

la familia como agente de salud



DOCUMENTACIÓN · Nº 50

El estrés en las mujeres

1 de febrero 2014

Natalia López Moratalla, licenciada en Ciencias Químicas, doctor en Ciencias Biológicas y catedrática de Bioquímica y Biología Molecular. Investigadora científica en el área de Biomedicina

1. Introducción

La mujer madura, y más aún la abuela o la bisabuela, es un lujo evolutivo. En ninguna de las especies la hembra es tan longeva ya que no permanece viva mucho después de reproducirse. La naturaleza no ha encontrado una razón para gastar recursos cuando ya no es productiva en lo que es su función: mantener la especie aportando sus crías, en la época adecuada y en el número adecuado, al recambio de las generaciones.

Por el contrario, la mujer tiene una vida activa y rica en la larga etapa posterior a la de la fertilidad. La vida para todo ser humano es tarea, proyectos, relaciones personales, etc. Es biografía y no sólo biología; la vida de cada persona está liberada del encierro en el presente propio del animal. Está liberada del encierro en el automatismo de unas pautas fijas por las que los animales tienen resuelto de qué alimentarse, cómo huir del ataque de sus depredadores, o cuando reproducirse.

Las tareas de la maternidad –al igual que para los hombres las de la paternidad- no acaban con traer los hijos al mundo.

A lo largo de la vida -llena de tareas, trabajo, relaciones sociales más o menos conflictivas- todas las personas, y especialmente las mujeres, sufren momentos de estrés y muchas padecen estrés crónico, que afecta negativamente al cuerpo y al cerebro.

La hormona del estrés, el cortisol materno puede afectar al desarrollo del feto, generándole mayor susceptibilidad a enfermedades cardiovasculares, alteraciones metabólicas y desórdenes afectivos. La importancia de la gestación ha propiciado que el proceso biológico natural del embarazo reduzca el estrés en la mujer.

De esta forma, el posible impacto negativo sobre el feto se amortigua porque los cambios neuroendocrinos del embarazo impiden la liberación de cortisol¹. Entre el mes segundo y cuarto de gestación, la hormona sexual femenina progesterona aumenta entre 10 y 100 veces en el cerebro y establece y mantiene una baja respuesta emocional y física a los agentes del estrés. Un proceso que no puede ser totalmente eficaz si está sometida a unos niveles excesivos de estrés.

2. El estrés tiene dos caras

En su cara buena, implica la puesta a punto de unas defensas, un sistema de alarma, ante una situación amenazante en algún sentido. Un entorno estimulante actúa como señal para la lectura de numerosos genes, sobre todo los genes de los factores de crecimiento nervioso encargados del desarrollo de las neuronas.

Una amenaza vital aguda, o situaciones en que uno siente que le exige demasiado, tienen su reflejo

¹ Slattery DA, Neumann ID. 'No stress please! Mechanisms of stress hyporesponsiveness of the maternal brain'. J Physiol (2008, 586: 377–385).

inmediato en el cerebro: las células nerviosas de los centros de la angustia liberan cantidades mayores de glutamato, un neurotransmisor con actividad excitadora para las neuronas de los dos centros del estrés, el tronco cerebral y el hipotálamo.

La activación del hipotálamo por el estrés agudo crea señales –el factor liberador de corticotropina- que va a través de las fibras nerviosas a las glándulas suprarrenales y las instan a liberar adrenalina y noradrenalina. Estas sustancias elevan la tasa cardíaca y la presión sanguínea y activan el sistema inmunitario. Toda una respuesta bien orquestada que permite adaptarse a las sorpresas del entorno.

La cara mala aparece cuando se sobrepasa un umbral, que depende de cada persona. La existencia de una amenaza detectada se percibe como incapacidad psíquica para procesar la realidad que se le impone. Deja de ser un reto para ser constatación de impotencia ante una amenaza.

El estrés crónico es enemigo de las neuronas

Las señales producidas en el hipotálamo por la sobredosis de estrés pasan a la sangre e instan a las glándulas suprarrenales a producir cortisol. El cortisol, influye en el cerebro mediante receptores moleculares especializados de las neuronas de ciertas regiones. Cuando el cortisol se une a su receptor, la interacción desencadena fenómenos moleculares que debilitan la comunicación en las sinapsis –las conexiones entre dos neuronas-, pudiendo acabar por anularlas. En una situación estresante se destruyen parte de neuronas recién creadas en el hipocampo esenciales para el aprendizaje, la memoria.

