2. Oxford: Update Software Ltd. Disponible en: <http://www.update-software.com> (Traducida de The Cochrane Library 2009 Issue 2, Chichester, Uk: John Wiley y Sons, Ltd.).
- Castelli, D., Hillman, c., Buck, S y Erwin, H. (2007) Physical fitness and academic achievement in third-and fifth-grade students. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29(2), 239-252.
- Cenarruzabeitia, J. J., Martínez, J. A., & Martínez-González, M. A. (2003). Beneficios de la actividad física y riesgos del sedentarismo. *Medicina Clínica (Barc)*, 121(17), 665-6 72.
- Chiaravalloti, N., y DeLuca, J. (2008). Cognitive impairment in multiple sclerosis. *Lancet Neurology*, 7, 1139-1151.
- Comella, C., Stebbins, G., Brown-Toms, N. y Goetz, C. (1994). Physical therapy and Parkinson's disease: a controlled clinical trial. *Neurology*, 44, 376-378.
- De Vries, H.A. (1987). Tension reduction with exercise. En: Morgan, W.P y Goldston, S.E (Eds) *Exercise and mental Health*. Washington, DC: Hemisphere. Pp. 99-104.
- Dustman, R. E., Emmerson, R., y Shearer, D. (1994). Physical activity, age, and cognitive-neuropsychological function. *Journal of Aging and Physical Activity*, 2(2), 143-181.
- Dustman, R. E., Ruhling, R. O., Russell, E. M., Shearer, D. E., Bonekat, H. W., Shigeoka, J. W., Wood, J. S. y Bradford, D. C. (1984). Aerobic exercise training and improved neuropsychological function of older individuals. *Neurobiology of Aging*, 5(1), 35-42.

- Dwyer, T., Blizzard, L., & Dean, K. (1996). Physical activity and performance in children. *Nutrition Reviews*, 54(4), S27-S31.
- Federación Española de Medicina del Deporte (FEMEDE) (2008) La utilidad de la actividad física y de los hábitos adecuados de nutrición como medio de prevención de la obesidad en niños y adolescentes. *Archivos de Medicina del Deporte*, 127, 333-353
- Flynn, M. Q., Mitchell, J. B. y Goldfarb, A. H. (1985). Serum beta-endorphin at two different exercise intensities and the relationship to depression. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 17(2), 281.
- Friedlander, W. (1981) The effect of physical exercise on brain physiology and chemistry. En Fuenning, S., Rose, K., Strider, F. y Sime, W. (Eds). *Physical fitness and Mental Health*. Lincoln, EN: University of Nebraska Foundation.
- González, R. (1998). *El extraño caso de la mielina perdida (la esclerosis múltiple descifrada)*. Granada: Grupo Editorial Universitario.
- Greenough, W. T. (1975). Experiential Modification of the Developing Brain: The environment and the organism's interactions with it may play an important part in the formation of synapses between nerve cells in the brain. *American Scientist*, 63(1), 37-46.
- Greenough, W., Klintsova, A., Dickson, E. y Yoshida, R. (2004). Altered expression of BDNF and its high-affinity receptor TrkB in response to complex motor learning and moderate exercise. *Brain Research*, 1028(1), 92-104.
- Gruber, J. (1986). Physical activity and self-esteem development in children: A meta-analysis. *American Academy of Physical Education Papers*, 19, 30-48.
- Harada, T., Okagawa, S., y Kubota, K. (2004). Jogging improved performance of a behavioral branching task: Implications for prefrontal activation. *Neuroscience Research*, 49(3), 325-337.

