

# Volní motorika

**Volní motorika** je schopnost organismu provádět cílené, vůlí řízené pohyby. Uplatňují se při ní téměř všechny struktury CNS. Podnět k provedení volního pohybu vychází zpravidla z asociačních korových oblastí. Základem každého pohybu jsou pohybové vzorce uložené v podkorových strukturách, zejména bazálních gangliích a mozečku. Samotný pohyb je pak realizován prostřednictvím motorických korových oblastí. Konečný podnět sestupuje míšními dráhami k  $\alpha$ - a  $\gamma$ -motoneuronům a interneuronům předních míšních rohů (popřípadě gangliím hlavových nervů), na nichž je přepojen na jednotlivé motorické nervy.

## Motorické korové oblasti

 Podrobnější informace naleznete na stránce *Mozková kůra*.

V realizaci volního pohybu se uplatňují **motorické korové oblasti**:

- **primární motorická oblast** (M1, Brodmannova area 4, gyrus precentralis);
- **premotorická oblast** (PM, area 6, gyri frontales);
- **suplementární motorická oblast** (MII, area 6, mediální plocha gyrus frontalis superior). <sup>[1]</sup>

Motorické oblasti jsou disproporčně somatotopicky uspořádány – svalovým skupinám, které se uplatňují při jemné motorice (svaly ruky), mimice či tvorbě hlasu, přísluší výrazně větší podíl než oblastem pro svaly axiální a končetinové. Toto uspořádání je označováno jako **motorický homunkulus**.

Jednotlivé oblasti reprezentují buďto samostatné svaly, častěji však celé pohyby. Motorická kůra je plastická – naučení se složitému pohybu vyvolá zvětšení odpovídající korové oblasti. <sup>[2]</sup>

Neurony jsou uspořádány do sloupců působících jako funkční jednotka stimulující sval či skupinu synergicky pracujících svalů. Zpravidla je třeba stimulace 50–100 pyramidových buněk k realizaci svalové kontrakce. <sup>[3]</sup>

## Funkce motorických oblastí

**Primární motorická oblast** je aktivní při realizaci samotného pohybu, je pod vlivem především mozečku <sup>[1]</sup>.

**Premotorická oblast** se oproti tomu spouští již při plánování pohybu (a dokonce i při pouhé představě) a je pod silným vlivem bazálních ganglií <sup>[1]</sup>. Uvádí se, že se uplatňuje při realizaci složitějších pohybů a komplexní pohybových vzorců <sup>[3]</sup>.

**Suplementární motorická oblast** se podílí na aktivaci axiálních svalů a proximálních svalů končetin (posturální svaly), při realizaci bilaterálních pohybů <sup>[1]</sup>, realizuje složitější pohybové vzorce. Je rovněž pod vlivem bazálních ganglií. Uvádí se, že integruje také senzitivní informace, využívá paměťových stop <sup>[1]</sup> a podílí se na souhybech očí a hlavy <sup>[3]</sup>.

Existují také specifické korové oblasti určené pro konkrétní činnost, např. Brocovo centrum řeči, frontální okohybné pole, oblast rotace hlavy, oblast manuálních dovedností <sup>[3]</sup>.

## Plánování pohybu

Primární podnět k realizaci pohybu vychází zpravidla z prefrontální asociační oblasti (area 9, 10, 11, 12, 46, 47), která získává z parieto-temporo-okcipitální asociační oblasti informace o poloze těla přicházející ze zrakových, sluchových a senzitivních oblastí <sup>[3]</sup>.

V plánování pohybu se uplatňují dva okruhy:

- **okruh bazálních ganglií** – realizuje základní pohybové vzorce;
- **okruh kůra - most - mozeček - kůra** – zajišťuje přesnou koordinaci, vyhlazení pohybu, realizaci složitějších naučených pohybů (např. tancování).

## Okruh bazálních ganglií

 Podrobnější informace naleznete na stránce *Bazální ganglia*.

Okruh bazálních ganglií tvoří:

- přímá dráha: **kůra - striatum - globus pallidus medialis (pallidum internum) - thalamus - kůra**;
- nepřímá dráha: **kůra - striatum - globus pallidus lateralis (pallidum externum) - ncl. subthalamicus - globus pallidus medialis - thalamus - kůra**. <sup>[1]</sup>

Korové projekce do striata přicházejí z většiny oblastí mozkové kůry. Existují 4 rozdílné kličky bazálních ganglií, které zajišťují různé funkce: okulomotorická, asociační, limbická a senzomotorická.

