

Clasificación y localización anatómica del aprendizaje y memoria

Abraham Jacobo Jacobo

abraham.jacobo@umich.mx

Secretaria de salud de Michoacán

María del Rosario León Alvarado

maria.leon@umich.mx Universidad

Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Martin Jacobo Jacobo

martin.jacobo@umich.mx

Universidad Michoacana de san Nicolás de Hidalgo

Resumen

El aprendizaje y la memoria son funciones neurobiológicas muy importantes para la vida diaria, necesitamos adquirir conocimientos y posteriormente recuperarlos para poderlos utilizar. La memoria se ha clasificado de varias formas a lo largo del tiempo, la más habitual es en dos grandes grupos, memoria a corto plazo y a largo plazo. En todo este proceso participa el sistema nervioso central y existen múltiples núcleos de sustancia gris localizados a lo largo de todo el encéfalo, principalmente en la corteza cerebral, todas estas estructuras anatómicas tienen interconexiones entre sí, dependiendo del tipo de memoria de que se trate. Cualquier lesión ya sea de tipo traumático, isquémico o tumoral localizado en estas estructuras va ocasionar alteraciones del aprendizaje y memoria.

Palabra clave: Aprendizaje, memoria, anatomía.

Abstract

Learning and memory are very important neurobiological functions for daily life, we need to acquire knowledge and later recover it to be able to use it. Memory has been classified in various ways over time, the most common is into two large groups, shortterm and long-term memory. The central nervous system participates in this entire process and there are multiple nuclei of gray matter located throughout the entire brain, mainly in the cerebral cortex. All these anatomical structures have interconnections with each other, depending on the type of memory in question. Any lesion, whether traumatic, ischemic or tumoral, located in these structures will cause learning and memory alterations.

Key word: Learning, memory, anatomy.

Introducción

En el proceso de enseñanza aprendizaje, los alumnos en todos los niveles educativos, cada vez tienen más problemas para aprender cosas y poder retener información, es decir tienen problemas con la memoria. Es por demás decir que manejan demasiada información de todo tipo y que tienen un sinnúmero de distractores, por lo que es muy complejo mantener la atención y adquirir nuevos conocimientos. Es necesario, recordar información de diferente tipo para poder realizar nuestras actividades diarias, por lo que es fundamental en el aspecto educativo ejercitar nuestra memoria. En este trabajo vamos a revisar la clasificación de la memoria y las estructuras anatómicas más importantes que participan en este proceso cognitivo.

Aprendizaje

El aprendizaje es el fenómeno biológico por el cual adquirimos conocimientos sobre el ambiente que nos rodea, generalmente se adquiere a través de dos o más estímulos, experiencias o eventos. Para que se de el aprendizaje es importante la atención y la memoria.(Weinberger, 2015)

Atención

La atención es la capacidad de poder focalizar nuestra actividad mental en algo concreto y no distraernos con otros estímulos, está dirigida a conseguir objetivos específicos, generalmente es voluntaria, reflexiva y controlada, aunque tiene una capacidad limitada para procesar y codificar información.(Proulx, Piva, Tian, Bailey, & Lambe, 2014)(Kent, 2016)

Memoria

La memoria es la capacidad de recuperar y utilizar la información adquirida a través del tiempo. Se considera una función intelectual y se caracteriza por la adquisición, el almacenamiento y la reposición de la información de las experiencias previas aprendidas e ingresadas por alguna vía sensorial.(Alberini, 2009) La memoria implica múltiples procesos constructivos complejos que son muy fácil de llevarnos al error, cuando recordamos se agrupan fragmentos de información, la cual esta almacenada bajo la influencia de nuestros conocimientos, actitudes y creencias actuales.(Preston & Eichenbaum, 2013)

Clasificación de la memoria

Existen múltiples clasificaciones con una gran diversidad de tipos de memoria, en términos generales se puede clasificar de acuerdo al tiempo durante el cual es efectiva.

Memoria a corto plazo (primaria, inmediata, sensorial, operacional, activa o de trabajo).