- Häuser, W., Klose, P., Langhorst, J., Moradi, B., Steinbach, M., Schiltenswolf, M., y Busch, A. (2010). Research article Efficacy of different types of aerobic exercise in fibromyalgia syndrome: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Arthritis Research & Therapy*, 12, R79
- Hernández, J. y Velázquez, R. (2007). *La educación física, los estilos de vida y los adolescentes: cómo son, cómo se ven, qué saben y qué opinan. Estudios de la población escolar y propuestas de actuación*. Barcelona: Grao.
- Heyn P., Abreau B., Ottembacher K. (2004). The effect of exercise training on elderly persons with cognitive impairment and dementia: a Meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85, 1694- 1702.
- Hillman, C., Buck, S., Themanson, J., Pontifex, M. y Castelli, D. (2009). Aerobic fitness and cognitive development: Event-related brain potential and task performance indices of executive control in preadolescent children. *Developmental Psychology*, 45 (1), 114-129.
- Holmes, D. S. (1993). Aerobic fitness and the response to psychological stress. En Seragarian, P. (Ed.), *Exercise psychology: The influence of physical exercise on psychological processes* (pp. 39-63). New York: Wiley.
- Hudson, J., Goldenberg, D., Pope, H. y Fitzgerald, O. (1992). Comorbidity of fibromyalgia with medical and psychiatric disorders. *American Journal of Medicine*, 92, 2313-2318.
- Isaacs, K., Anderson, B., Alcantara, A., Black, J. y Greenough, W. (1992). Exercise and the brain: angiogenesis in the adult rat cerebellum after vigorous physical activity and motor skill learning. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, 12(3): 533.
- Jacobsen, S. y Bredkjaer, S. (1992). The prevalence of fibromialgia and widespread chronic musculoskeletal pain in the general population. *Scandinavian Journal of Rheumatology*, 21, 261-262.

- Jones, K., Adams, D., Winters-Stone, K. y Burckhardt, C. (2006) A comprehensive review of 46 exercise treatment studies in fibromyalgia (1988-2005). *Health and Quality of Life Outcomes*, 25, 67.
- Kalmar, J., Gaudino, E., Moore, N., Halper, J. y Deluca, J. (2008). The relationship between cognitive deficits and everyday functional activities in multiple sclerosis. *Neuropsychology*, 22, 442-449.
- Kandel, E. (2007). *En busca de la memoria. El nacimiento de una nueva ciencia de la mente*. Madrid: Katz.
- Ke, Z., Yip, S. P., Li, L., Zheng, X. X., Tam, W. K. y Tong, K. Y. (2011, August). The effects of voluntary, involuntary, and forced exercises on motor recovery in a stroke rat model. In *Engineering in Medicine and Biology Society, EMBC, 2011 Annual International Conference of the IEEE* (pp. 8223-8226). IEEE.
- Kerner, M., Kurrant, A. y Kalinski, M. (2001). Leisure-time Internet use does not correlate with physical activity or physical fitness level of ninth grade african-american girls. *Pediatric Exercise Science*, 13, 402-412.
- Kirkendall, D. R. (1986). Effects of physical activity on intellectual development and academic performance. *Academy Papers*, 49-63.
- Klug, G., McAuley, E. y Clark, S. (1989). Factors influencing the development and maintenance of aerobic fitness: lessons applicable to the fibrositis syndrome. *Journal of Rheumatology*, Suppl 19, 30-39.
- Koçak, S., Harris, M., Isler, A. y Çiçek, S. (2002). Physical activity level, sport participation and parental education level in Turkish Junior High School students. *Pediatric Exercise Science*, 14(2), 147-154.
- Krech, D., Rosenzweig, M. y Bennett, E. (1962). Relations between brain chemistry and problem-solving among rats raised in en-

- riched and impoverished environments. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 55, 801-807.
- Kuroda, K., Tatara, K., Takatorige, T. y Shinsho, F. (1992). Effect of physical exercise on mortality in patients with Parkinson's disease. *Acta Neurologica Scandinavica*, 86(1), 55-59.
- Leasure, J. y Jones, M. (2008). Forced and voluntary exercise differentially affect brain and behavior. *Neuroscience*, 156(3): 456-65.
- Long, B. y Stavel, R (1995). Effects of exercise training on anxiety: A meta-analysis. *Journal of Applied Sport Psychology*, 7, 167-189.
- López-Pousa, S. (1999). Epidemiología de las demencias. En Alberca, R. y López-Pousa, S. *Enfermedad de Alzheimer y otras demencias* (pp. 137-148). Madrid: Ed. Médica Panamericana.
- Mannerkorpi, K., Ahlmén, M. y Ekdahl, C. (2002). Six-and 24-month follow-up of pool exercise therapy and education for patients with fibromyalgia. *Scandinavia Journal of Rheumatology*, 31(5), 306-310
- Mannerkorpi, K. y Henriksson, C. (2007). Non-pharmacological treatment of chronic widespread musculoskeletal pain. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 21(3), 513-534.
- Mannerkorpi, K., Nyberg, B., Ahlmén, M. y Ekdahl, C. (2000). Pool exercise combined with an education program for patients with fibromyalgia syndrome. A prospective, randomized study. *Journal of Rheumatology*, 27, 2473-2481.
- Manonelles Marqueta, P., Alcaraz Martínez, J., Alvarez Medina, J., Jiménez Díaz, F., & Luengo Fernández, E. (2008). La utilidad de la actividad física y de los hábitos adecuados de nutrición como medio de prevención de la obesidad en niños y adolescentes. *Archivos de medicina del deporte: Revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, (127), 333-356.

