

ساختمان داخلی مخچه:

مخچه مانند مخ دارای ماده سفید و خاکستری می باشد که ماده سفید زیر ماده خاکستری قرار دارد.

قشر مخچه (cerebellar cortex)

دارای چین خوردگی های فراوانی است که هر یک از چین ها (folia) دارای مقداری ماده سفید (medulla) است. به دلیل وجود چین های متعدد در قشر مخچه در برش ساجیتال به شکل درخت دیده می شود که به آن درخت زندگی (vitae arbor) گفته می شود. قشر مخچه دارای سه لایه است:

لایه مولوکولار (molecular layer) که خارجی ترین لایه کورتکس است و دارای سلولهای ستاره ای (stellate) و سبدی (basket) است که سلولهای نوروگلیا در این ساختار دیده می شود (شکل ۵۱-۲).

لایه پورکینژی (purkinje cell layer) که لایه میانی قشر است و حاوی نوروون های بزرگ کلژی نوع یک است که نوروون های پورکینژ نامیده می شود و این نوروون ها تنها راه و ابران مخچه

هستند که دندریت این نورون ها با لایه مولکولار سیناپس دارد و آکسون آنها وارد هسته های مخچه

می شود و با هسته دهلیزی خارجی سیناپس دارد (شکل ۵۱-۲)

لایه گرانولا (granular layer) که داخلی ترین لایه است و شامل سلولهای کوچک با هسته

های پررنگ و سیتوپلاسم کم است. آکسون های این نورون ها با لایه مولکولار به ویژه دندریت

سلول های پورکینژ سیناس می دهد و دندریت این نورون ها در همین لایه با سایر سلولها سیناپس

می دهد. در این لایه نوع دیگر سلول به نام گلژی وجود دارد که دندریت آن در لایه مولکولی

میرود و آکسون آن در همین لایه سیناپس ایجاد می کند.

هسته های مخچه حاوی نورون های چند قطبی بزرگ هستند که راههای ارتباطی الیاف و ابران

مخچه می باشند. این هسته ها از خارج به داخل به شرح زیر هستند:

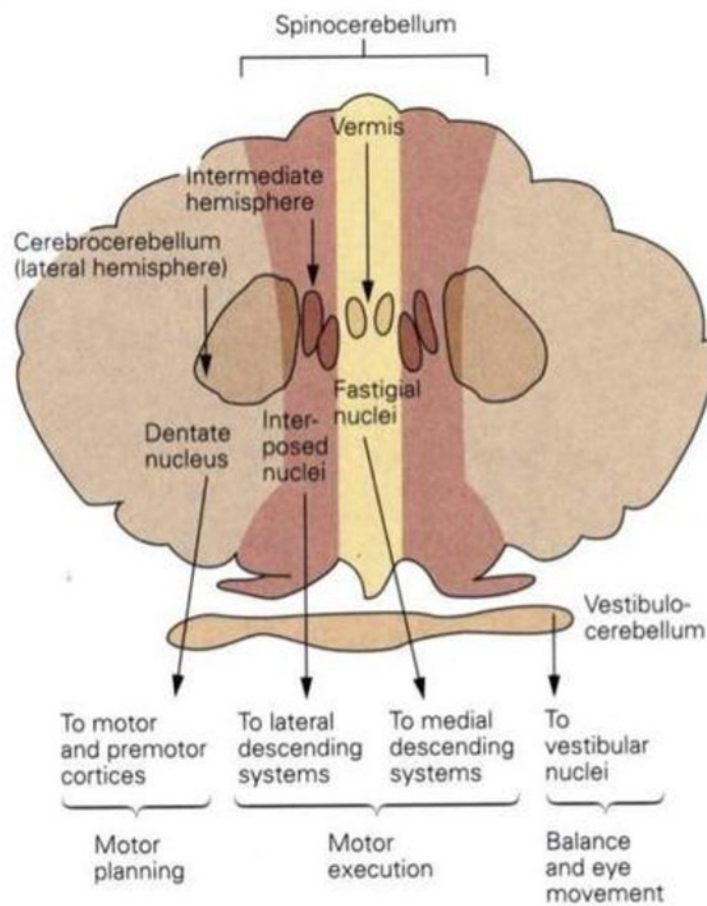
هسته دندانه ای (dentate) در مرکز هر نیمکره مخچه قرار دارد که در مقطع عرضی به شکل

دو حرف C قرینه است. این هسته بزرگترین هسته مخچه است (شکل ۵۰-۲).