La memoria a corto plazo, consiste en tener la capacidad para mantener en la mente una experiencia durante algunos segundos a minutos, es temporal, de capacidad limitada, permite realizar actividades cognitivas básicas o inmediatas.(Kent, 2016)

Existen varios tipos entre los que encontramos las siguientes variedades:

Memoria inmediata se refiere a la cantidad limitada de información que se puede retener cuando se presenta el material para aprender.(Jeneson & Squire, 2011)

Memoria sensorial se define como el almacenamiento breve de información dentro de una modalidad específica. (Kent, 2016)

Memoria de trabajo se refiere a la capacidad para mantener las cosas en la mente el tiempo suficiente como para llevar a cabo acciones secuenciales o tareas complejas, es fundamental en la vida diaria, juega un rol importante en la lectura, escritura, aritmética, lenguaje, imaginación, etc.(Melby-Lervåg, Redick, & Hulme, 2016)(Leszczyski, Fell, & Axmacher, 2015)

Memoria a largo plazo

Este tipo de memoria retiene información durante un tiempo variable, desde minutos hasta tiempos ilimitados. Algunos autores subdividen a esta memoria, en memoria declarativa o explícita y memoria no declarativa, implícita o procedimental de acuerdo a la naturaleza de lo que se recuerda.(Sumiyoshi, 2015)

I) Memoria declarativa o explícita

Es el tipo de memoria con el que recordamos experiencias previas (objetos, rostros, nombres, conceptos). El acceso a esta memoria es consciente, y se ha dividido en memoria semántica y episódica.(Kandel, Dudai, & Mayford, 2014)(Sumiyoshi, 2015)

A) Memoria semántica

Son recuerdos de hechos o conocimientos generales, en donde los conocimientos guardados no tienen contexto, por ejemplo el significado de las palabras; la evaluación más común de la memoria semántica es la fluidez verbal.(Huijgen & Samson, 2015)(Riedel & Blokland, 2015)

B) Memoria episódica

Son recuerdos que se relacionan con experiencias o eventos (episodios) personales específicos, que ocurrieron en un momento determinado y en algún lugar en el pasado, es decir son recuerdos de naturaleza autobiográfica.(Allen & Fortin, 2013)(Farovik, Dupont, & Eichenbaum, 2010) Este tipo de memoria consiste

en aspectos como el "qué", "dónde" y "cuándo" se adquirió la memoria.(Holland & Kensinger, 2010)(Rybak-Korneluk, Wichowicz, Żuk, & Dziurkowski, 2016)

II) Memoria no declarativa (implícita o procedimental)

La memoria no declarativa se adquiere a través de la ejecución de varias habilidades cognitivas y motoras, sin conciencia del momento ni del lugar de adquisición. Se va construyendo a través de la práctica y la repetición de varios ensayos, da lugar al aprendizaje de larga duración. El acceso es inconsciente y las áreas cerebrales relacionadas son el hipocampo, los ganglios basales y el cerebelo, entre otras. Suele ser una memoria fiel, rígida y duradera, derivada de tipos de aprendizaje básico y filogenéticamente antiguos, como la habituación y la sensibilización, el aprendizaje perceptivo y motor o los condicionamientos clásico e instrumental.(Hawkins & Byrne, 2015)

Se han identificado dos subclases principales de memoria implícita: no asociativa y asociativa.

En el **aprendizaje no asociativo** el sujeto aprende sobre las propiedades de un único estímulo, mientras que en el aprendizaje asociativo el sujeto aprende sobre la relación entre dos estímulos o entre un estímulo y una conducta. (Hawkins & Byrne, 2015)

Las formas elementales de aprendizaje no asociativo son habituación y sensibilización.

La **habituación** es la forma más simple de aprendizaje implícito y se refiere a la disminución de la respuesta a un estímulo benigno cuando este estímulo se presenta repetidas veces.(Kempzell & Fieber, 2016)

La **sensibilización** interviene un estímulo nocivo, el sujeto suele aprender a responder más enérgicamente no sólo a ese estímulo, sino también a otros, incluso los inocuos.(Byrne & Hawkins, 2015) Los reflejos de defensa, retracción y escape se exaltan, el más estudiado es el reflejo de Aplysia.(Hawkins, 2013)