- Martin, L., Nutting, A., Macintosh, B., Edworthy, S., Butterwick, D. y Cook, J. (1996) An exercise program in the treatment of fibromyalgia. *Journal of Rheumatology*, 23, 1050-1053.
- Mayford, M., Siegelbaum, S. A., & Kandel, E. R. (2012). Synapses and memory storage. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 4(6).
- McCain, G. A. (1986). Role of physical fitness training in the fibrositis/fibromyalgia syndrome. *The American Journal of Medicine*, 81(3), 73-77.
- Mccain, G., Bell, D., Mai, F. y Hallyday, P. (1988). A controlled study of the effects of a supervised cardiovascular fitness training program on the manifestations of primary fibromyalgia. *Arthritis & Rheumatism*, 3, 1135-1141.
- McNeal, R. (1990). Aquatic therapy for patients with rheumatic disease. *Rheumatic Disease Clinics of North America*, 16, 915-929.
- Mengshoel, A., Forseth, K., Haugen, M., Walle-hansen, R. y Forre, O. (1995). Multidisciplinary approach to fibromyalgia. A pilot study. *Clinical Rheumatology*, 14, 165-170.
- Regidor, E., y Gutiérrez, J. (2005). La salud de la población española en el contexto europeo y del Sistema Nacional de Salud. *Indicadores de Salud. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo*.
- Moioli, B. y Merayo, L. (2005). Efectos de la intervención psicológica en dolor y el estado emocional de personas con fibromialgia. *Revista de la Sociedad Española de Dolor*, 12, 476-484.
- Motl, R. W., Gappmaier, E., Nelson, K., y Benedict, R. H. (2011). Physical activity and cognitive function in multiple sclerosis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 33(5), 734.
- Motl, R. y Pilutti, L. (2012). The benefits of exercise training in multiple sclerosis. *Nature Reviews Neurology* doi: 10.1038/nrneuro.2012.136. [Epub ahead of print]

- Navarro, L. N., Requejo, M. G., Ruiz, M. T. P., Fernández, I. I., García, J. S. y García, G. M. (2002). Hidrocinesiterapia y fibromialgia. *Rehabilitación*, 36, 129-36.
- Neeck, G. y Riedel, W. (1994). Neuromediator and hormonal perturbations in fibromialgia síndrome: results of chronic stress? *Baillière's Clinical Rheumatology*, 8(4), 763-775.
- Neeper, S., Gomez, F., Choi, J. y Cotman, C. (1995). Exercise and brain neurotrophins. *Nature*, 373(6510), 109.
- Nishishinya, M., Rivera, J., Alegre, C. y Pereda, C. (2006). Revisión sistemática de las intervenciones no farmacológicas y alternativas en la fibromialgia. *Medicina Clínica (Barc)*, 127(8), 295-299.
- North, T. C., McCullagh, P. y Tran, Z. V. (1990). Effect of exercise on depression. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 18(1), 379.
- Okuda, J., Fujii, T., Yamadori, A., Kawoshima, K., Tsukiura, T., Fukatsu, R., Suzuki, K., Itoh, M. y Fukuda, H. (2000). Retention of words in long-term memory: a functional neuroanatomical study with PET. *Neuroreport*, 11(2), 323-328.
- Park, H., Kim, J., Sun Kim, H. y Park, C. (2012). Stem cell-based delivery of brain-derived neurotrophic factor gene in the rat retina. *Brain Research*, 1469, 10-23.
- Petajan, J., Gappmaier, E., White, A., Spencer, M., Mino, L. y Hicks, R. (1996). Impact of aerobic training on fitness and quality of life in multiple sclerosis. *Annals of Neurology*, 39, 432-441.
- Picano, E., Vano, E., Domenici, L., Bottai, M. y Thierry-Chef, I. (2012). Cancer and non-cancer brain and eye effects of chronic low-dose ionizing radiation exposure. *BMC Cancer*, 12 (1), 157.
- Piédrola, G. (2002) *Medicina preventiva y salud pública*. 10ª ed. Barcelona: Masson. Pág. 753.
- Prakash, R., Snook, E., Erickson, K., Colcombe, S., Voss, M. y Kramer, A. (2007). Cardiorespiratory fitness: A predictor of cortical plasticity in multiple sclerosis. *Neuroimage*, 34, 1238-1244.
- Prakash, R. S., Snook, E. M., Kramer, A. F., & Motl, R. W. (2010). Correlation of physical activity with perceived cognitive defi-