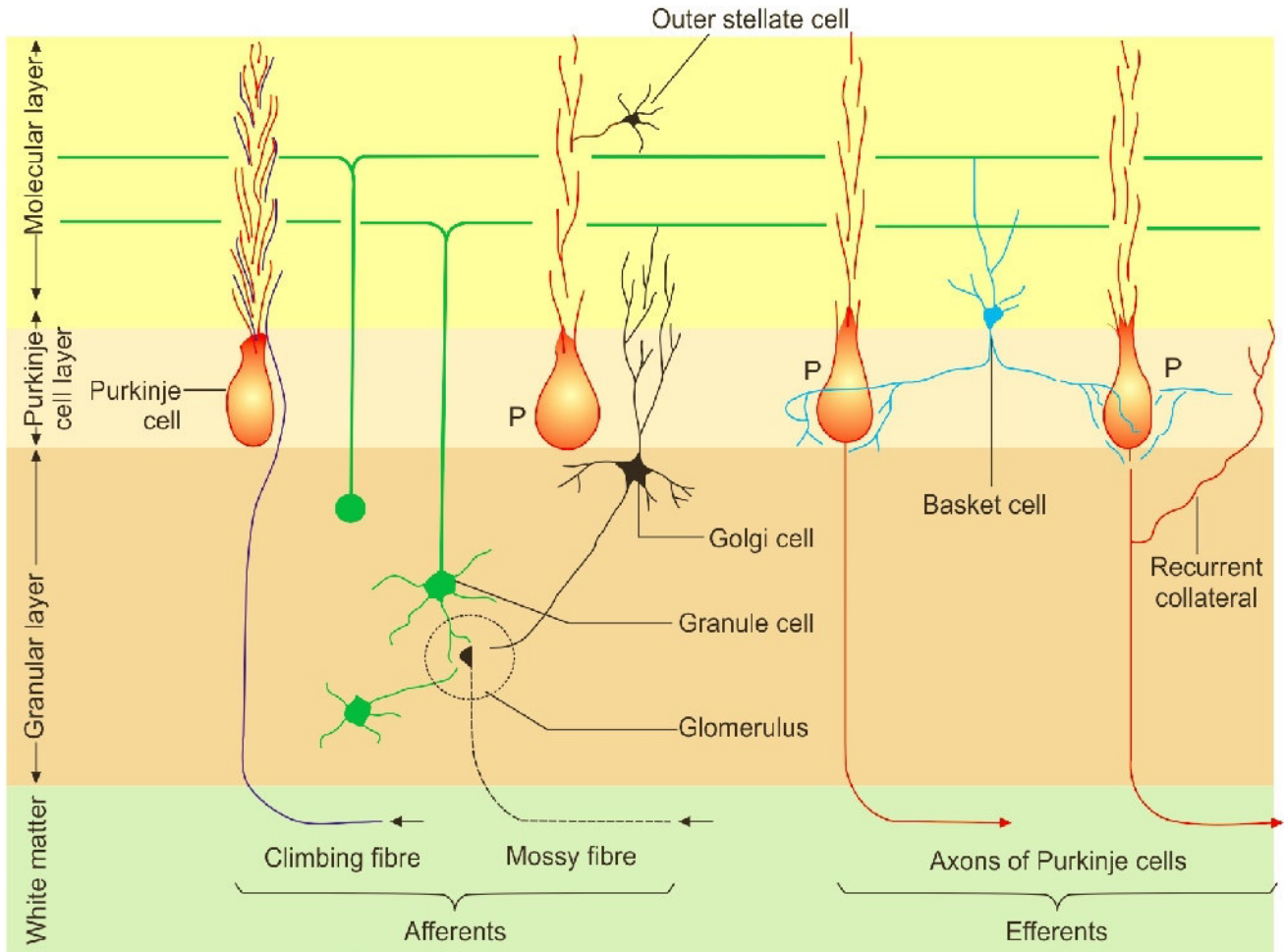
هسته لخته ای (emboliform) بیضی شکل است و در سمت داخل هسته دندانه ای قرار دارد

