

Willisův okruh

Willisův okruh (angl. *Circle of Willis*), také označován jako *circulus arteriosus cerebri*, je anatomická struktura poskytující anastomotické spojení mezi přední a zadní mozkovou cirkulací a mezi pravou a levou cerebrální hemisférou. Zdroji krve pro mozek jsou *a. carotis interna dextra et sinistra* a *a. vertebralis dextra et sinistra*, které spolu s dalšími cévami tento arteriální okruh vytvářejí.

Willisův okruh se nachází v **subarachnoidálním prostoru** v interpedunkulární cisterně (nepárová cisterna vyplněná likvorem mezi *pedunculi cerebri*). Obklopuje tak struktury v oblasti kolem *fossa interpeduncularis* – *corpora mamillaria*, *infundibulum* hypofýzy nebo *chiasma opticum*.

Označení „Willisův“ okruh nevzniklo náhodou – jako první jej veřejně popsal Thomas Willis v publikaci *Cerebri Anatome (Cerebri anatome neroorumgue descriptio el usus – The Anatomy of the Brain and Nerves)* v roce 1664. ^[1]

Struktura

Willisův okruh je v přední části ohraničen **a. communicans anterior**, jež je spojnici bilaterálních **aa. cerebri anteriores** (ACA). Obě ACA dále pokračují posterolaterálně, až každá z nich dosáhne na jedné straně spojení s **a. carotis interna** (ICA). Z každé ICA individuálně odstupuje **a. ophthalmica**. V místě spojení mezi ACA a ICA se laterálním pokračováním ICA stávají **aa. cerebri mediae dex. et sin.** (MCA). Dále z ACA-ICA spojení posteromediálně pokračují **aa. communicans posteriores** dex. et sin., jež spojují MCA s **aa. cerebri posteriores** dex. et sin. (PCA).

Bilaterální PCA následně vycházejí z **a. basilaris** (BA), jež vzniká spojením *aa. vertebrales* na přední straně pontu. Z BA vychází více větví včetně **a. superior cerebelli**, **a. pontis**, **a. labyrinthi** a **a. cerebelli anterior inferior dex. et sin.** Na anteriorní straně oblongaty *a. basilaris* anastomosuje s bilaterální **a. vertebralis**, ze které na každé straně vystupují **a. cerebelli posterior inferior dex. et sin.** Každá *a. vertebralis* vysílá větvíčku, jejichž spojením před oblongatou v úrovni *foramen magnum* vzniká nepárová **a. spinalis anterior**.

Zkratky názvů tepen Willisova okruhu (pro více informací [Expand] rozbalte)

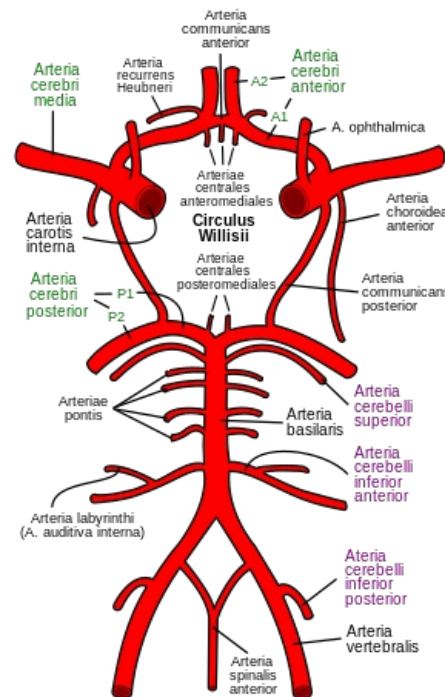
Vystupující tepny

Z Willisova okruhu vycházejí trojí tepny:

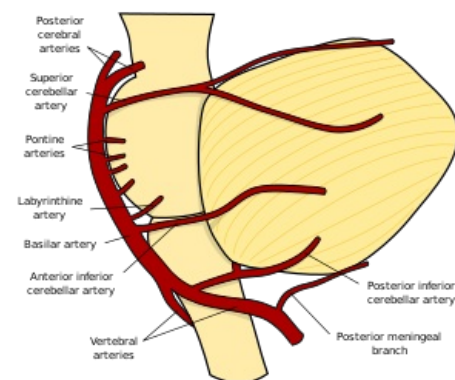
1. **Korové tepny** – obecně větvení *a. cerebri anterior, media et posterior*. Rozdělují se na krátké (korové) a dlouhé (medulární).
2. **Aa. centrales** (*aa. basales*) – skupina zahrnující menší tepny k bazi mozkové, jsou rozdělovány na *aa. centrales anterolaterales* a *aa. centrales posterolaterales* (označení na základě lokalizace jejich výstupu z Willisova okruhu). Zásobují hluboké struktury jako bazální ganglia, hypothalamus, thalamus.
3. **Aa. choroideae** – vycházejí do *plexus choroidei* III. komory, laterálních komor, bazálních ganglií a sousedící struktury. *A. choroidea anterior* jde podélně s *tractus opticus*, jenž zásobuje, a míří do *globus pallidus* a *capsula interna* (přesně do *genu capsulae internae*). *A. choroidea posterior* je často zdvojená, podél *lamina quadrigemina* jde ke *corpus pineale*, zásobuje *pulvinar thalami* a *tela choroidea ventriculi tertii*.