De forma especial, cuando una persona se siente estresada, la expresión de los genes en unas áreas de su cerebro social –el que procesa las relaciones con los demás y con el entorno- aparece aumentada y en otras áreas resulta disminuida. Muchos de estos cambios ayudan a adaptarse, pero otros resultan perjudiciales. Son las dos caras del estrés.

La exposición de forma prolongada al cortisol, la hormona del estrés, afecta de forma diferente a las personas. Unas personas, más que otras, desarrollan una mayor capacidad para afrontar mejor las situaciones adversas: son más resilientes. Este aspecto del temperamento tiene en su base en la herencia genética recibida de los padres. Y como ocurre con todo lo humano, las vivencias de cada uno modifican la expresión de los genes del cerebro.

Naturaleza y crianza suman

Lo que las personas experimentan en su relación con los demás se manifiesta también en la lectura de los genes y a veces deja huella permanente en el genoma. El entorno repercute siempre sobre los genes que están continuamente adaptando su respuesta al entorno, a su mundo. Los genes no lo son todo; son estructuras no autónomas sino cooperativas, que necesitan señales sin las que ni se leen ni se copian.

Así, la falta de contacto con los demás bloquea la motivación del cerebro social.

3. La susceptibilidad femenina al estrés

La susceptibilidad femenina al estrés es más alta que la masculina

Las mujeres –más que los hombres- expuestas a un estrés agudo –por dificultades económicas prolongadas, abusos sexuales o físicos, entre otras muchas causas- desarrollan problemas psicológicos o de salud posteriores.

Además en la vida de algunas personas ante una amenaza, herida o lesión en sus necesidades más elementales, en su dignidad y libertad, se produce un trauma. Tras sufrir una experiencia que lesiona en lo físico o en lo psíquico – accidente tremendo, guerra, abuso sexual, violencia física- la persona tiene un

recuerdo vívido y sensorial que no está integrado en su biografía y que representa una brecha psíquica al no poder elaborar lo que supone afectivamente esa experiencia. Es un bloqueo de la memoria emocional. Conocido como Trastorno de Estrés Postraumático, lo sufren con más facilidad las mujeres que los hombres.

Lejos de estereotipos injustos, es un hecho que los cerebros de mujer y de varón funcionan con dos tipos de estrategias cerebrales diferentes, que permiten dos modos humanos diferentes de ser, de percibir la realidad, de relacionarse con los demás, de razonar y de procesar las emociones y también de ser afectados.

Estrategias que tienen sentido en la diferente relación que tiene la maternidad y la paternidad con la vida naciente

Las mujeres por la estrategia de *fuera hacia dentro*, tienen de forma natural gran habilidad para las tareas cognitivas que requieran un entorno emocional o afectivo, y aunar lógica e intuición. La naturaleza prepara así la maternidad facilitándole conocer lo que le pasa a un bebé que no habla. Lo que la naturaleza aporta es unas estrategias que facilitan más un tipo de atención que intuye en un gesto una emoción o un tipo de empatía más cognitiva o abstracta.

Por lo mismo, las mujeres presentan una gran vulnerabilidad emocional y, de hecho, sufren en mayor medida que los hombres depresiones, caen más rápido en la drogodependencia y en la esquizofrenia. La estrategia típicamente masculina tiene el punto de mira de *dentro hacia fuera*. La región denominada amígdala cerebral en el hemisferio derecho conecta con intensidad con las estructuras de ese lado. De ahí que procese toda información que suscite emociones fuertes con gran descarga de adrenalina. Sus impulsos y energías facilitan las tareas defensivas o protectoras de la paternidad. En contrapartida la mayor capacidad de vencer el miedo pueden desembocar en una mayor agresividad.

El contrapunto son los problemas de aprendizaje, el trastorno por déficit de atención, la hiperactividad, el tic nervioso, o el espectro de trastornos autistas, que son entre 4 y 10 veces más habituales en los chicos que en las chicas.

La mayor incidencia de trastornos psiquiátricos relacionados con el estrés en las mujeres parece resultar en una mayor respuesta y una disminución de la adaptación a los factores estresantes. Esto se debe a que el receptor del factor liberador de corticotropina, la señal enviada por los centros del estrés, de las neuronas de las mujeres es más sensibles a los bajos niveles de esta señal y se pone en marcha más fácilmente la respuesta y menos adaptable a los altos niveles².

