Mecanismos Moleculares de la Meditación

Vishal Jindal & Sorab Gupta & Ritwik Das

Springer Science+Business Media New York 2013

Resumen

La meditación es un proceso complejo que implica cambios en la cognición, la memoria, el control social y emocional, y provoca mejoras en diversas patologías cardiovasculares, neurológicas, autoinmunes y renales. También se ha utilizado ampliamente en terapias de tratamiento médico y psicológico para trastornos físicos y mentales relacionados con el estrés. Sin embargo, los mecanismos biológicos en términos de efecto sobre el cerebro y el cuerpo aún se comprenden poco. Este artículo explica los cambios básicos debido a la meditación en la corteza cerebral, área prefrontal, giro del cíngulo, neurotransmisores, materia blanca, sistema nervioso autónomo, sistema límbico, citoquinas, endorfinas, hormonas, etc. A continuación, se presenta una revisión de la literatura actual sobre los diversos mecanismos neurofisiológicos, mecanismos neuroendocrinos, sustratos neuroquímicos, etc., que subyacen a los procesos complejos de la meditación.

Palabras clave: Meditación . Corteza prefrontal . Neurológico . Neuroendocrinología

En la cultura india, la meditación ha estado presente durante siglos bajo diferentes nombres como Tapas, Yoga, Asana, Siddhi y Samadhi. La meditación ha demostrado beneficios en una variedad de condiciones incluyendo trastornos psicológicos, cardiovasculares, renales, neurológicos, autoinmunes y manejo del dolor. Mejora las funciones cognitivas, la memoria, brinda estabilidad emocional y social, reduce el estrés, aumenta la tolerancia, entre otros. Sin embargo, los mecanismos fundamentales de su acción, sus beneficios de amplio alcance, las regiones específicas del cerebro que afecta y otras preguntas relacionadas son complejas e intrigantes. Este artículo de revisión intenta explicar estos aspectos.

La meditación se categoriza en dos partes: atención enfocada (FA) y monitoreo abierto (OM). FA implica el enfoque voluntario de la mente en un objeto específico, como la respiración, el centro de la frente, una imagen, etc. OM implica el monitoreo no reactivo del contenido de la experiencia, esencialmente manteniendo atención constante en los pensamientos de uno. La atención enfocada en la respiración en tándem, en particular, es ampliamente estudiada y practicada. Varias investigaciones sobre estados meditativos han abierto nuevas ventanas para explorar sus correlatos neurológicos a través de técnicas de neuroimagen como la tomografía por emisión de positrones, tomografía computarizada por emisión de fotón único, imagen por resonancia magnética funcional, electroencefalograma e imagen por tensor de difusión (que evalúa la integridad de las conexiones cerebrales a través de la anisotropía fraccional).

Meditación y la Corteza Cerebral

La corteza prefrontal (PFC) es la parte más frontal de los lóbulos frontales del cerebro, ubicada frente a las áreas motoras y premotoras. Es responsable de controlar el comportamiento cognitivo, la expresión de la personalidad, la toma de decisiones y la moderación del comportamiento social. El término psicológico más comúnmente utilizado para las funciones realizadas por la PFC es "función ejecutiva". La función ejecutiva está relacionada con la capacidad de diferenciar entre pensamientos conflictivos, discernir entre bueno y malo, entender las consecuencias futuras de las acciones actuales, trabajar hacia un objetivo definido, predecir resultados y formar expectativas basadas en acciones. Estas funciones están notablemente mejoradas en los meditadores, como reportaron Brefczynski-Lewis y otros, quienes observaron que los meditadores expertos mostraron activación de una gran región cerebral relacionada con la atención como la PFC (BA9) durante la meditación FA. La parte anterior de la PFC generalmente está involucrada en tareas como atención, memoria de trabajo, recuperación episódica, mentalización y multitareas. Una revisión de Pollmann también mostró que la PFC anterior tiene un rol significativo en el control de la atención. Está establecido que dirigir la atención a las sensaciones corporales internas es un componente mayor de la mayoría de las tradiciones de meditación. Raffone y Srinivasan propusieron que la activación de la PFC anterior podría estar correlacionada con la atención endógena durante la meditación FA. Por lo tanto, sugerimos que la activación de la PFC anterior es uno de los principales contribuyentes a los beneficios de la meditación.