 Podrobnější informace naleznete na stránce Cévy mozku.

Funkce



Willisův okruh



Tepny zásobující cerebellum. Je zde zakreslena *a. basilaris* a její větve, přívodné *aa. vertebrales*, dále PICA, SCA, PCA.



MRI projekce Willisova okruhu

Funkcí okruhu je tvorba anastomóz mezi vnitřními cerebrálními tepnami společně s vertebrobasilárním systémem tepen v rámci ventrálního aspektu mozku. Díky tomuto spojení je umožněn průtok krve mezi přední a zadní mozkovou cirkulací. Willisův okruh může v případě uzavření některé nebo některých z přírodných tepen (typickým příkladem je stenóza *a. carotis interna*) částečně zastoupit jejich funkci zásobení mozku krví – hraje fundamentální roli v ochraně před ischemií mozku.

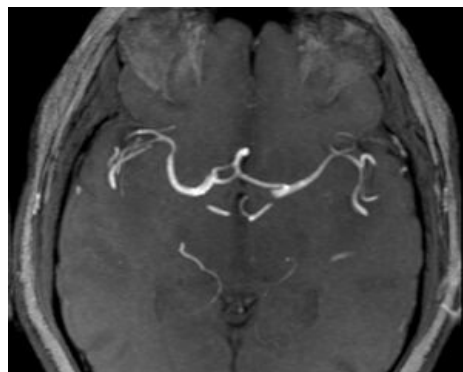
Mimoto je díky vycházejícím tepnám umožněno nejenom prokrvení hlubokých struktur *capsula interna*, bazálních ganglií či thalamu, ale také okolní struktur jako *chiasma opticum*, *corpora mamillaria*, hypofýza, epifýza.

Anatomické variace

Willisův okruh není u všech lidí stejný, **kompletní je přítomen u menšiny populace** (přibližně se jedná pouze u 20–25 %). Majoritně se vyskytuje s mnoha fyziologickými variantami a anomáliemi – typicky jsou zaznamenány duplikované, fenestrované, hypoplastické nebo zcela chybějící cévy. ^{[2][3]}

Mezi nejčastější variace řadíme:

- hypoplázie jedné nebo obou *a. communicans posterior*,
- hypoplastický/chybějící A1 segment *a. cerebri anterior*,
- chybějící/fenestrovaná *a. communicans anterior*,
- *a. cerebri posterior* s chybějícím/hypoplastickým P1 segmentem (tzv. fetální PCA) ^[4].



MRI – fenestrovaná ACA

Okluze tepen Willisova okruhu

 *Podrobnější informace naleznete na stránce Ischemie mozku.*

A. cerebri anterior (ACA) zásobuje mediální část primárního motorického a primárního somatosenzorického kortexu. Následkem poruchy zásobení těchto oblastí typicky dochází k senzickým a motorickým deficitům v kontralaterální dolní polovině těla – zejména v dolních končetinách.

Následkem okluze **a. cerebri media** (MCA) se deficit (senzický a motorický) projevují na kontralaterální části horní poloviny těla – postiženy jsou primárně horní končetiny a obličej. Nejtypičtějším následkem ischemie Brocova motorického řečového centra je tzv. Brocova afázie.

V případě ischemie okcipitálního laloku, jenž je zásoben **a. cerebri posterior** (PCA), může dojít ke kontralaterální homonymní hemianopsii, tedy ztrátě jednoho temporálního a jednoho nazálního zorného pole (záleží na tom, zda je okluze PCA vpravo nebo vlevo).

Jedny z nejnebezpečnějších okluzí tepen Willisova okruhu jsou ty vně **a. basilaris** (BA). Vzhledem k probíhajícímu tractus corticospinalis kolem BA, okluze této tepny může oboustranně poškodit funkci této dráhy. Stav, ve který tato situace může vyústit, je označován jako tzv. *Locked-in* syndrom ^[5]. Pacient s tímto syndromem má bilaterální ztrátu funkce kortikospinální dráhy – jediné pohyby, jež jsou zachovány, jsou vertikální pohyby oka. *Locked-in* syndrom ovšem nepostihuje pacientovo vědomí nebo bdělost.

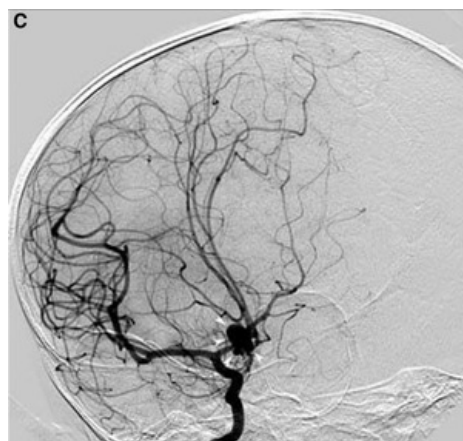
Aneurysmata Willisova okruhu

 *Podrobnější informace naleznete na stránce Aneurysma.*

Nejčastěji se mozková aneurysmata vyskytují v oblastech **bifurkací tepen** na bazi mozku v subarachnoidálním prostoru. Obecně se léčbou snažíme předejít ruptuře aneurysmatu, které může (ale nemusí) mít až fatální následky. Ruptury aneurysmat jsou **nejčastější příčinou subarachnoidálního krvácení**.