4. El nivel de estrés crece en todo el mundo

En todo el mundo, el nivel de estrés está creciendo por las condiciones de trabajo, las tensiones en las relaciones personales, la vida urbana alejada del contacto con la Naturaleza, la falta de ejercicio físico, las presiones de la comunicación vía electrónica y un largo etc.

Desde hace poco tiempo se conoce que el estrés puede contribuir a enfermedades neurodegenerativas como el Parkinson y el Alzheimer, como un ingrediente en el declive cognitivo. Sin duda, resulta preocupante que la actividad frenética de la vida moderna y la tensión a la que someten las ocupaciones pueda resultar dañina. Sin embargo el estrés es algo que se puede controlar, recuperando formas de vida

² Bangasser DA, Curtis A, Reyes BAS, Bethea TT, Parastatidis I, Ischiropoulos H, Van Bockstaele EJ, Valentino. 'Sex differences in corticotropin-releasing factor receptor signaling and trafficking: potential role in female vulnerability to stress-related psychopathology'. J Molecular Psychiatry (2010, 1–9).

en las que cabe el humor, las relaciones verdaderamente personales y afectivas, dedicar tiempo a la contemplación y la meditación, el descanso nocturno adecuado.

En un mundo estresado se marcan aún más las diferencias con que mujeres y hombres responden al estrés. Las prioridades femeninas, ya desde antes de la adolescencia, se centran en relacionarse socialmente, agrandar y gustar. Los conflictos en las relaciones con los demás o ante un peligro despiertan el estrés que relajan con las conversaciones en las que comparten su intimidad. En general, en ellas su cerebro se hace muy sensible a los matices emocionales de aprobación, aceptación o rechazo.

Por su parte, en general, en ellos la elevación de la testosterona en la adolescencia les hace casi literalmente querer desaparecer del mapa social. Reduce su interés por el trato social, excepto en lo que se refiere al deporte y al sexo. Al mismo tiempo aumenta la motivación para alcanzar un estatus más alto, por lo que priorizan ocupar su puesto en la jerarquía masculina. La vasopresina, hormona de las energías masculinas, les permite gozar con la competitividad y desear mantener su independencia. Responden al estrés con aumento de la competitividad³.

Aparte de las diferencias de acceso a la cultura de tiempos pasados, los hombres están generalmente mejor capacitados para un conocimiento discursivo y analítico y dar soluciones lineales y directas a los problemas, por el cableado de su cerebro, en los dos hemisferios de la nuca a la frente. Mientras que las mujeres por las conexiones entre el hemisferio izquierdo y el derecho, hace que la unión entre lo cognitivo y lo emocional sea más intensa.

No hay dos cerebros iguales

Una característica del cerebro humano es la *plasticidad*, es decir, su capacidad de moldearse como consecuencia de hábitos intelectuales, relaciones emocionales, actividades físicas, etc. La plasticidad cerebral se mantiene a lo largo de toda la vida. Las experiencias modifican los diálogos entre las neuronas y de esta forma la vida del individuo enriquece o atrofia su propio cerebro.

Las hormonas sexuales fabricadas por el cerebro propician conexiones entre zonas del sistema nervioso central que regulan el tráfico de información externa e interna en los dos primeros años de vida. Después, los cambios hormonales de la pubertad refuerzan conexiones y crean otras nuevas. Por ello, si bien el trazado de los cables que conducen la información al conectar unas regiones con otras viene dado por los genes y las hormonas, según el sexo, las vivencias personales, las decisiones de cada uno, el estrés o los traumas, lo configuran personalmente⁴.

La medicina moderna no puede permitirse el lujo de ignorar estas diferencias en las raíces de los trastornos neurológicos provocados por la diferente respuesta al estrés.

Tampoco la sociedad debería hacerlo para poder distinguir entre los roles naturales y los estereotipos y aprender de la naturaleza a echar lejos el estrés de las mujeres.

5. Aprendiendo de la naturaleza: vínculo de apego materno

Los vínculos que ligan a los progenitores con sus crías son indispensables para la supervivencia de las especies. Las estructuras del cerebro animal que procesan las emociones básicas —el sistema límbico

³Blakemore SJ, Burnett S, Dahl RE. 'The role of puberty in the developing adolescent brain'. Human Brain Mapping (2010, 31(926–933)).