Aprendizaje asociativo

Se han diferenciado dos formas de aprendizaje asociativo, basándose en los procedimientos experimentales utilizados para establecer el aprendizaje. El **condicionamiento clásico o Pavloviano** que implica aprender una relación entre dos estímulos, y el condicionamiento operante que supone aprender la relación entre la conducta de un organismo y las consecuencias de dicha conducta.(Rescorla, 1967)

El **condicionamiento operante** también es conocido como aprendizaje instrumental o por ensayo y error. Se caracteriza porque los organismos emiten espontáneamente, un número indeterminado de respuestas que forman parte de su repertorio conductual (caminar, emitir sonidos, etc.). A estas respuestas se les denomina operantes. Si alguna de estas respuestas es seguida de algún evento o estímulo favorable para el organismo, entonces esa conducta tenderá a repetirse.

Al estímulo favorable que sigue a la respuesta se le llama reforzado.(Kandel et al., 2014)

Otros tipos de memoria

Memoria prospectiva

La memoria prospectiva se basa en nuestras intenciones que tenemos de poder actuar en el futuro.(J D Crystal & Wilson, 2015) A veces las intenciones de actuar son interrumpidas por otras necesidades inmediatas, es decir son suspendidas temporalmente pero almacenadas en la memoria, lo que significa que tenemos que reactivar o recuperar estos recuerdos en un punto apropiado en el futuro.(Jonathon D. Crystal, 2013) Existen dos tipos de memoria prospectiva: La memoria prospectiva basada en el tiempo, la cual implica recordar que se debe tomar alguna acción en un punto específico en el futuro, aquí, el gatillo se centra en el paso del tiempo. La memoria prospectiva basada en eventos, la cual implica recordar realizar una acción cuando se produce un evento. Aquí, el disparador para recuperar una memoria prospectiva es la ocurrencia de un evento específico en el entorno. (J D Crystal & Wilson, 2015)

Memoria de reconocimiento.

Es la capacidad de reconocer un estímulo previamente experimentado y se basa en dos procesos, el primero es un sentido de familiaridad que se experimenta de inmediato y varía de una leve intuición a estar plenamente convencido,(por ejemplo, ves a una persona que te parece familiar, estás seguro que la conoces, pero no recuerdas de dónde o cuándo la conociste), el segundo proceso, es el recuerdo, que implica la recuperación de información o asociaciones cualitativas impulsadas por una señal crítica; es decir de repente con esta persona que no recuerdas, se lleva a cabo una conversación casual, te da algunas pistas y de inmediato recuerdas su nombre y dónde la conociste.(Eichenbaum, Yonelinas, & Ranganath, 2007)

Memoria falsa

La memoria falsa son recuerdos semánticos o autobiográficos que no ocurrieron. Se ha asociado con distintas enfermedades neurológicas (traumatismos craneoencefálicos, encefalitis, herpes, aneurismas, esclerosis múltiple, etc.), aunque también se presenta en personas sanas. Se expresa a través de confabulaciones, que son declaraciones falsas sin un esfuerzo consciente por engañar. Los confabuladores no son conscientes de la falsedad de sus declaraciones.(Mendez & Fras, 2011)

Estructuras anatómicas implicadas en el proceso de aprendizaje y memoria.

Existen múltiples regiones anatómicas en el sistema nervioso central implicadas en el proceso de aprendizaje y memoria. Las áreas anatómicas y sus diferentes vías

o zonas de asociación van a depender del tipo de memoria de que se trate. En términos generales está involucrada toda la corteza cerebral, la región del hipocampo, la región parahipocampal, núcleos grises centrales, amígdala cerebral, tálamo y cerebelo.

Cerebro

La parte del cerebro involucrada en la memoria es la corteza cerebral, que está formada de sustancia gris o cuerpos neuronales, y se encuentra localizada en la periferia de los diferentes lóbulos, se han detectado centros de memoria en la corteza del lóbulo frontal, parietal, occipital y temporal.(Stern, Gazarini, Vanvossen, Hames, & Bertoglio, 2014)(Erlich, Bialek, & Brody, 2011)

