Stereotaxe

Stereotaxe

= metoda umožňující dosahovat jednotlivých mozkových struktur podle zevních rozměrů lebečních

– minimálně invazivní neurochirurgická metoda

Historie

- Vznik humánní stereotaktické neurochirurgie:
  - sestrojení stereotaktického přístroje Spiegelem a Wycisem v r. 1946
- 1. operace 1947: stereotaktická aplikace alkoholu do globus pallidum a mediálního thalamu u nemocného s Hungtingtonovou choreou
- 70. léta: koagulace amygdaly u epileptiků s psychoemocionálními poruchami

Principy metody

- přesně cílený zásah v libovolné oblasti mozku
- odpadá přímá zraková kontrola
- operaci předchází zaměření vybraného cíle pomocí stereotaktického rámu a zobrazovacích metod
- stanovení souřadnic zvolené mozkové struktury v soustavě tří na sebe kolmých rovin, koordináty X, Y, Z – definují pozici v nitrolebním prostoru
- zaměřený bod můžeme přesně zasáhnout

U člověka se přesné souřadnice konkrétního pacienta zjišťují zobrazovacími metodami.
Pro laboratorní zvířata lze souřadnice najít ve stereotaxickém atlasu. V jeho rejstříku najdeme zkratku, pod kterou je daná struktura v atlasu vedena. V dalším rejstříku řazeném abecedně dle zkratek najdeme stranu (strany) atlasu, na nichž je hledaná struktura zobrazena. Některé atlasy zobrazují frontální, sagitální i horizontální řezy. Proto zpravidla rejstřík udává více stran. Pro různé struktury může být přehlednější zobrazení v jiné rovině řezu. Dle velikosti se pochopitelně struktura může nacházet na několika stranách za sebou (pak rejstřík udává příslušné rozsahy stran).
Dle orientace roviny řezu představuje každá strana atlasu vždy řez s určitou souřadnicí v příslušném směru (viz dále). Tato informace je na každé straně napsaná. Další 2 souřadnice hledáme v síti souřadnic.
Jako základní referenční bod (má všechny 3 souřadnice = 0) slouží bregma (průsečík sutura coronalis a sutura sagitalis). Alternativní referencí je interaurální čára (spojnice kostěných zvukovodů).

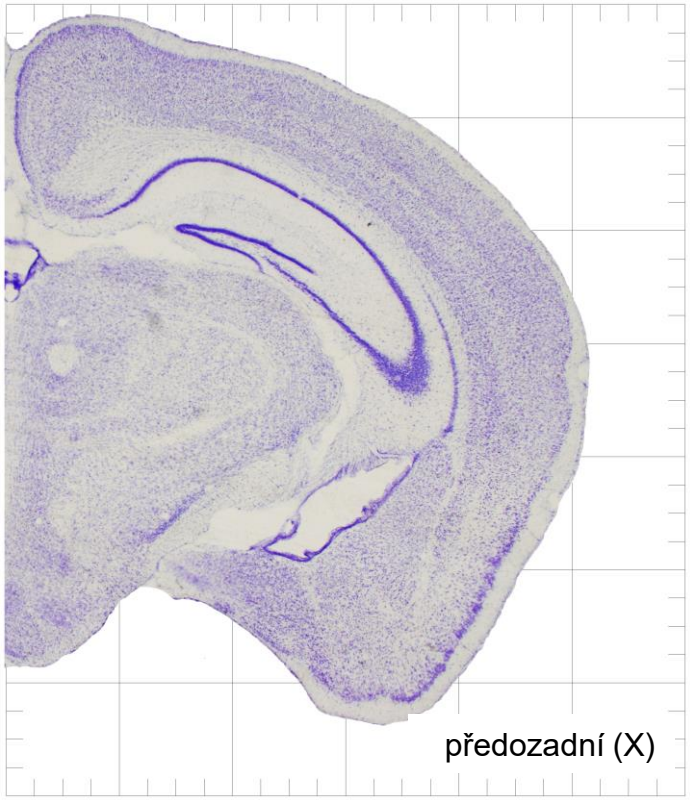
Orientace ve stereotaxickém atlasu

3 souřadnice (referenční bod = bregma): X = předozadní, Y = laterálně, Z = vertikálně

Frontální řezy

Souřadnici X najdeme napsanou na každé straně atlasu; Y a Z hledáme v síti.