هسته کروی (globose) در سمت داخلی هسته لخته ای قرار دارد.

هسته شیروانی (fastigial) در طرفین خط وسط در و در سمت مدیال هسته گلوبوس قرار دارد.



شکل ۵۰-۲



شکل ۵۱-۲: نمایی از نورون های قشر مخچه

ماده سفید مخچه

این بخش مخچه بخش مرکزی مخچه است و شامل الیاف ارتباطی آوران و وایران می باشد. بخش عمده آن شامل الیاف آوران است (سه برابر وایران ها) که توسط پایک های تحتانی و میانی از سه قسمت CNS (قشر مخ، نخاع و ساقه مغز) وارد مخچه میشوند.

عمده الیاف وایران از هسته های مخچه منشا میگیرند که توسط پایک های فوقانی و تحتانی خارج می روند و برخی مستقیم از قشر مخچه به هسته دهلیزی لترال می روند. الیاف ارتباطی بخش های مختلف مخچه را به هم مرتبط می سازند.

ارتباطات و عملکردهای هسته های مخچه

Nucleus	Afferent	Efferent	Functions
Nucleus fastigii	<ul style="list-style-type: none"> Vestibular apparatus through the vestibular nerve Vestibulocerebellum, i.e., vermis and flocculonodular lobe 	<ul style="list-style-type: none"> To vestibular nuclei To reticular formation of the medulla To thalamus To midbrain (red nucleus, central grey matter—nucleus of Darkschewitsch) To visceral centres in brainstem To medial accessory and main inferior olivary nuclei 	Control of muscle action (axial and proximal limb muscles) in response to labyrinthine stimuli
Nucleus emboliform and nucleus globose	From the paravermal area or spinocerebellum	<ul style="list-style-type: none"> To red nucleus To thalamus To reticular formation To pontine nuclei To dorsal accessory olivary nucleus 	Controls crude movements of the limbs
Nucleus dentate	From neocerebellum or the lateral part of cerebellar hemisphere	<ul style="list-style-type: none"> To thalamus To red nucleus To oculomotor nucleus To inferior olivary nucleus To reticular formation 	Controls highly skilled voluntary movements of precision

