

# 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 Anatomie (Cerebri anatomie neuroorumgue descriptio el usus – The Anatomy of the Brain and Nerves)* v roce 1664. <sup>[1]</sup>

## Struktura

Willisův okruh je v přední části ohraničen **a. communicans anterior**, jež je spojnicí 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 větvičku, jejichž spojením před oblongatou v úrovni **foramen magnum** vzniká nepárová **a. spinalis anterior**.

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

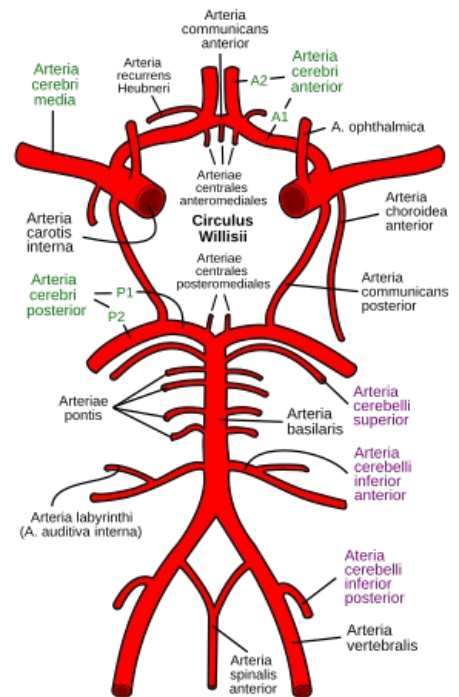
## Vystupující tepny

Z Willisova okruhu vycházejí trojí tepny:

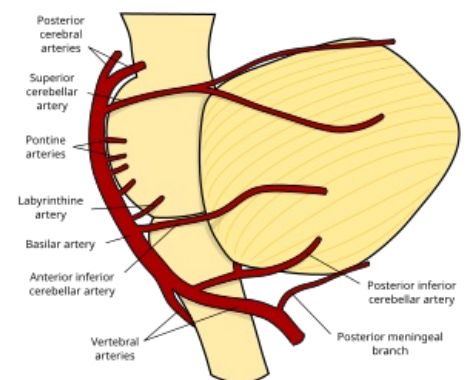
- Korové tepny** – obecně větvení *a. cerebri anterior, media et posterior*. Rozdělují se na krátké (korové) a dlouhé (medulární).
- Aa. centrales** (*aa. basales*) – skupina zahrnující menší tepny k bazi mozkové, jsou rozdělovány na *aa. centrales anterolaterales* a *aa. centrales posterolaterales* (označení na základě lokalizace jejich výstupu z Willisova okruhu). Zásobují hluboké struktury jako **bazální ganglia, hypothalamus, thalamus**.
- Aa. choroideae** – vycházejí do *plexus choroidei* III. komory, laterálních komor, **bazálních ganglií** a sousedící struktury. *A. choroidea anterior* jde podélně s **tractus opticus**, jež zásobuje, a míří do **globus pallidus** a **capsula interna** (přesně do **genu capsulae interna**). *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](#).**

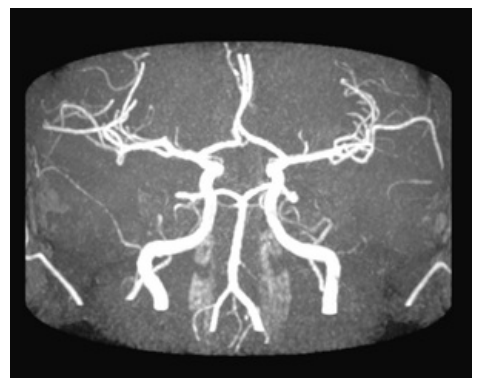
## Funkce



Willisův okruh



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



MRI projekce Willisova okruhu

Funkcí okruhu je tvorba anastomóz mezi vnitřními cerebrálními tepnami společně s vertebrobazilárním 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 přívodných tepen (typickým příkladem je stenóza a. carotis interna) částečně zastoupit jejich funkci zásobení mozku krví – hraje fundamentální roli v ochraně před ischemií mozku.

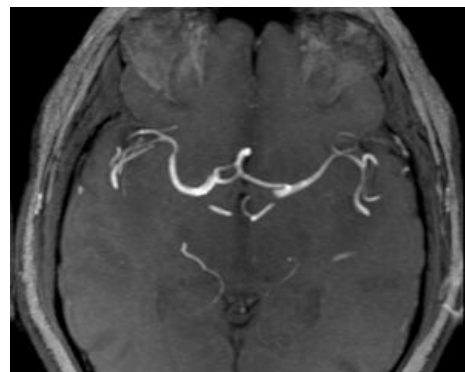
Mimoto je díky vycházejícím tepnám umožněno nejenom prokrvení hlubokých struktur capsula interna, bazálních ganglií či thalamu, ale také okolní struktur jako chiasma opticum, corpora mamillaria, hypofýza, epifýza.

## 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. <sup>[2][3]</sup>

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) <sup>[4]</sup>.



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 senzoryckým a motorickým deficitům v kontralaterální dolní polovině těla – zejména v dolních končetinách.

Následkem okluze **a. cerebri media** (MCA) se deficity (senzorycké a motorické) 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 <sup>[5]</sup>. 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.

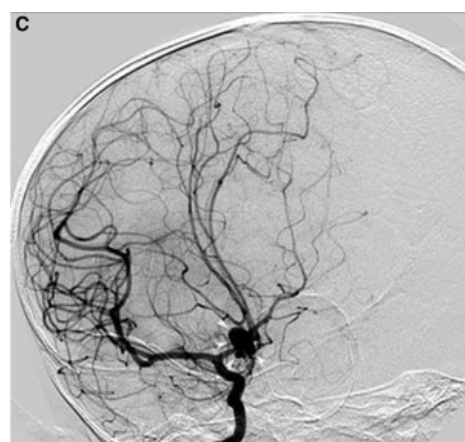
## Aneurysmata Willisova okruhu

📄 [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 zaklipování 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](#)
- [Circle of Willis, MedlinePlus](#)
- [Radiopaedia](#)

### 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](#).
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](#).
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](#).
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](#).

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](https://doi.org/10.1016/s0079-6123(05)50034-7).