0 → Y

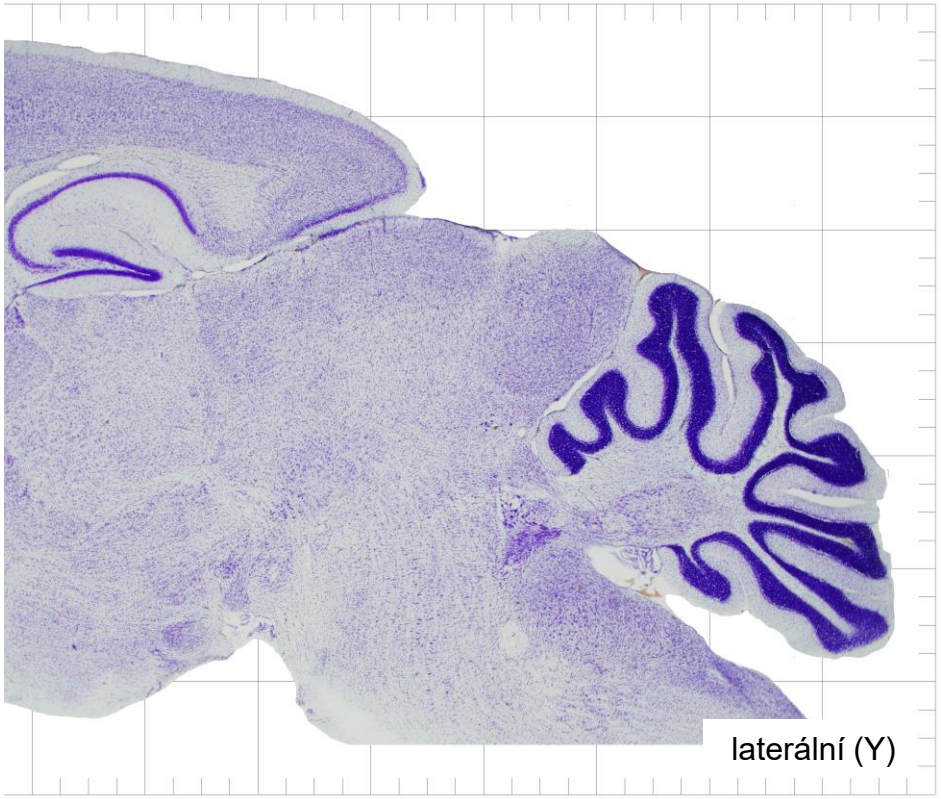


0 ↓ Z

Sagitální řezy

Souřadnici Y najdeme napsanou na každé straně atlasu; X a Z hledáme v síti.