Meditación y el Giro del Cíngulo

El córtex cingulado está situado en el aspecto medial de la corteza. Recibe entradas del tálamo y la neocorteza, y proyecta hacia el córtex entorrinal a través del cíngulo. Es una parte integral del sistema límbico, que está involucrado en la formación y procesamiento de emociones, aprendizaje y memoria. Se ha demostrado que hay un aumento en la neuroplasticidad de la materia blanca en la meditación a corto plazo. Este patrón dinámico de cambio en la materia blanca que involucra el córtex cingulado anterior, una parte de la red cerebral relacionada con la autorregulación, podría brindar un medio para intervenciones para mejorar o prevenir trastornos mentales [6]. También hay un aumento en la actividad y el flujo sanguíneo en individuos que meditan. Y dado que esta área está asociada con la esquizofrenia [7, 8] y los pacientes con esquizofrenia, los síntomas negativos han disminuido y las emociones positivas y la recuperación psicológica con la meditación han aumentado [9]; esto también demuestra una fuerte asociación entre el giro del cíngulo y la meditación.

Basado en el grosor cortical, un estudio reciente [10] mostró que los meditadores tienen una corteza más gruesa en las partes anteriores del cerebro, como el córtex prefrontal lateral, el córtex prefrontal medial y las áreas temporales, y una corteza más delgada en las partes posteriores del cerebro, incluyendo las regiones parietales laterales y mediales. Estas diferencias estructurales cerebrales, especialmente en el córtex frontal, pueden deberse a la práctica repetida de regulaciones atencionales y emocionales mediante la meditación; los lóbulos parietales no tienen ningún papel en la regulación de la atención y las emociones, por lo que son relativamente delgados.

Dado que los análisis previos se han centrado en examinar la materia gris y el grosor cortical, un estudio analizó el patrón de girificación cortical y encontró que la ínsula es la estructura clave involucrada en aspectos de la meditación. La variación en la complejidad de la ínsula afecta la regulación de distracciones como el soñar despierto, la divagación mental, etc. Estas son características que son controladas por los meditadores; por lo tanto, un aumento en la girificación insular refleja una integración más fuerte de las funciones autonómicas, afectivas y cognitivas debido a la meditación [11].

Meditación y Sistema Límbico

La meditación activa áreas en el cerebro responsables de la motivación, memoria y emoción, es decir, el hipocampo, la amígdala y el cíngulo anterior. Esta activación ejerce efectos protectores en el cerebro generalmente mediante la disminución de la producción de subproductos nocivos derivados del metabolismo, es decir, el estrés oxidativo. La meditación también mejora la concentración y la función cognitiva, por ejemplo, la memoria [12, 13]; esto se debe a la activación del circuito de recompensa o motivación [14] en el hipocampo/sistema límbico. El estrés reduce el crecimiento neuronal y promueve la apoptosis de células neuronales en el hipocampo adulto, por lo tanto causa deterioro de la memoria, y la meditación alivia el estrés aumentando el crecimiento neuronal, siendo así útil en síndromes de demencia [15]. La meditación también aumenta los niveles de neuronas inhibitorias (GABA), reduciendo así la ansiedad y la depresión [16].

El aumento del puente entre hemisferios, el cuerpo calloso, que actúa como un puente entre dos hemisferios, se incrementa en grosor y se realza en la atención enfocada (FA) en los meditadores, lo que indica una mayor conectividad, posiblemente reflejando una mayor integración hemisférica durante procesos cerebrales que involucran regiones prefrontales. Tal organización cerebral que mejora la fuerza mental de los individuos podría estar asociada con la meditación [17].

Meditación y Sistema Nervioso Autónomo

Varios estudios han demostrado la predominancia del sistema parasimpático durante la meditación, lo que provoca una disminución en la frecuencia cardíaca, la presión arterial y el metabolismo del oxígeno [18–20]. Sin embargo, un estudio reciente sugirió una activación mutua de los sistemas parasimpático y simpático, ya que hay variabilidad en la frecuencia cardíaca durante la meditación [21]. El aumento en la variación de la frecuencia cardíaca se debió al incremento en ambos miembros del sistema nervioso autónomo. Esta noción es consistente con los desarrollos recientes en el estudio de las interacciones autónomas [22] y también explica el estado característico de la meditación, en el cual hay una sensación de calma contundente, así como una alerta significativa.