- cits in relapsing-remitting multiple sclerosis. *International Journal of MS Care*, 12(1), 1-4.
- Prakash, R., Snook, E., Molt, R. y Kramer, A. (2010b). Aerobic fitness is associated with gray matter volume ad white matter integrity in multiple sclerosis. *Brain Research*, 1341, 41-51.
- Rapp M.A. y Reischies, F. M. (2005). Attention and executive control predict Alzheimer disease in late life: results from the Berlin Aging Study (BASE). *American Journal of Geriatric Psychiatry*, 13(2), 134-141.
- Ratey, J. y Hagerman, E. (2009). *SPARK! How exercise will improve the Performance of Your Brain*. Londres: Quercus.
- Richards, S. y Scott, D. (2002). Prescribed exercise in people with fibromyalgia: parallel group randomized controlled trial. *BMJ*, 325(7357), 185.
- Rivera, J., Alegre, C., Nishishinya., M. y Pereda, C. (2006). Evidencias terapéuticas en fibromialgia. *Reumatología Clínica*, 2 Supl 1: S34-7.
- Rivera, J., Moratalla, C., Valdepeñas, F., García, Y., Osés, J., Ruiz, J., González, T., Carmona, L. y Vallejo, M. (2004). Long-term efficacy of therapy in patients with fibromialgia: a physical exercise-based program and a cognitive-behavioral approach. *Arthritis & Rheumatism*, 51, 184-192.
- Rolland Y., Rival L., Pillard F., Lafont C., Albarede J. y Vellas B. (2000) Feasibility of regular exercise for patients with moderate to severe Alzheimers disease. *The Journal of Nutrition Health and Aging*, 4(2), 109-113.
- Rooks, D. (2008). Talking to patients with fibromyalgia about physical activity and exercise. *Current Opinions in Rheumatology*, 20(2): 208-212.
- Rooks, D., Silverman, C. y Kantrowitz, F. (2002). The effects of progressive strength training and aerobic exercise on muscle strength and cardiovascular fitness in woman with fibromyalgia: a pilot study. *Arthritis Care & Research*, 47, 22-28.

- Russel, J., Michalek, J., Vipraio, G., Fletcher, E., Javors, M. y Bowden, C. (1992a). Platelet 3 H-imipramine uptake receptor density and serum serotonin levels in patients with fibromyalgia/fibrositis syndrome. *Journal of Rheumatology*, 19, 104-109.
- Russel, I., Vaeroy, H., Javors, M. y Nyberg, F. (1992b). Cerebrospinal fluid biogenic amine metabolites in fibromyalgia/fibrositis syndrome and rheumatoid arthritis. *Arthritis & Rheumatism*, 35, 550-556.
- Sallis, J. F. (2000). Age-related decline in physical activity: a synthesis of human and animal studies. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(9), 1598-1600.
- Sandroff, B. M., y Motl, R. W. (2012). Fitness and cognitive processing speed in persons with multiple sclerosis: A cross-sectional investigation. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 34(10), 1041-1052
- Santiago, O., Guardia, R., y Arbizu, T. (2006). Neuropsicología de los pacientes con esclerosis múltiple remitente recurrente con discapacidad leve. *Psicothema*, 18(1), 84-87.
- Scarmeas N., Zarahn E., Anderson KE., Habeck CG., Hilton J., Flynn J., Marder KA., Bell KL., Sackheim HA., Van Heertum RL., Moeller JR., Stern Y. (2003). Association of life activities with cerebral blood flow in Alzheimer disease: implications for the cognitive reserve hypothesis. *Archives of Neurology*, 60, 359-365
- Shephard, R. J. (1997). Curricular physical activity and academic performance. *Pediatric Exercise Science*, 9, 113-126.
- Sinyor D., Brown, T., Rostant, L. y Seraganian, P. (1982). The role of a physical fitness program in the treatment of alcoholism. *Journal of Studies on Alcohol and Drugs*, 43, 380-386.
- Sirard, J. R., y Pate, R. R. (2001). Physical activity assessment in children and adolescents. *Sports Medicine*, 31(6), 439-454.
- Sonstroem, R. (1997). Physical activity and self-esteem. En W.P. Morgan (Ed.), *Physical activity and mental health*. Washington, DC: hemisphere.