0 → X

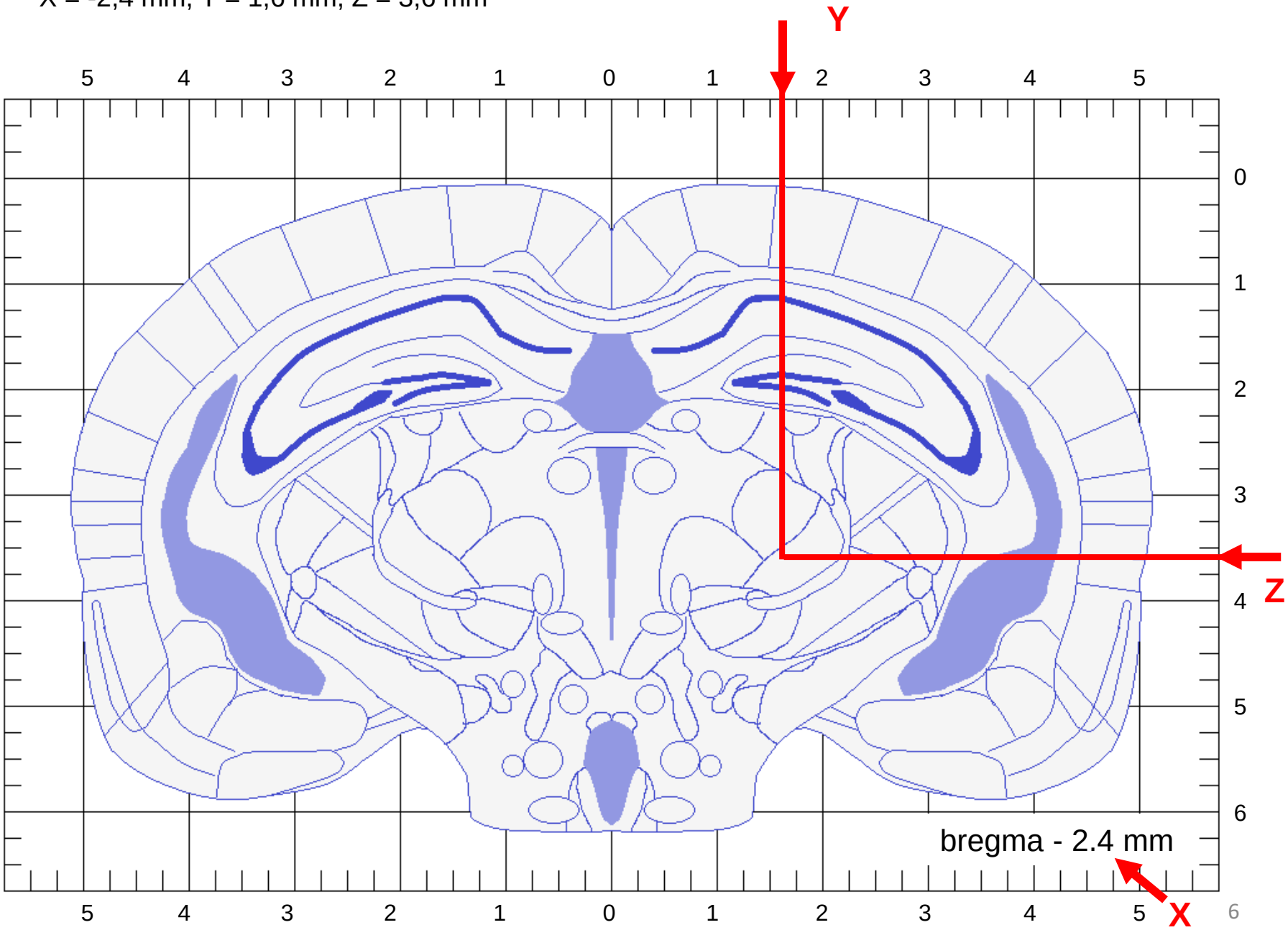


0 ↓ Z

Horizontální řezy:

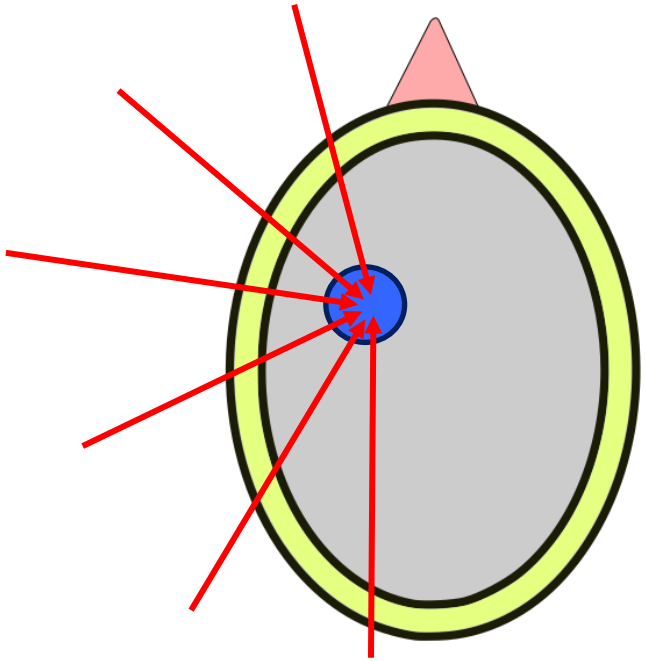
Souřadnici Z najdeme napsanou na každé straně atlasu; X a Y hledáme v síti.