Meditación y Neurotransmisores

En humanos, la melatonina es producida por la glándula pineal, una pequeña glándula endocrina [23]. La señal de melatonina forma parte del sistema que regula el ciclo de sueño-vigilia al causar químicamente somnolencia y bajar la temperatura corporal. Además de su función como sincronizador del reloj biológico, la melatonina también ejerce una poderosa actividad antioxidante que aumenta la inmunidad no específica; las personas con trastornos del espectro autista pueden tener niveles de melatonina más bajos de lo normal. Durante la meditación, se ha encontrado que la melatonina en el plasma sanguíneo aumenta bruscamente [24], lo que puede contribuir a la sensación de calma y disminución de la percepción del dolor [25], equilibra el sueño y favorece a las funciones neurológicas que se ven modificadas en la CEA (condición del espectro autista). La serotonina es un neurotransmisor que controla el estado de ánimo, el comportamiento y el apetito. Los niveles aumentados causan elevación del estado de ánimo y los niveles disminuidos conducen a depresión [26], por lo tanto, los inhibidores selectivos de la recaptación de serotonina se utilizan en el manejo de la depresión. La serotonina, cuyos metabolitos están significativamente aumentados en la orina de los meditadores, sugiere un aumento general en el cerebro [27]. Dentro del lóbulo temporal, influye fuertemente en el flujo de asociaciones visuales [28]. La activación de los receptores 5-HT₂ corticales resulta en un efecto alucinógeno. Estas alucinaciones visuales parecen ocurrir porque la 5-HT inhibe el núcleo geniculado lateral [29, 30] y el núcleo reticular reduce enormemente la cantidad de información visual que llega a la corteza. Estos cortes en la asociación temporal-visual resultan en imágenes generadas internamente que se han descrito durante ciertos estados meditativos. Un aumento en el nivel de serotonina incrementa los niveles de dopamina en el cerebro y causa euforia, lo cual se describe comúnmente durante estados meditativos [31]. El aumento de acetilcolina [32, 33] ha sido asociado con un aumento de la concentración y la atención, por lo que también podría estar asociado con la meditación.

Meditación y Neuroendocrinología

Un posible mecanismo es que esta meditación podría influir en el control de neurotransmisores de la liberación de péptidos hipotalámicos y, por lo tanto, alterar la secreción de hormonas hipofisarias a través del aumento de la secreción de factores inhibidores hipotalámicos, como la somatostatina o la dopamina, o la disminución de la secreción de factores estimulantes, como la hormona liberadora de tirotrina o el

factor liberador de hormona de crecimiento [34]. A medida que avanza la edad, el nivel de la hormona estimulante de la tiroides (TSH) aumenta gradualmente en el cuerpo sin presentación de hipotiroidismo; es un fenómeno fisiológico que, probablemente, representa una disminución de la actividad biológica de la hormona peptídica secretada o un funcionamiento deteriorado de la tiroides al aumentar la resistencia a la TSH. Pero se observa un efecto opuesto al envejecimiento en practicantes de meditación a largo plazo, lo que puede deberse a un funcionamiento más eficiente del eje pituitario-tiroideo [35]. El óxido nítrico también ha sido asociado con niveles aumentados durante la meditación; este puede contribuir crucialmente a resultados potencialmente beneficiosos y efectos en diversas patologías, ejerciendo un efecto curativo global a través de la meditación [36]. Durante la meditación, hay un aumento en la actividad parasimpática del cerebro que disminuye la frecuencia cardíaca (HR), la presión arterial y la tasa respiratoria (RR) [18]. Debido a la disminución de ambas (HR y RR), el núcleo paragigantocelular de la médula disminuye las inervaciones del locus ceruleus que produce y distribuye norepinefrina (NE) [37]. Esta reducción en NE reduce la estimulación del núcleo paraventricular hipotalámico, lo que a su vez disminuye la hormona liberadora de corticotropina, y finalmente disminuiría el nivel de cortisol [19, 27, 38].

La beta endorfina es un neurotransmisor peptídico opioide endógeno; es un agonista de los receptores opioides y produce un efecto analgésico. Los niveles de beta endorfinas [39] también aumentan durante la meditación produciendo un estado de calma profunda con mayor tolerancia.

Meditación y Citocinas

Las citocinas son inmunomoduladores y controladores del sistema de defensa de nuestro cuerpo. Sus niveles se ven definitivamente afectados en la meditación, produciendo un efecto beneficioso en trastornos autoinmunes, cánceres de mama, etc. Los niveles de IL-6 y TNF-alfa aumentan, los niveles de IL-4 e IL-12 permanecen estables, las células que secretan interferón gamma aumentan y las células que secretan IL-10 disminuyen; estos resultados son según un estudio piloto [40], pero se necesita más investigación para revelar este aspecto de la meditación.