Región del hipocampo

El hipocampo se encuentra localizado en la cara inferior del cerebro a nivel de la quinta circunvolución temporal, por debajo del tálamo óptico. Estructuras que forman parte de esta región son el cuerno de Amón y sus diferentes áreas CA1, CA2, CA3, giro dentado, complejo subicular (presubiculum, prosubiculum, subiculum, y parasubiculum). Participa en la memoria declarativa (explicita), en la adquisición del aprendizaje espacial y en la consolidación de la memoria a largo y corto plazo.(Preston & Eichenbaum, 2013)(Eichenbaum et al., 2007)

Región parahipocampal

Localizada en la quinta circunvolución temporal en la parte más inferior del hipocampo está formada por la corteza perirrinal, entorrinal y parahipocampal, se activa en la presentación de escenas espaciales o en la memorización de objetos relacionados con lugares específicos.(Kitamura & Inokuchi, 2014)

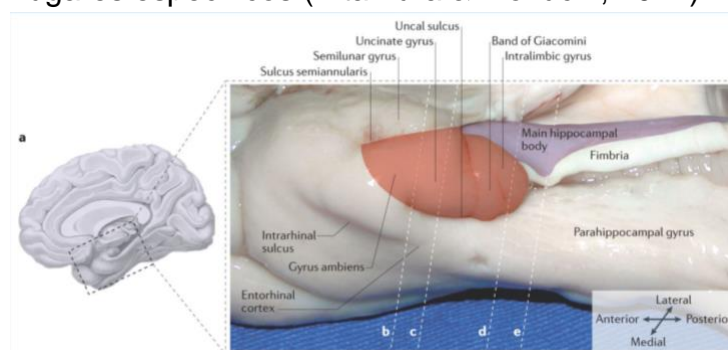


Figura 1. Estructuras anatómicas del hipocampo región anterior.(Zeidman & Maguire, 2017)

Ganglios o núcleos basales

Los ganglios basales son un grupo de núcleos de sustancia gris localizados en el mesencéfalo, diencefalo y en la parte central de los hemisferios cerebrales. Los más importantes son el cuerpo estriado con sus dos núcleos (caudado y putamen), el globo pálido, el núcleo subtalamico y la sustancia negra. Participan en múltiples

funciones, por sus diferentes conexiones o vías entre las que destacan funciones motoras, cognición, emociones y se les ha relacionado con la memoria implícita, memoria de trabajo y en el aprendizaje de hábitos y habilidades.(Mcnaughton, 2022)

Tálamo

El tálamo es un grupo de núcleos centrales que se encuentra localizados en ambos hemisferios cerebrales por debajo del cuerpo caloso y a ambos lados del tercer ventrículo, participa de manera importante en las vías del lenguaje, se ha propuesto la participación importante en la memoria procedimental, en la memoria de trabajo y en la memoria declarativa semántica.(Crosson & Crosson, 2021)(Sweeney-reed et al., 2021)

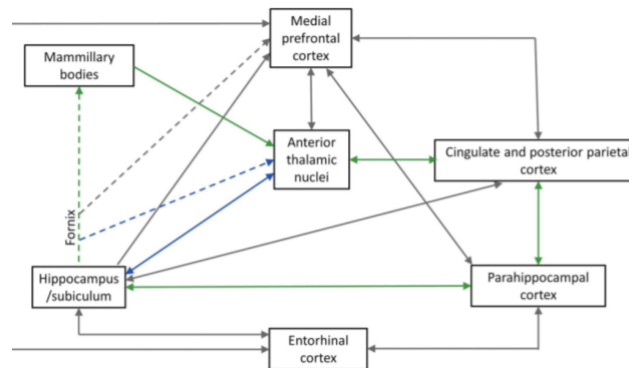


Figura 2. Conexiones anatómicas del núcleo anterior del tálamo en la memoria procedimental.(Sweeney-reed et al., 2021)

Amígdala cerebral

La amígdala es un grupo de núcleos de sustancia gris localizado en la profundidad del lóbulo temporal, por delante del hipocampo y en contacto con el núcleo caudado. se ha relacionado con las emociones en específico con el condicionamiento del miedo, además estar relacionada con la modulación de la memoria cuando se produce activación emocional.(Yang & Wang, 2017)