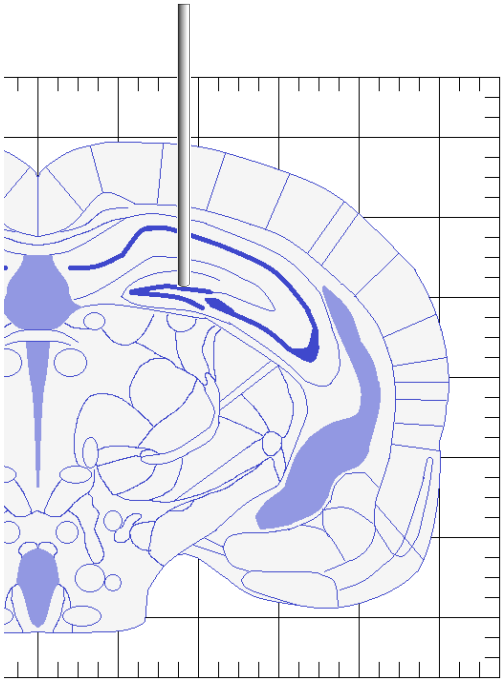
VPM = ventral posteromedial thalamic nucleus
X = -2,4 mm, Y = 1,6 mm, Z = 3,6 mm



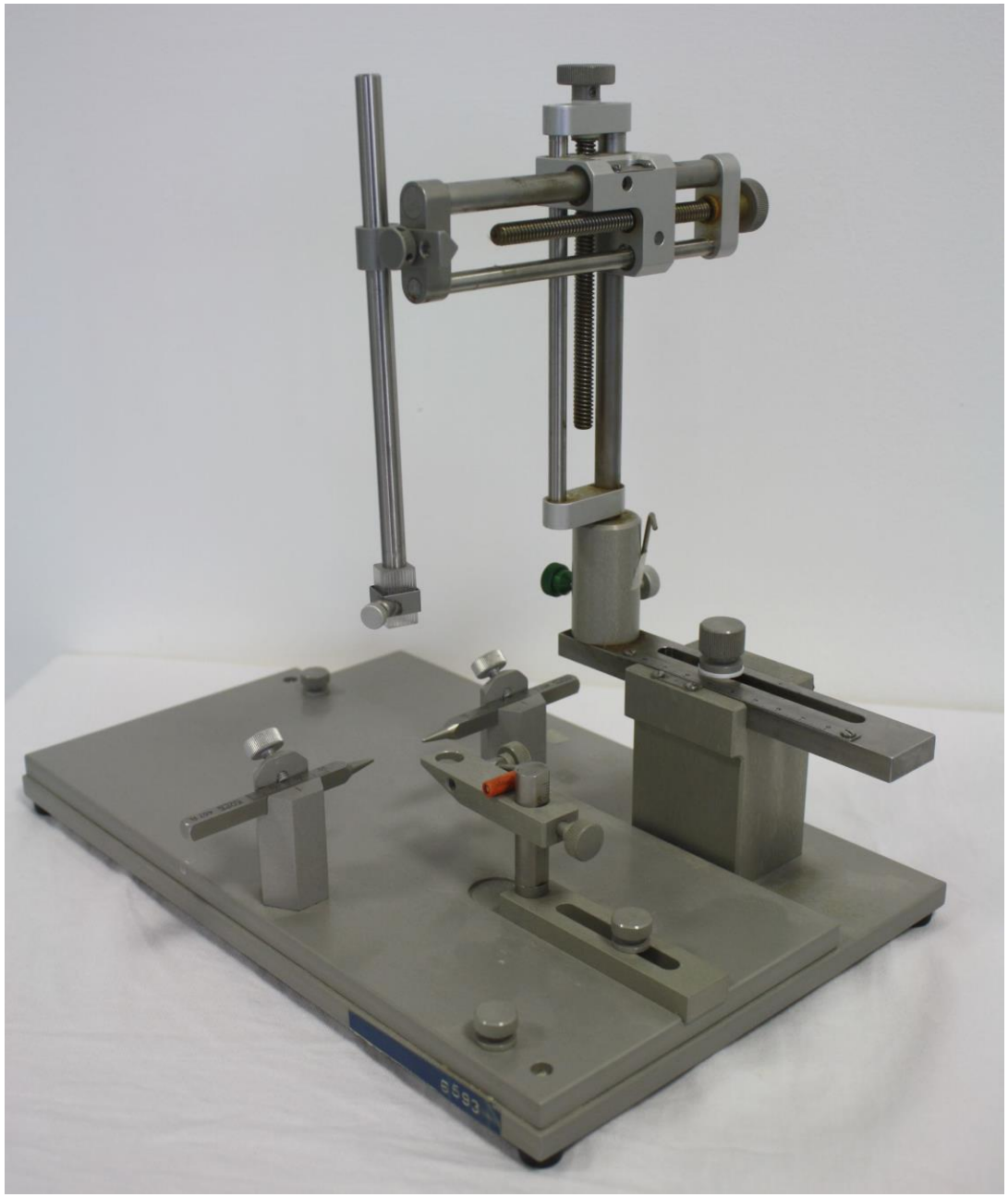
Typy výkonů v hledané oblasti
- zaváděné nástroje