Conclusión

La meditación es un ejercicio mental en evolución que descubrió las capacidades ocultas de la mente y el cuerpo humano. Aumentó el enfoque y la atención del cerebro humano hasta un límite donde todo parece ser alcanzable; mejora la cognición, la memoria, el comportamiento emocional y social, y aumenta la tolerancia a diversos estresores de la vida. En resumen, trasciende a los seres humanos hacia la felicidad. Comprender sus mecanismos de acción y su forma de funcionar revelará mucha información oculta respecto a las conexiones del cerebro y el cuerpo. Nos ayudará a encontrar explicaciones para diversas vías fisiológicas y el funcionamiento normal del cuerpo. También nos ayudará a entender la patología de varios trastornos y podría incluso encontrar nuevas modalidades de tratamiento para diversos trastornos intratables. Algunos de ellos se explican arriba, pero se necesita mucha más investigación en esta área para comprender completamente el mecanismo molecular de la meditación.

Traducción y edición: Lorena Fernández Soto y Cintia Gutierrez

Referencia del texto: [Vipassana Research Institute](#), India

References

1. Yang Y, Raine A (2009) Prefrontal structural and functional brain imaging findings in antisocial, violent, and psychopathic individuals: a meta-analysis. *Psychiatry Res* 174(2):81–88
2. Brefczynski L JA, Lutz A, Schaefer HS, Levinson DB, Davidson RJ (2007) Neural correlates of attentional expertise in long-term meditation practitioners. *Proc Natl Acad Sci U S A* 104:11483–11488
3. Pollmann S (2004) Anterior prefrontal cortex contributions to attention control. *Exp Psychol* 51:270–278
4. Khalsa SS, Rudrauf D, Damasio A, Davidson RJ, Lutz A, Tranel D (2008) Interoceptive awareness in experienced meditators. *Psychophysiology* 45:671–677
5. Raffone A, Srinivasan N (2009) An adaptive workspace hypothesis about the neural correlates of consciousness: insights from neuroscience and meditation studies. *Prog Brain Res* 176:161–180
6. Tanga Y, Lub Q, Fand M, Yange Y, Posner M (2012) Mechanisms of white matter changes induced by meditation. *PNAS*. doi:10.1073/pnas.1207817109
7. Haznedar M, Buchsbaum S, Hazletta A, Shihabuddin L, Newa A, Sievera J (2004) Cingulate gyrus volume and metabolism in the schizophrenia spectrum. *Schizophr Res* 71:249–262
8. Fujiwara H, Hirao K, Namiki C, Yamada M, Shimizu M, Fukuyama H, Hayashi T, Murai T (2007) Anterior cingulate pathology and social cognition in schizophrenia: a study of gray matter, white matter and sulcal morphometry. *NeuroImage* 36:1236–1245
9. Johnson P, Penn L, Fredrickson L, Kring M, Meyer S, Catalano I, Brantley M (2011) A pilot study of loving-kindness meditation for the negative symptoms of schizophrenia. *Schizophr Res* 129:137–140
10. Kang D, Jo H, Jung W, Kim S, Jung Y, Choi C, Lee S, An S, Jang J, Kwon J (2013) The effect of meditation on brain structure: cortical thickness mapping and diffusion tensor imaging. *SCAN* 8:27–33
11. Luders E, Kurth F, Mayer E, Toga A, Narr K, Gaser C (2012) The unique brain anatomy of meditation practitioners: alteration in cortical gyrfication. *Front Hum Neurosci* 6:1–9
12. Esch T, Fricchione GL, Stefano GB (2003) The therapeutic use of the relaxation response in stress-related diseases. *Med Sci Monit* 9:23–34
13. Travis F, Tecce J, Guttman J (2000) Cortical plasticity, contingent negative variation, and transcendent experiences during practice of the transcendental meditation technique. *Biol Psychol* 55:41–55
14. Stefano GB, Fricchione GL, Slingsby BT, Benson H (2001) The placebo effect and relaxation response: neural processes and their coupling to constitutive nitric oxide. *Brain Res Brain Res Rev* 35:1–19
15. Esch T, Stefano GB, Fricchione GL, Benson H (2002) The role of stress in neurodegenerative diseases and mental disorders. *Neuroendocrinol Lett* 23:199–208
16. Elias AN, Wilson AF (1995) Serum hormonal concentrations following transcendental meditation—potential role of gamma aminobutyric acid. *Med Hypotheses* 44:287–291