V rámci Willisova okruhu se typicky vyskytují **pravá vakovitá** aneurysmata – řešení může být buď endovaskulární v podobě koilu (častější, tzv. *coiling*), nebo chirurgické zaklípování aneurysmatu (tzv. *clipping*).

 *Podrobnější informace naleznete na stránce Léčba intrakraniálního aneurysmatu.*



Aneurysma distálního A1 segmentu *a. cerebri anterior* (ACA)

Video – 3D anatomie Willisova okruhu

Následující video v anglickém jazyce popisuje anatomii Willisova okruhu ve 3D ve vztahu k okolním strukturám.



Odkazy

Související články

- Cévy mozku
- Ischemie mozku
- Ischemie
- Aneurysma
- Cévní mozkové příhody
- Léčba intrakraniálního aneurysmatu
- Subarachnoidální krvácení
- Intrakraniální hypertenze

Externí odkazy

- Circle of Willis Anatomy, Medscape (<https://emedicine.medscape.com/article/1877617-overview>)
- Circle of Willis, MedlinePlus (<https://medlineplus.gov/ency/imagepages/18009.htm>)
- Radiopaedia (<https://radiopaedia.org/articles/circle-of-willis>),

Použitá literatura

- ČIHÁK, Radomír. *Anatomie III*. 2., upr. a dopl vydání. Praha : Grada Publishing, spol. s r. o., 2004. 673 s. ISBN 80-247-1132-X.
- MTUI, Estomih, Gregory GRUENER a Peter DOCKERY. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy and Neuroscience*. - vydání. Elsevier, 2020. 432 s. ISBN 9780702079092.
- BENEŠ, Vladimír a Petr SUCHOMEL. *Mozková aneurysmata a subarachnoidální krvácení*. - vydání. Mladá fronta, 2017. ISBN 9788020444066.

Doporučená literatura

- ČIHÁK, Radomír a Miloš GRIM. *Anatomie*. 2. upr. a dopl vydání. Praha : Grada Publishing, 2002. 470 s. sv. 2. ISBN 80-247-0143-X.
- PETROVICKÝ, Pavel, et al. *Anatomie s topografií a klinickými aplikacemi*. 1. vydání. Martin : Osveta, 2001. 560 s. sv. 2. ISBN 80-8063-047-X.
- NAŇKA, Ondřej a Miloslava ELIŠKOVÁ. *Přehled anatomie*. 2. vydání. vydavatel, 2009. 0 s. ISBN 978-80-7262-612-0.

Reference

1. USTON, Cagatay. NEUROwords Dr. Thomas Willis' Famous Eponym: The Circle of Willis. *Journal of the History of the Neurosciences*. 2005, roč. 1, vol. 14, s. 16-21, ISSN 0964-704X. DOI: 10.1080/096470490512553 (<http://dx.doi.org/10.1080/096470490512553>).
2. AHN, Sun a Ethan PRINCE. Basic Vascular Neuroanatomy of the Brain and Spine: What the General Interventional Radiologist Needs to Know. *Seminars in Interventional Radiology*. 2013, roč. 03, vol. 30, s. 234-239, ISSN 0739-9529. DOI: 10.1055/s-0033-1353475 (<http://dx.doi.org/10.1055/s-0033-1353475>).
3. MENSRAWI, Khaled, Jay P MOHR a Jose GUTIERREZ. A Functional Perspective on the Embryology and Anatomy of the Cerebral Blood Supply. *Journal of Stroke*. 2015, roč. 2, vol. 17, s. 144, ISSN 2287-6391. DOI: 10.5853/jos.2015.17.2.144 (<http://dx.doi.org/10.5853/jos.2015.17.2.144>).
4. WIJESINGHE, P., H.W.M. STEINBUSCH a S.K. SHANKAR. Circle of Willis abnormalities and their clinical importance in ageing brains: A cadaveric anatomical and pathological study. *Journal of Chemical*

Neuroanatomy. 2020, roč. ?, vol. 106, s. 101772, ISSN 0891-0618. DOI: 10.1016/j.jchemneu.2020.101772 (<http://dx.doi.org/10.1016%2Fj.jchemneu.2020.101772>).

5. LAUREYS, Steven, Frédéric PELLAS a Philippe VAN EECKHOUT. The locked-in syndrome : what is it like to be conscious but paralyzed and voiceless?. *Progress in Brain Research*. 2005, roč. ?, vol. ?, s. 495-611, ISSN 0079-6123. DOI: 10.1016/s0079-6123(05)50034-7 (<http://dx.doi.org/10.1016%2Fs0079-6123%2805%2950034-7>).