

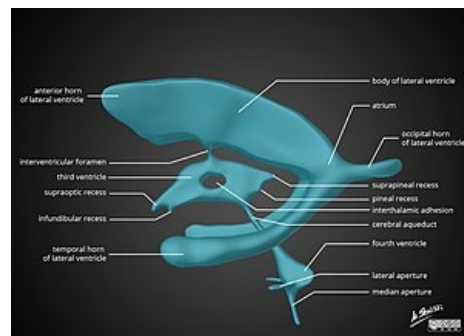
Cirkulace mozkomíšního moku

Převážná většina likvoru vzniká filtrací krevní plazmy skrze fenestrované kapiláry a apikální stranu epitelu **plexus choroideus** v mozkových komorách. Určitá část likvoru je produkována extrachoroidálními zdroji, primárně na základě filtrace následkem hydrostatického tlaku prostřednictvím cerebrálních kapilár. Celkový objem likvoru je zhruba 150 ml, přičemž se přibližně za každých pět až šest hodin obnoví.

Cirkulace

Zastaralý koncept tzv. **bulk flow** cirkulace ^[1] je postaven na hypotéze, že je cirkulace likvoru jednosměrná a jasně stanovená dle následujícího schématu:

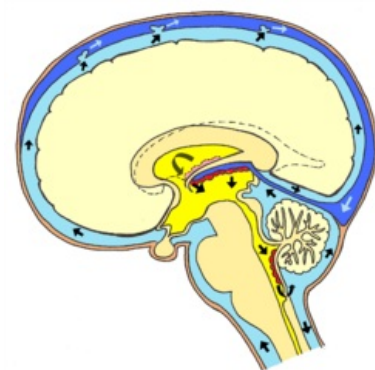
1. z postranních komor likvor odtéká do **III. komory** cestou *foramen interventriculare*;
2. dále do **IV. komory** pomocí *aqueductus mesencephali* (Sylviovův kanálek);
3. odsud se dostává do **subarachnoideálního prostoru** přes apertura mediana, tzv. *foramen Magendii*, et *aperturæ laterales ventriculi quarti* neboli *foramina Luschkae*;
4. část moku teče kaudálně kolem míchy, část obtéká mozkový kmen a následně vzestupuje po laterálních plochách hemisfér vzhůru.



Anatomie komorového systému.

Popsaný model závisí na hydrostatických silách, které zprostředkovávají gradient mezi choroidními plexy a arachnoidálními granulacemi, kde se dle tohoto konceptu likvor vstřebává.

Dle současných MRI studií ^{[2][3]} se ale prokázalo, že tento model postrádá několik základních předpokladů. Je zřejmé, že samotná hydrodynamika likvoru je mnohem komplexnější, závislá nejenom na jeho hybnosti, ale také na hybnosti krve, arteriálních pulzních vlnách, venóznímu tlaku či respiračních vlnách. Proto se na základě těchto poznatků zavedl další pojem, tzv. **pulsatile flow model**, který zmíněné faktory zohledňuje. V současné době je cirkulace moku vysvětlována vzájemným působením jak bulk, tak pulsatile flow modelu se základními koncepty intercelulární výměny v rámci intracerebrálního parenchymu ^{[4][5][6]}.



Cirkulace mozkomíšního moku komorami

Absorpce

Historicky se uvádí, že největší množství likvoru se vstřebává do žilního systému *sinus durae matris* pomocí *pacchionských granulací*, v míše do *plexus venosi vertebrales interni* ^{[7][8]}. Nověji je toto tvrzení zpochybňováno, zejména díky novým objevům, které se týkají tzv. **glymfatického systému**. Role glymfatického systému se zkoumá jak u fyziologických modelů, tak i u patofyziologických mechanismů mnoha neurodegenerativních chorob, včetně Alzheimerovy choroby, Parkinsonovy choroby nebo například u pacientů s normotenzním hydrocefalem ^{[9][10][11]}. Díky inovacím v zobrazovacích metodách se potvrzuje hypotéza, že se likvor nevstřebává pouze skrze arachnoidální granulace do venózní cirkulace, ale že se částečně absorbuje skrze glymfatický systém. Podílí se na něm pochvy hlavových a míšních nervů či ependymální tkáň. Další část likvoru prostupuje do extracelulární tekutiny, odkud se dostává do intersticiální tekutiny a přes perivaskulární prostory dále, mimo jiné přímo do lymfatiky, kde se vstřebává definitivně ^{[12][13][14]}.

Odkazy

Související články

- Vyšetření mozkomíšního moku
- Komorový systém mozku
- Mozkomíšní mok
- Medulla spinalis
- Mozek

Použitá literatura

- RADOMÍR, Čihák. *Anatomie 3 : Třetí, upravené a doplněné vydání.* - vydání. Grada Publishing, a.s., 2016.

- PETROVICKÝ, Pavel. *Anatomie s topografií a klinickými aplikacemi : Neuroanatomie, smyslová ústrojí a kůže. III. svazek.* - vydání. Osveta, 2002. 542 s. ISBN 9788080630485.
- DRUGA, Rastislav a Miloš GRIM. *Anatomie centrálního nervového systému.* 1. vydání. Praha : Galén; Karolinum, 2011. 219 s. ISBN 978-80-7262-706-6.