⁴Casey BJ, Duhoux S, Cohen MM. 'Adolescence: What do transmission, transition, and translation have to do with it?' Neuron (2010, 6(749-760)).

operan de forma rápida y automática, sobre todo, cuando implican respuestas decisivas para la supervivencia de mamíferos. Las hembras preñadas emplean para el proceso de vinculación maternal la vía específica de los sistemas de premio-recompensa del cerebro. Sin el vínculo de apego maternal, con que la naturaleza les prepara para cuidar la prole, muchas especies no habrían subsistido. En la conducta y los sentimientos humanos la inclinación de la madre a cuidar y proteger a los hijos ocupa una posición única y privilegiada. Con el embarazo el cerebro de la mujer cambia, estructural y funcionalmente, al responder a las consignas básicas que recibe del feto. Este vínculo se refuerza con el parto y la lactancia porque se potencian los circuitos neuronales más fuertes de la naturaleza.

El conocido como vínculo de apego afectivo y emocional forma parte del proceso biológico natural del embarazo. Con matices, también se genera un vínculo afectivo natural, tanto en los padres biológicos como en los adoptivos; y, en general, en las personas tras un contacto íntimo y diario con un niño.

Las hormonas producidas en la gestación inducen un intenso proceso neurobiológico natural que configura el que se puede llamar cerebro materno: un cerebro social atento y empático⁵. Las reacciones de cualquier mujer al descubrir que ha concebido son muy variables. Puede experimentar desde sorpresa, alegría, preocupación, miedo, frustración, a una mezcla ambivalente de varios sentimientos. El embarazo es siempre un acontecimiento novedoso que requiere un esfuerzo adaptativo del organismo y de la mente de la madre. Como toda experiencia humana el embarazo deja huella en el cerebro.

La progesterona ejecuta una doble acción sobre las neuronas del hipotálamo:

- a) Impide la producción de la hormona del estrés, el cortisol.
- b) Permite almacenar altas dosis de la hormona de la confianza oxitocina y la dopamina de los sistemas de premio-recompensa, y produce en el cerebro prolactina. Estas moléculas se unen a los receptores de diversas regiones del cerebro y regulan su actividad específica.

Diversos estudios de neuroimagen funcional revelan los circuitos cerebrales implicados en la respuesta de la mujer a estímulos visuales y auditivos procedentes del hijo. Estos datos muestran el correlato neurobiológico del comportamiento materno inducido por el vínculo de apego al compás de la oxitocina, en el cerebro social. Con estas técnicas se ha podido poner de manifiesto cómo unas áreas cerebrales se activan y otras se silencian cuando la mujer oye o ve a su hijo⁶. Estos estudios muestran como el reconocer en una fotografía a su hijo de pocos meses genera un estado emocional placentero que no se lo produce la visión de imágenes de otros niños, incluso conocidos.

La experiencia de la maternidad -y la paternidad- provoca cambios funcionales en el cerebro. Responden con más intensidad al llanto que a la risa del hijo, mientras que sucede a la inversa en quienes no tienen esta experiencia. Esta influencia en el cerebro facilita el cuidado al reconocer mejor las necesidades que el niño reclama llorando⁷. Además, el vínculo de apego no es un proceso unilateral: el comportamiento del niño afecta a las emociones maternas. Así se ha comprobado en un estudio de neuroimagen, donde la madre ve un vídeo en que su hijo muestra dos actitudes de apego hacia ella. En una situación el hijo sonrío mientras ambos juegan y en otra llora porque los separan. La separación genera en la madre más actividad

⁵ Brunton PJ, Russell JA. 'The expectant brain: adapting for motherhood'. *Nature Reviews Neuroscienc*, (2008, 9(11-25)).

⁶Zeki S. 'The neurobiology of love'. *FEBS Letters*, (2007, 581(2575-2579)). Bartels A, Zeki S. 'The neural correlates of maternal and romantic love'. *Neuroimage* (2004, 21(1155-1166)).

⁷Seifritz E, Esposito F, Neuhoff JG, Luthi A, Mustovic H, et al. 'Differential Sex-Independent Amygdala Response to Infant Crying and Laughing in Parents versus Nonparents'. *Biological Psychiatry*, (2003, (54, 1367-1375)).

cerebral que la de juego- alegría⁸.

Las vivencias del parto, la lactancia y la visión o la audición del hijo, sus sonrisas o sus llantos, refuerzan todo aquello que naturalmente el embarazo aporta a la mujer gestante. Estas experiencias naturales, con la intensidad de carga emocional que las define, modifican espontáneamente la memoria emocional, como ninguna otra experiencia es capaz de hacerlo. El hipocampo que procesa esa memoria no es igual antes que después de la gestación.