17. Luders E, Phillips O, Clark K, Kurth F, Toga A, Narr K (2012) Bridging the hemispheres in meditation: thicker callosal regions and enhanced fractional anisotropy (FA) in long-term practitioners. *NeuroImage* 61:181–187
18. Jevning R, Wallace K, Beidebach M (1992) The physiology of meditation: a review. A wakeful hypometabolic integrated response. *Neurosci Biobehav Rev* 16:415–424
19. Sudsuang R, Chentanez V, Veluvan K (1991) Effects of Buddhist meditation on serum cortisol and total protein levels, blood pressure, pulse rate, lung volume and reaction time. *Physiol Behav* 50:543–548
20. Travis F (2001) Autonomic and EEG patterns distinguish transcending from other experiences during transcendental meditation practice. *Int J Psychophysiol* 42:1–9
21. Peng K, Mietus JE, Liu Y et al (1999) Exaggerates heart rate oscillations during two meditation techniques. *Int J Cardiol* 70:101–107
22. Hugdahl K (1996) Cognitive influences on human autonomic nervous system function. *Curr Opin Neurobiol* 6:252–258
23. Reiter RJ (1991) Pineal melatonin: cell biology of its synthesis and of its physiological interactions. *Endocr Rev* 12:151–180
24. Tooley GA, Armstrong SM, Norman TR, Sali A (2000) Acute increases in night-time plasma melatonin levels following a period of meditation. *Biol Psychol* 53:69–78
25. Dollins AB, Lynch HJ, Wurtman RJ et al (1993) Effect of pharmacological daytime doses of melatonin on human mood and performance. *Psychopharmacology* 112:490–496
26. Praag H, Haan S (1980) Depression vulnerability and 5-hydroxytryptophan prophylaxis. *Psychiatr Res* 3:75–83
27. Walton KG, Pugh ND, Gelderloos P, Macrae P (1995) Stress reduction and preventing hypertension: preliminary support for a psychoneuroendocrine mechanism. *J Altern Complement Med* 1:263–283
28. Aghajanian GK, Marek GJ (1999) Serotonin and hallucinogens. *Neuropsychopharmacology* 21:16S–23S
29. Funke K, Eysel UT (1995) Possible enhancement of GABAergic inputs to cat dorsal lateral geniculate relay cells by serotonin. *Neuroreport* 6:474–476
30. Yoshida M, Sasa M, Takaori S (1984) Serotonin-mediated inhibition from dorsal raphe nucleus of neurons in dorsal lateral geniculate and thalamic reticular nuclei. *Brain Res* 290:95–105
31. Vollenweider FX, Vontobel P, Hell D, Leenders KL (1999) 5-HT modulation of dopamine release in basal ganglia in psilocybin-induced psychosis in man—a PET study with [¹¹C] raclopride. *Neuropsychopharmacology* 20:424–433
32. Manfredi A, Brambilla D, Mancia M (1999) Stimulation of NMDA and AMPA receptors in the rat nucleus basalis of Meynert affects sleep. *Am J Physiol* 277:1488–1492
33. Zhelyazkova-Savova MG, Giovannini G (1997) Increase of cortical acetylcholine release after systemic administration of chlorophenylpiperazine in the rat: an in vivo microdialysis study. *Neurosci Lett* 236:151–154
34. Bevan AJW (1980) Endocrine changes in transcendental meditation. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 7:75–76
35. Wermer O, Wallace R, Charles B, Gregorius Janssen G, Stryker T, Chalmers R (1986) Long-term endocrinologic changes in subjects practicing the transcendental meditation and TM-Sidhi program. *Psychosom Med* 48:59–65
36. Stefano GB, Esch T (2005) Integrative medical therapy: examination of meditation's therapeutic and global medicinal outcomes via nitric oxide (review). *Int J Mol Med* 16:621–630
37. Foote S (1987) Extrathalamic modulation of cortical function. *Ann Rev Neurosci* 10:67–95
38. Jevning R, Wilson AF, Davidson JM (1978) Adrenocortical activity during meditation. *Horm Behav* 10:54–60
39. Infante J, Peran F, Martinez M, Roldan A, Poyatos R, Ruiz C, Samanigo F, Garridoacth F (1998) b-Endorphin in transcendental meditation. *Physiol Behav* 64:311–315
40. Jones BM (2001) Changes in cytokine production in healthy subjects practicing Guolin Qigong: a pilot study. *BMC Complement Alternat Med* 1:8