شکل ۵۲-۲

راههای عصب هسته های مخچه و عملکرد آنها

S.No	Tract	Functions
Superior Cerebellar Peduncle		
A. Fibres entering the cerebellum		
1	Ventral spinocerebellar tract	Proprioception and exteroception (lower limb)
2	Tectocerebellar fibres	Visual input
3	Trigemino-cerebellar fibres	Proprioception from mesencephalic nucleus
4	Hypothalamocerebellar fibres	Somatic visceral integration
5	Coerulocerebellar fibres	Noradrenergic modulation of cerebellar learning
B. Fibres leaving the cerebellum		
1	Cerebellorubral fibres	From the dentate, emboliform and globose nuclei for fine motor coordination and muscle tone
2	Cerebellothalamic fibres	
3	Cerebelloreticular	Somatomotor and autonomic modulation
4	Cerebello-olivary fibres	GABAergic feedback
5	Cerebellohypothalamic fibres	Cerebellar autonomic modulation
Middle Cerebellar Peduncle		
1	Pontocerebellar fibres	Corticopontocerebellar pathway for motor planning
2	Serotonergic fibres	Modulates the responses of other neurotransmitters
Inferior Cerebellar Peduncle		
A. Fibres entering the cerebellum		
1	Posterior spinocerebellar tract	Proprioception and exteroception (lower limb)
2	Cuneocerebellar tract (posterior external arcuate fibres)	Proprioception and exteroception (upper limb)
3	Olivocerebellar fibres	Climbing fibres from inferior olivary and accessory olivary nucleus for cerebellar learning
4	Parolivocerebellar fibres	
5	Reticulocerebellar fibres	Feedback from entire central nervous system: spinal cord to cortex
6	Vestibulocerebellar fibres	Information about head position in its movement
7	Anterior external arcuate fibres	From arcuate nuclei, which are displaced pontine nuclei
8	Fibres of striae medullares	(cortico-arcuate-cerebellar pathways)
9	Trigemino-cerebellar fibres	Exteroception (main sensory and spinal nuclei)
B. Fibres leaving the cerebellum		
1	Cerebello-olivary fibres	GABAergic feedback
2	Cerebellovestibular fibres	Regulates body equilibrium
3	Cerebelloreticular fibres	Somatomotor modulation
	Fibres in all the above mentioned efferent tracts in inferior cerebellar peduncle arise from the fastigial nucleus	

شکل ۵۳-۲

گروه آموزشی سیستم های تصویربرداری پزشکی کمی (QMISG)

تهران، بلوار کشاورز، مجتمع بیمارستانی امام خمینی، ساختمان پرویز کابلی، مرکز تحقیقات تصویربرداری سلولی و مولکولی

<https://telegram.me/QMISG>www.qmisg.com

تلفن: ۰۲۱-۶۶۵۸۱۵۰۵، همراه: ۰۹۱۰۵۸۷۱۱۸۲، وبسایت:

References:

1. [Margaret Semrud-Clikeman](#), [Phyllis Anne Teeter Ellison](#), "Child Neuropsychology: Assessment and Interventions for Neurodevelopmental Disorders, 2nd Edition, Springer Science & Business Media, chapter 2: 25-46
2. PRITHA S BHUIYAN, LAKSHMI RAJGOPAL, K SHYAMKISHORE, "Textbook of HUMAN NEUROANATOMY (Fundamental and Clinical)", chapter ۱۳, 9 Edition, 2014
3. [Jeffery G. Bednark](#), [Megan E. J. Campbell](#), and [Ross Cunnington](#), "Basal ganglia and cortical networks for sequential ordering and rhythm of complex movements", [Front Hum Neurosci](#). 2015; 9: 421
۴. دکتر فریدون نگهدار، احسان پورقیومی، "آناتومی دستگاه عصبی مرکزی"، انتشارات حیدری، چاپ اول 3131 -
5. Massimo Filippi, "fMRI Techniques and Protocols", Springer, 2009.
6. Edson Amaro Jr, Gareth J. Barker, "Study design in fMRI: Basic principles", Elsevier, 2005.
7. Stephan Ulmer, Olav Jansen, "fMRI Basics and Clinical Applications", Springer-Verlag Berlin Heidelberg, , 2nd Edition, 2013.
8. Jija S James, Rajesh P G, Chandrasekharan Kesavadas, "fMRI paradigm designing and post-processing Tools", The Indian journal of radiology and imaging, V 24, February 2014.
9. Lowe MJ, Lurito JT, Mathews VP, Phillips MD, Hutchins GD. Quantitative comparison of functional contrast from BOLD-weighted spin-echo and gradient-echo echoplanar imaging at 1.5T and H2150 PET in the whole brain. *J Cereb Blood Flow Metab* 20(9):1331-1340.
10. Kocak M. Functional MR imaging of the motor homunculus: Toward optimizing paradigms for clinical scenarios. Proceedings of the American Society of Neuroradiology, Vancouver, Canada. May 13-17, 2002.
11. Ulmer JL, Hacein-Bey L, Mathews VP, Mueller W, DeYoe, EA, Prost R, Meyer G, Wascher TM, Krouwer HG, Schmainda KD, Lowe M. Lesion-induced pseudo-dominance at fMRI: Implications for Pre-operative Assessments. *Neurosurgery* 55:569-581(2004).