Resumiendo, la supervivencia de las especies ha exigido proteger la gestación como el proceso más armónico y preciso de toda la Naturaleza. Es una adaptación de todo el organismo de la hembra a la simbiosis con la vida de quienes se desarrollan en ella. Tanto, que ha creado a lo largo de la evolución de las especies el cerebro maternal de las hembras de los mamíferos con dos mecanismos básicos. El primero supone la eliminación de las consecuencias del estrés, ya que la hormona del estrés, el cortisol, que se segrega ante estímulos estresantes y daña el desarrollo de los órganos del hijo. El segundo proceso supone que la misma progesterona del cerebro hace que se sintetice la oxitocina, conocida como la hormona de la confianza, que predispone a la madre al cuidado de la prole⁹.

6. Aprendiendo de la naturaleza: los vínculos de apego infantiles

Todos los vivientes a los que corresponde una vida intensa, como son los mamíferos, necesita 'hacerse' en el cuerpo de la madre. Las crías de cada especie, según la intensidad de vida que le es propia, por ser lo que son, requieren un acabado, más o menos fuerte, que les impregna de lo suyo y de los suyos; les da la impronta corporal que les corresponde. En este sentido el útero materno no es sin más un órgano de la hembra; es nicho en el que los instintos se tiñen de aquellas emociones que son capaces de sentir, y capacita para aprender comportamientos. Los experimentos con animales han mostrado que las experiencias estresantes, como el aislamiento o echarlos al agua, alteran el cerebro y la conducta¹⁰.

Los hombres no tienen como mundo peculiar un nicho ecológico sino la Tierra entera y el universo: un mundo humano y humanizado al que ha de despertar él mismo. Cada hombre, por su ser libre, paradójicamente, necesita las relaciones interpersonales para crecer como hombre; incluso para el desarrollo cerebral y para armonizar la vida intelectual y afectiva. Desde el seno materno va adquiriendo el acabado, que es siempre afectivo, imprescindible para un ser libre. Todo aquello que le permite asimilar y asumir la tarea de vivir, abierta a la relación con los demás, ya que la vida de cada hombre es personal, biográfica, creativa y cultural.

El mundo humano en que se desenvuelve la vida de la madre le llega al hijo que empieza a impregnarse del entorno familiar y cultural. La gestación pone al hijo en relación con el mundo interno de su cuerpo y con el mundo exterior que es su hábitat humano, con sus sonidos y olores. Se ha descrito la reacción de alegría que experimenta el niño, a la edad que apenas gatea aún, cuando oye la música que su madre escuchaba, o

⁸Noriuchi M, Kikuchi Y, Senoo A. 'The functional neuroanatomical of maternal love: mother's response to infant's attachment behaviours'. *Biological Psychiatry* (2008, 63(415-423)).

⁹López-Moratalla N, Sueiro E. (2008) 'La comunicación materno-filial en el embarazo: el vínculo de apego'. EUNSA; López-Moratalla N. 'Genes, Brain and Maternal Behaviour'. *Humanismo, Ciencia y sociedad. Documentos Humboldt* (2009, 9, (111-172)).

¹⁰Lupien SJ, McEwen BS, Gunnar MR, Heim C. 'Effects of stress throughout the lifespan on the brain, behaviour and cognition' *Nature Reviews Neurociencia*, (2009, 10(434-445)).

las canciones que cantaba, cuando le llevaba en su seno. Gira hacia donde suena y presta especial atención. Se siente bien porque forma parte de su impronta. En esa música, y no en otra cualquiera, percibe 'su música', los sonidos de su mundo familiar; experimenta la paz de estar donde tiene que estar.

Sobre la base innata, los cuidados maternos del recién nacido, y del niño a lo largo de la infancia, previenen de los efectos dañinos que el abandono o los malos tratos producen en su psique y que pueden durar toda la vida. Las emociones se somatizan; de ahí que las experiencias de la infancia y la adolescencia, las vivencias, las relaciones con los demás y las propias decisiones afectan a las evaluaciones que hace la propia mente. Se sufren a veces trastornos mentales, desequilibrios psíquicos, que son las manifestaciones de las marcas que han dejado las experiencias negativas.