- registrační elektroda
- stimulační elektroda
- elektrokoagulační elektroda
- kanyla pro aplikaci látky/buněk
- jehla pro biopsii
- cílení paprsků (Leksellův gama nůž)

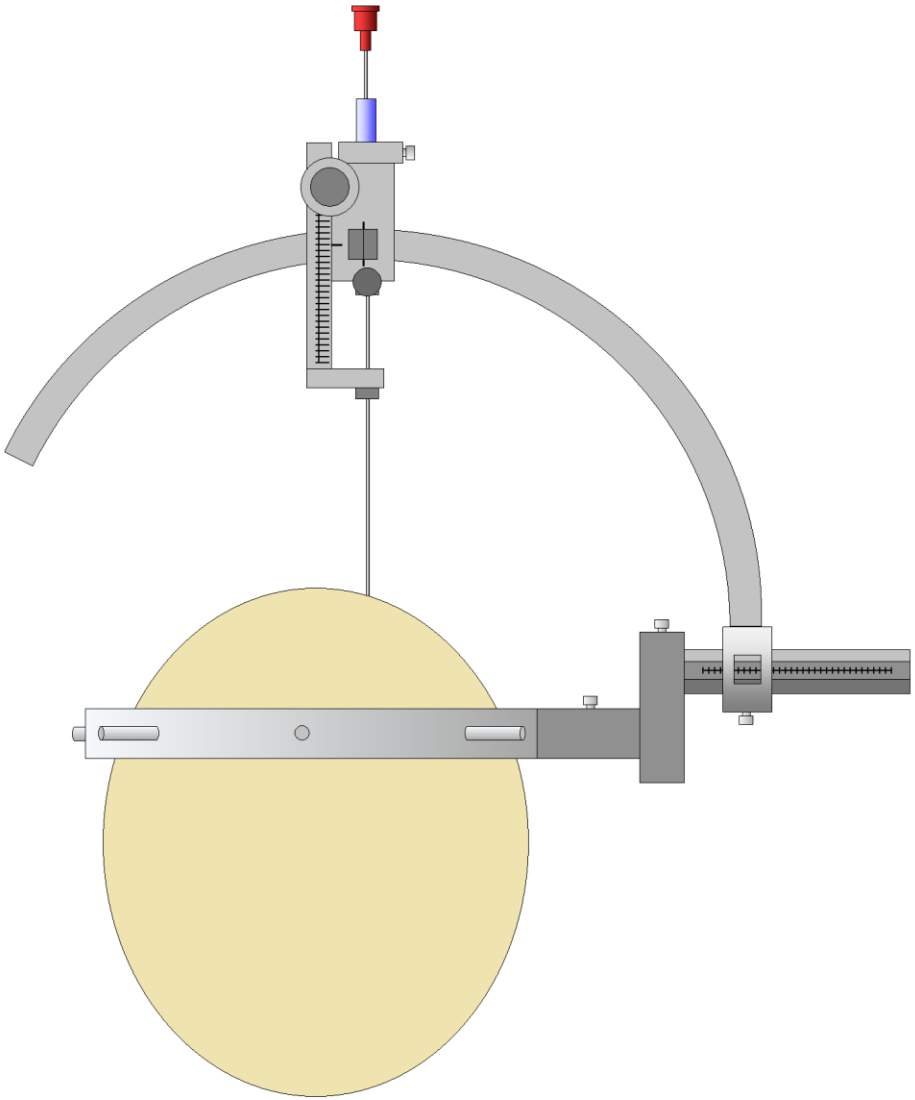




Stereotaxický přístroj pro laboratorní hlodavce



Schematický příklad stereotaxického přístroje pro člověka



Využití

- „extrapyramidové“ poruchy pohybu (bazální ganglia): Parkinsonova nemoc, esenciální tremor, různé formy dystonií
- eliminace bolesti (provedení lézí nebo stimulací některých oblastí thalamu)
- odstranění nádorů a jiných expanzivních procesů (nádory hypofýzy, cévní malformace, solitární metastázy)

Ovlivnění „extrapyramidových“ onemocnění

- vhodně cílený zásah může významně omezit nebo odstranit příznaky
- vyřazení přesně určených oblastí bazálních ganglií z funkce: destrukčním výkonem, elektrofyziologickým působením
- **destrukce**: termoléze (termokoagulace) působená radiofrekvenčním proudem na kontaktech stereotaktické elektrody – ohřátí konce elektrody (60 – 75 ˚C) – termoléze
- neurotransplantace

Chronická hluboká mozková stimulace (DBS – deep brain stimulation)

- stimulace bazálních ganglií elektrickými pulzy vede k vymizení třesu u Parkinsonovy nemoci (známo od 60. let 20. stol.) – dočasný efekt jen po dobu el. dráždění