- Spaan, P.E., Raaijmakers, J.G., Jonker, C. (2003). Alzheimer's disease versus normal ageing: a review of the efficiency of clinical and experimental memory measures. *Journal of Clinical Experimental Neuropsychology*, 25(2), 216–233.
- Stokes, M. (2006). Fisioterapia en la rehabilitación neurológica. *Fisioterapia en la Rehabilitación Neurológica-8481748943-78*, 56.
- Tabert, M.H., Liu, X., Doty, R.L., Serby, M., Zamora, D., Pelton, G. H., Marder, .K, Albers, M. W., Stern, Y. y Devanand, D. P. (2005). A 10-item smell identification scale related to risk for Alzheimer's disease. *Annals of Neurology*, 58(1), 155–160.
- Tapia, R. (1999). Enfermedad de Parkinson. En Pasantes (Ed.) *Enfermedades neurodegenerativas, mecanismos celulares y moleculares*: México: Fondo de Cultura Económica. Cap. VIII.
- Tiraboschi, P., Hansen, L. A., Thal, L. J. y Corey-Bloom, J. (June 2004). The importance of neuritic plaques and tangles to the development and evolution of AD. *Neurology*, 62 (11), 1984–1989.
- Trejo, J., Carro, E., López-López, C. y Torres-Alemán, I. (2004). Role of serum insulin-like growth factor I in mammalian brain aging. *Growth Hormone & IGF Research*, 14 (Suppl. A): S39-S43.
- Van Praag, H., Kempermann, G. y Gage, F. (2000). Neural consequences of environmental enrichment. *Nature Reviews Neuroscience*, 1(3), 191-198.
- Van Praag, H., Shubert, T., Zaho, C. y Gage, F. (2005). Exercise enhances learning and hippocampal neurogenesis in aged mice. *Journal of Neuroscience*, 25(38), 8680-8685.
- Waldemar, G., Dubois, B., Emre, M., Georges, J., McKeith, I. G., Rossor, M., Scheltens, P., Tariska, P. y Winblad, B. (2007). Recommendations for the diagnosis and management of Alzheimer's disease and other disorders associated with dementia: EFNS guideline. *European Journal of Neurology*, 14(1):1–26
- Wenk, G. L. (2003). Neuropathologic changes in Alzheimer's disease. *Journal of Clinical Psychiatry*, 64, Suppl 9: 7–10.

- Wigers, S., Stiles, T. y Vogel, P. (1996). Effects of aerobic exercise versus stress management treatment in fibromialgia. *Scandinavian Journal of Rheumatology*, 25, 77-86.
- Winter, B., Breitenstein, C., Mooren, F., Voeler, K., Fobker, M., Lechtermann, A., Krueger, K., Fromme, A., Korsukewitz, C., Floel, A. y Knecht, S. (2007). High impact running improves learning. *Neurobiology of Learning and Memory*, 87(4), 597-609.
- Wiesel, T. y Hubel, D. (1963). Effects of visual deprivation on morphology and physiology of cells in the cat's lateral geniculate body. *Journal of Neurophysiology*, 26, 978-993.
- Williams, P. y Lord, S. R. (2008). Effects of group exercise on cognitive functioning and mood in older women. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 21(1), 45-52.
- Wolf, S., Coogler, C. y Xu, T. (1997). Exploring the basis for Tai chi cuan as a therapeutic exercise approach. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78, 886-992.
- Wolfe, F. (1989). Fibromyalgia: the clinical syndrome. *Rheumatic Diseases Clinics of North America*, 15(1), 1.
- Wolfe, S., Smythe, H., Yunus, M., Bennet, R., Bombardier, C. y Goldenberg, D. (1990). The American College of Rheumatology 1990 criteria for the classification of fibromyalgia: report of the multicenter criteria committee. *Arthritis & Rheumatism*, 33, 160-172.