Cerebelo

El cerebelo es un órgano que se encuentra localizado en la parte inferior del lóbulo occipital del cerebro y por detrás del mesencéfalo, protuberancia anular y bulbo raquídeo. A través de múltiples estudios de lesiones cerebelosas y actualmente con los estudios de imagen, se ha demostrado la participación en la memoria implícita, memoria episódica, memoria de trabajo y en el aprendizaje asociativo de las palabras y de fluidez verbal.(Seese, 2020)(Johansson, 2019)

Conclusiones

El sistema nervioso central es una estructura muy compleja, formada por varios órganos localizadas dentro del cráneo y de la columna vertebral, está constituida por sustancia gris y sustancia blanca, todas estas estructuras se encuentran

interconectadas entre sí, para el adecuado funcionamiento de todo el organismo, procesan múltiples funciones, entre ellas lo relacionado con el aprendizaje y memoria, la cual es fundamental para nuestra vida diaria. Cualquier lesión en estas estructuras anatómicas puede provocar alteraciones en la memoria.

Referencias

- Alberini, C. M. (2009). Transcription Factors in Long-Term Memory and Synaptic Plasticity. *Physiological Reviews*, 89(1), 121–145. <https://doi.org/10.1152/physrev.00017.2008>
- Allen, T. a, & Fortin, N. J. (2013). The evolution of episodic memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110 Suppl, 10379–10386. <https://doi.org/10.1073/pnas.1301199110>
- Byrne, J. H., & Hawkins, R. D. (2015). Nonassociative learning in invertebrates. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 7(5), 1–15. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a021675>
- Crosson, B., & Crosson, B. (2021). The Role of the Thalamus in Declarative and Procedural Linguistic Memory Processes. *Front. Psychol*, 12(September). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.682199>
- Crystal, J D, & Wilson, A. G. (2015). Prospective memory: a comparative perspective. *Behav Processes*, 112, 88–99. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2014.07.016>
- Crystal, Jonathon D. (2013). Remembering the past and planning for the future in rats. *Behavioural Processes*, 93, 39–49. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2012.11.014>
- Eichenbaum, H., Yonelinas, A. P., & Ranganath, C. (2007). The Medial Temporal Lobe and Recognition Memory. *Annual Review of Neuroscience*, 30(1), 123–152. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.30.051606.094328>
- Erlich, J. C., Bialek, M., & Brody, C. D. (2011). A cortical substrate for memory-guided orienting in the rat. *Neuron*, 72(2), 330–343. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2011.07.010>
- Farovik, A., Dupont, L. M., & Eichenbaum, H. (2010). Distinct roles for dorsal CA3 and CA1 in memory for sequential nonspatial events. *Learning & Memory (Cold Spring Harbor, N.Y.)*, 17(1), 12–17. <https://doi.org/10.1101/lm.1616209>
- Hawkins, R. D. (2013). Possible contributions of a novel form of synaptic plasticity in *Aplysia* to reward, memory, and their dysfunctions in mammalian brain. *Learning & Memory (Cold Spring Harbor, N.Y.)*, 20(10), 580–591. <https://doi.org/10.1101/lm.031237.113>
- Hawkins, R. D., & Byrne, J. H. (2015). Associative learning in invertebrates. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 7(5), 1–17. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a021709>
- Holland, A. C., & Kensinger, E. A. (2010). Emotion and autobiographical memory. *Physics of Life Reviews*, 7(1), 88–131. <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2010.01.006>
- Huijgen, J., & Samson, S. (2015). The hippocampus: A central node in a large-scale brain network for memory. *Revue Neurologique*, 171(3), 204–216. <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2015.01.557>
- Jeneson, A., & Squire, L. R. (2011). Working memory, long-term memory, and medial temporal lobe function. *Learning & Memory*, 19(1), 15–25.