- zkonstruovány elektrody vhodné pro trvalé zanoření do mozku, miniaturní neurostimulátory schopné 24 h denně stimulovat mozkové struktury (amplituda 1-4 V, frekvence 130-160 Hz)
- neuromodulační výkon!, nedochází k poškození nervové tkáně, funkční stereotaktické operace

Průběh stereotaktické operace

- nutná spolupráce s pacientem, místní znecitlivění
- nasazení stereotaktického rámu na hlavu pacienta (upevnění šrouby v LA přes kůži k zevnímu povrchu lebeční kosti)
- vyšetření MR, výpočet souřadnic cílového jádra
- návrt v lebce ve frontální oblasti, zavedení elektrody pro DBS
- diagnostická stimulace elektrodou, snímání neuronální aktivity specifické pro daná jádra
- zavedení permanentní elektrody
- implantace neurostimulátoru do podkožní kapsy pod klíční kostí spojení kablíkem vedeném podkožním tunelem od stimulátoru k elektrodě)

Výhody metody

- indikace: po vyčerpání možností farmakologického řešení Parkinsonovy nemoci
- stimulací lze potlačit všechny základní parkinsonské příznaky
- potřeba medikamentózní léčby podstatně klesá
- efekt DBS je dlouhodobý (životnost baterií stimulátoru 5 let, pak jen výměna podkožní části systému)
- zvýšení funkční výkonnosti, návrat soběstačnosti pacienta
- ? mechanismus účinku DBS?, hypotéza: mechanismus indukované funkční změny, jádru je vnucena jiná výbojová frekvence nervových buněk – přenos na další struktury