Reference

1. EKSTEDT, J. CSF hydrodynamic studies in man. 2 . Normal hydrodynamic variables related to CSF pressure and flow.. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry.* 1978, roč. 4, vol. 41, s. 345-353, ISSN 0022-3050. DOI: 10.1136/jnnp.41.4.345 (<http://dx.doi.org/10.1136%2Fjnnp.41.4.345>).
2. HODEL, Jérôme, Alain LEBRET a Eric PETIT. Imaging of the entire cerebrospinal fluid volume with a multistation 3D SPACE MR sequence: feasibility study in patients with hydrocephalus. *European Radiology.* 2012, roč. 6, vol. 23, s. 1450-1458, ISSN 0938-7994. DOI: 10.1007/s00330-012-2732-7 (<http://dx.doi.org/10.1007%2Fs00330-012-2732-7>).
3. NILSSON, C., F. STAHLBERG a C. THOMSEN. Circadian variation in human cerebrospinal fluid production measured by magnetic resonance imaging. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology.* 1992, roč. 1, vol. 262, s. R20-R24, ISSN 0363-6119. DOI: 10.1152/ajpregu.1992.262.1.r20 (<http://dx.doi.org/10.1152%2Fajpregu.1992.262.1.r20>).
4. BERGSNEIDER, Marvin. Evolving Concepts of Cerebrospinal Fluid Physiology. *Neurosurgery Clinics of North America.* 2001, roč. 4, vol. 12, s. 631-638, ISSN 1042-3680. DOI: 10.1016/s1042-3680(18)30021-4 (<http://dx.doi.org/10.1016%2Fs1042-3680%2818%2930021-4>).
5. BRINKER, Thomas, Edward STOPA a John MORRISON. A new look at cerebrospinal fluid circulation. *Fluids and Barriers of the CNS.* 2014, roč. 1, vol. 11, s. 10, ISSN 2045-8118. DOI: 10.1186/2045-8118-11-10 (<http://dx.doi.org/10.1186%2F2045-8118-11-10>).
6. WILSON, Mark H. Monro-Kellie 2.0: The dynamic vascular and venous pathophysiological components of intracranial pressure. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism.* 2016, roč. 8, vol. 36, s. 1338-1350, ISSN 0271-678X. DOI: 10.1177/0271678x16648711 (<http://dx.doi.org/10.1177%2F0271678x16648711>).
7. YAMASHIMA, T.. Ultrastructural study of the final cerebrospinal fluid pathway in human arachnoid villi. *Brain Research.* 1986, roč. 1, vol. 384, s. 68-76, ISSN 0006-8993. DOI: 10.1016/0006-8993(86)91220-5 (<http://dx.doi.org/10.1016%2F0006-8993%2886%2991220-5>).
8. POLLAY, Michael. The function and structure of the cerebrospinal fluid outflow system. *Cerebrospinal Fluid Research.* 2010, roč. 1, vol. 7, s. ?, ISSN 1743-8454. DOI: 10.1186/1743-8454-7-9 (<http://dx.doi.org/10.1186%2F1743-8454-7-9>).
9. GORDLEEVA, Susanna, Oleg KANAKOV a Mikhail IVANCHENKO. Brain aging and garbage cleaning. *Seminars in Immunopathology.* 2020, roč. 5, vol. 42, s. 647-665, ISSN 1863-2297. DOI: 10.1007/s00281-020-00816-x (<http://dx.doi.org/10.1007%2Fs00281-020-00816-x>).
10. LEINONEN, Ville, Ritva VANNINEN a Tuomas RAURAMAA. Cerebrospinal fluid circulation and hydrocephalus. *Handbook of Clinical Neurology.* 2018, roč. ?, vol. ?, s. 39-50, ISSN 0072-9752. DOI: 10.1016/b978-0-12-802395-2.00005-5 (<http://dx.doi.org/10.1016%2Fb978-0-12-802395-2.00005-5>).
11. LIU, Lei, Yushan LU a Hui KONG. Aquaporin-4 deficiency exacerbates brain oxidative damage and memory deficits induced by long-term ovarian hormone deprivation and D-galactose injection. *The International Journal of Neuropsychopharmacology.* 2011, roč. 01, vol. 15, s. 55-68, ISSN 1461-1457. DOI: 10.1017/s1461145711000022 (<http://dx.doi.org/10.1017%2Fs1461145711000022>).
12. MOLLANJI, R., R. BOZANOVIC-SOSIC a I. SILVER. Intracranial pressure accommodation is impaired by blocking pathways leading to extracranial lymphatics. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology.* 2001, roč. 5, vol. 280, s. R1573-R1581, ISSN 0363-6119. DOI: 10.1152/ajpregu.2001.280.5.r1573 (<http://dx.doi.org/10.1152%2Fajpregu.2001.280.5.r1573>).
13. MOLLANJI, R., R. BOZANOVIC-SOSIC a A. ZAKHAROV. Blocking cerebrospinal fluid absorption through the cribriform plate increases resting intracranial pressure. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology.* 2002, roč. 6, vol. 282, s. R1593-R1599, ISSN 0363-6119. DOI: 10.1152/ajpregu.00695.2001 (<http://dx.doi.org/10.1152%2Fajpregu.00695.2001>).
14. CSERR, Helen F. a Paul M. KNOFF. Cervical lymphatics, the blood-brain barrier and the immunoreactivity of the brain: a new view. *Immunology Today.* 1992, roč. 12, vol. 13, s. 507-512, ISSN 0167-5699. DOI: 10.1016/0167-5699(92)90027-5 (<http://dx.doi.org/10.1016%2F0167-5699%2892%2990027-5>).