12. Yetkin FZ, Mueller WM, Hammeke TA, Morris GL 3rd, Haughton VM. Functional magnetic resonance imaging mapping of the sensorimotor cortex with tactile stimulation. *Neurosurgery*. 1995 May;36(5):921-5
13. Moritz C, Rowley H, Haughton V, Swartz K, Jones J, and Badie B. Functional MR imaging assessment of a non-Responsive brain injured patient. *Magnetic Resonance Imaging* 19: 1129-1132, 2001.
14. Paradigm developed by Mary Machulda, PhD, L.P. Mayo Clinic, Rochester
15. W.D. Gaillard, MD, L.M. Balsamo, MA, Z. Ibrahim, BA, B.C. Sachs, BS and B. Xu, PhD. fMRI identifies regional specialization of neural networks for reading in young children. *Neurology* 2003;60:94-100.
16. Paradigm developed by JT Lurito, MD, PhD
17. Laurito JT, Bryan RN, Mathews UP, Ulmer JU, Lowe MJ. Functional Brain Mapping, Categorical Course in Diagnostic Radiology: Neuroradiology, Oak Brook, IL RSNA 2000; 79-104.
18. Salvan CV, Ulmer JL, DeYoe EA, Wascher T, Mathews VP, Lewis JW, Prost R. Visual Object Agnosia and Pure Word Alexia: Correlation of fMRI and Lesion Localization. *JCAT: Vol. 28(1)* 63-67, 2004. Paradigm developed by Keith Thulborn, MD, PhD, L.P. University of Illinois, Chicago
19. DeYoe, E. A., Bandettini, P., Neitz, J., Miller, D. & Winans, P. Functional magnetic resonance imaging (FMRI) of the human brain. *Journal of Neuroscience Methods* 54, 171-187 (1994).
20. DeYoe, E. A., Carman, G., Bandettini, P., Glickman, S., Wieser, J., Cox, R., Miller, D. & Neitz, J. Mapping striate and extrastriate visual areas in human cerebral cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences - USA* 93, 2382-2386 (1996).
21. Saad, Z. S., Ropella, K. M., Cox, R. W. & DeYoe, E. A. Analysis and use of FMRI response delays. *Human Brain Mapping* 13, 74-93. (2001).
22. Saad, Z. S., DeYoe, E. A. & Ropella, K. M. Estimation of FMRI response delays. *Neuroimage* 18, 494-504 (2003).
23. Daniel Orringer, MD, David R. Vago, PhD, and Alexandra J. Golby, MD, Clinical Applications and Future Directions of Functional MRI, *Semin Neurol*. Author manuscript, 2012 September ; 32(4): 466-475.
24. Yanmei Tie, Ralph O. Suarez, Stephen Whalen, Alireza Radmanesh, Isaiah H. Norton, and Alexandra J. Golby, Comparison of blocked and event-related fMRI designs for

presurgical language mapping, NIH Public Access Author Manuscript, Neuroimage. 2009 August ; 47(Suppl 2): T107–T115.

25. Martijn P. van den Heuvel, Hilleke E. Hulshoff Pol, Exploring the brain network: A review on resting-state fMRI functional connectivity, Elsevier, European Neuropsychopharmacology (2010) 20, 519–534.
26. Philippe Fossati, M.D., Ph.D. Stephanie J. Hevenor, Simon J. Graham, Ph.D., Cheryl Grady, Ph.D. Michelle L. Keightley, M.A., Fergus Craik, Ph.D., Helen Mayberg, M, In Search of the Emotional Self: An fMRI Study Using Positive and Negative Emotional Words, Am J Psychiatry 2003; 160:1938–1945.
27. An FMRI study of emotional face processing in adolescent major depression, Journal of Affective Disorders · October 2014.