Diversos trabajos ponen de manifiesto que el estrés de las experiencias negativas daña el cerebro, al tiempo que apuntan que existen posibilidades de recuperación a través de la formación. Una amplia revisión analiza la evidencia de cómo el estrés entre moderado y severo cambia las tres áreas del cerebro social desde el período prenatal hasta el final de la vida¹¹. Son el complejo amigdalino que evalúa el carácter positivo o negativo de las vivencias y queda potenciado en situación de alerta; el hipocampo en cambio disminuye por muerte de neuronas alterando la memoria emocional y disminuye la región prefrontal que regula las emociones.

Es bien conocido el efecto de algunas experiencias adversas en la infancia, como carencia de un vínculo materno-filial de apego seguro, malos tratos o abusos, en producir cambios en esas regiones del cerebro. Por ejemplo:

- a) La privación social en algunos orfanatos para niños abandonados genera un deterioro cognitivo manifestado en la adquisición del lenguaje¹².
- b) Los niños adoptados después de los 15 meses de edad presentan más alteraciones que los que han sufrido menos tiempo de abandono.
- c) Niños que han sufrido abusos¹³, estrés social especialmente, tienen disminuido el tamaño de la región orbitofrontal.

La lección de la Naturaleza es clara: la atención materna y paterna, o de quien hace sus veces, no es un lujo sino una necesidad imperiosa. El apoyo materno en los primeros años¹⁴, la atención y armonía emocional en la familia¹⁵ son necesarias para el desarrollo cerebral y la adaptación al estrés.

¹¹ Davidson RJ, McEwen BS. 'Social influences on neuroplasticity: stress and interventions to promote well-being'. *Nature Neuroscience*, (2012, 15(689-695)).

¹² Kuhl PK. 'Brain mechanisms in early language acquisition'. *Neuron*, (2010,67(713-727)).

¹³ Heim C, Shugart M, Craighead WE, Nemeroff CB. 'Neurobiological and psychiatric consequences of child abuse and neglect'. *Dev. Psychobiol*, (2010, 52 (671-690)).

Choi J, Jeong B, Rohan ML, Polcari AM, Teicher MH. 'Preliminary evidence for white matter tract abnormalities in young adults exposed to parental verbal abuse'. *Biol. Psychiatry*, (2009,65 (227-234)).

¹⁴ Luby JL, Barcha DM, Beldena A, Gaffreya MS, Tillmana R, Babba C, Nishino T, Suzukia H, Botterona KN. 'Maternal support in early childhood predicts larger hippocampal volumes at school age'. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, (2012).

¹⁵ Chryssanthopoulou CC, Turner-Cobb JM, Lucas A, Jessop D. 'Childcare as a Stabilizing Influence on HPA Axis Functioning: A Reevaluation of Maternal Occupational Patterns and Familial Relations' *Dev Psychobiol* (2005, 47(354-368)).

Existe una creciente literatura que documenta cambios funcionales y estructurales en el cerebro mediante intervenciones específicas y programas de educación y apoyo diseñados para promover la conducta social positiva¹⁶.

Abarcan desde ejercicio físico regular y moderado¹⁷ a otras inspiradas en las prácticas contemplativas¹⁸. Son ayudas a sumar a la insustituible estímulo que supone los cuidados maternos¹⁹.

La salud psicosocial de la familia merece el apoyo de la sociedad en las políticas laborales y en la promoción de la cultura que distingue y respeta los roles naturales sin reducirlos a estereotipos del pasado, para aprender de la naturaleza a echar lejos el estrés de las mujeres.

¹⁶ Diamond A, Lee K. 'Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old'. *Science* (2011, 333 (959–964)).

¹⁷ Erickson KI. *et al.* 'Exercise training increases size of hippocampus and improves memory'. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* (2011,108 (3017–3022)).

¹⁸ Lutz A, Brefczynski-Lewis J, Johnstone T, Davidson RJ. 'Regulation of the neural circuitry of emotion by compassion meditation: effects of meditative expertise'. *PLoS One* (2008, 3(e1897)).

¹⁹ Akers KG. *et al.* 'Social competitiveness and plasticity of neuroendocrine function in old age: influence of neonatal novelty exposure and maternal care reliability'. *PLoS ONE* (2008, 3(e 2840)).

Moriceau S, Sullivan RM. 'Maternal presence serves as a switch between learning fear and attraction in infancy'. *Nat. Neurosci* (2006, 9(1004–1006)).