- <https://doi.org/10.1101/lm.024018.111>
- Johansson, F. (2019). Intrinsic memory of temporal intervals in cerebellar Purkinje cells. *Neurobiology of Learning and Memory*, 107103. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2019.107103>
- Kandel, E. R., Dudai, Y., & Mayford, M. R. (2014). The molecular and systems biology of memory. *Cell*, 157(1), 163–186. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2014.03.001>
- Kempsell, A. T., & Fieber, L. A. (2016). Habituation in the tail withdrawal reflex circuit is impaired during aging in *Aplysia californica*. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 8(FEB), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2016.00024>
- Kent, P. L. (2016). Working Memory: A Selective Review. *Applied Neuropsychology: Child*, 5(3), 163–172. <https://doi.org/10.1080/21622965.2016.1167491>
- Kitamura, T., & Inokuchi, K. (2014). Role of adult neurogenesis in hippocampal-cortical memory consolidation. *Molecular Brain*, 7(13), 1–8. <https://doi.org/10.1186/1756-6606-7-13>
- Leszczyski, M., Fell, J., & Axmacher, N. (2015). Rhythmic Working Memory Activation in the Human Hippocampus. *Cell Reports*, 13(6), 1272–1282. <https://doi.org/10.1016/j.celrep.2015.09.081>
- Mcnaughton, N. (2022). Construction of complex memories via parallel distributed cortical-subcortical iterative integration. *Trends Neurosci*, 45(7), 550–562. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2022.04.006>
- Melby-Lervåg, M., Redick, T. S., & Hulme, C. (2016). Working Memory Training Does Not Improve Performance on Measures of Intelligence or Other Measures of “Far Transfer”: Evidence From a Meta-Analytic Review. *Perspectives on Psychological Science: A Journal of the Association for Psychological Science*, 11(4), 512–534. <https://doi.org/10.1177/1745691616635612>
- Mendez, M. F., & Fras, I. A. (2011). The false memory syndrome: Experimental studies and comparison to confabulations. *Medical Hypotheses*, 76(4), 492–496. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2010.11.033>
- Preston, A. R., & Eichenbaum, H. (2013). Interplay of hippocampus and prefrontal cortex in memory. *Current Biology*, 23(17), 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.05.041>
- Proulx, E., Piva, M., Tian, M. K., Bailey, C. D. C., & Lambe, E. K. (2014). Nicotinic acetylcholine receptors in attention circuitry: the role of layer VI neurons of prefrontal cortex. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 71(7), 1225–1244. <https://doi.org/10.1007/s00018-013-1481-3>
- Rescorla, R. A. (1967). Pavlovian conditioning and its proper control procedures. *Psychological Review*, 74(1), 71–80.
- Riedel, W. J., & Blokland, A. (2015). Declarative Memory. In *Cognitive Enhancement* (pp. 215–236). https://doi.org/10.1007/978-3-319-16522-6_7
- Rybak-Korneluk, A., Wichowicz, H., Żuk, K., & Dziurkowski, M. (2016). Autobiographical memory and its meaning in selected mental disorders. *Psychiatria Polska*, 50(5), 959–972. <https://doi.org/10.12740/PP/38518>
- Seese, R. R. (2020). Pediatric Neurology Working Memory Impairments in Cerebellar Disorders of Childhood. *Pediatric Neurology*, 2–7. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2020.02.005>

- Stern, C. A., Gazarini, L., Vanvossen, A. C., Hames, M. S., & Bertoglio, L. J. (2014). Activity in prelimbic cortex subserves fear memory reconsolidation over time. *Learning & Memory*, 21(1), 14–20. <https://doi.org/10.1101/lm.032631.113>
- Sumiyoshi, T. (2015). Verbal Memory. In *Cognitive Enhancement* (pp. 237–247). https://doi.org/10.1007/978-3-319-16522-6_8
- Sweeney-reed, C. M., Buentjen, L., Voges, J., Schmitt, F. C., Hinrichs, H., Knight, R. T., & Rugg, M. D. (2021). The role of the anterior nuclei of the thalamus in human memory processing. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 126(September 2020), 146–158. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.02.046>
- Weinberger, N. M. (2015). *New perspectives on the auditory cortex: Learning and memory. Handbook of Clinical Neurology* (1st ed., Vol. 129). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-62630-1.00007-X>
- Yang, Y., & Wang, J. (2017). From Structure to Behavior in Basolateral Amygdala-Hippocampus Circuits, 11(October), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fncir.2017.00086>
- Zeidman, P., & Maguire, E. A. (2017). Anterior hippocampus : the anatomy of perception , imagination and episodic memory. *Nat Rev Neurosci*, 17(3), 173–182. <https://doi.org/10.1038/nrn.2015.24>.