Právě **senzorimotorická klička** se podílí na realizaci pohybu. Vstupním (input) jádrem je zde *putamen*, které dostává vlákna z primární motorické oblasti, suplementární motorické oblasti, premotorické oblasti a primární senzitivní oblasti. Výstup z *globus pallidus medialis* (output jádro) je do *VA jader thalamu*. Následně pokračují informace do premotorické a suplementární motorické oblasti – area 6. Zároveň posílají bazální ganglia prostřednictvím *substantia nigra – pars reticularis* podněty do kmene, především do retikulární formace. <sup>[1][4]</sup>

V klidovém stavu je thalamus tlumen spontánní aktivitou globus pallidus medialis. Přejde-li z kůry podnět k realizování pohybu, je aktivováno striatum, které globus pallidus medialis a substantia nigra – pars reticularis inhibuje. Tím je inhibice thalamu zrušena a ten může aktivovat premotorickou oblast.

Dále se uplatňuje vliv vmezeřených – intrinsic jader:

- globus pallidus lateralis, ncl. subthalamicus – prostřednictvím nepřímé dráhy inhibují thalamus;
- substantia nigra – pars compacta – produkcí dopaminu zvyšuje aktivitu v přímé dráze (receptory D1) a snižují aktivitu v nepřímé dráze (receptory D2). <sup>[1]</sup>

Bazální ganglia ukládají základní pohybové vzorce. Podněty vysílají jednak přes thalamus do motorické kůry, ale také přímo, přes retikulární formaci do míchy. Porucha bazálních ganglií se projeví hypokinezi (Parkinsonova nemoc – degenerace nigrostriatální dopaminergní projekce) či naopak hyperkinezi (chorea, hemibalismus – velké, nekoordinované trhané pohyby). <sup>[2]</sup>

## Mozečkový okruh

Mozeček získává prostřednictvím tr. corticopontocerebellaris informace z asociačních oblastí, premotorické a primární motorické oblasti, senzitivních oblastí, gyrus cinguli a parahippokampalis. V kůře hemisfér mozečku končí tato vlákna jako mechová vlákna. Zároveň dostává prostřednictvím tr. spinocerebellaris anterior, posterior a rostralis a tr. cuneocerebellaris informace z proprioreceptorů a  $\gamma$ -kliček a cestou tr. vestibulocerebellaris directus et indirectus z vestibulárního zařízení. <sup>[1][5]</sup>

Mozeček většinu příchozích informací inhibuje. Integrací příchozích signálů koordinuje pohyby, uplatňuje se v jemné motorice a složitých pohybových vzorcích, zpětnovazebně upravuje motorickou aktivitu a podílí se na plánování pohybů.

Výsledné informace předává:

- přes ncl. fastigii a interpositi do mozkového kmene a míchy – tr. vestibulospinalis, reticulospinalis, rubrospinalis k aktivaci antigravitačních svalů a proximálních svalů končetin;
- přes ncl. dentatus a thalamus (jádra VL) do primární motorické kůry a cestou tr. corticospinalis k aktivaci distálních svalů končetin. <sup>[5]</sup>

## Vedení

Volný pohyb je pak výsledkem syntézy vlivů všech těchto struktur. Naplánovaný pohyb je realizován především prostřednictvím tr. corticospinalis, vedlejší motorické dráhy zajišťují správné postavení těla při provádění pohybu a zajišťují korekci mozečkem.

## Tractus corticospinalis

 Podrobnější informace naleznete na stránce *Tractus corticospinalis*.

U člověka je hlavní motorickou drahou **tr. corticospinalis**. Vlákna pocházejí <sup>[2]</sup>:

- 30 % – area 4 (primární motorická kůra);
- 30 % – area 6 (premotorická oblast);
- 40 % – area 3, 2, 1, 5, 7.

Probíhá z centrum semiovale přes capsula interna (crus posterior), crus cerebri, vytváří v mostu roztříštěné svazky pyramid a v prodloužené míše vyzdvihuje pyramid.

- 80 % vláken se kříží v decussation pyramidum a pokračuje jako tr. corticospinalis lat. končící na interneuronech a  $\alpha$ -motoneuronech předních míšních rohů. Tyto neurony aktivují především distální končetinové svaly.
- Zbýlých 20 % vede nezkříženě jako tr. corticospinalis ant., překříží se až v míše na příslušné úrovni (commisura anterior) a končí především na interneuronech. Ovládá svaly axiální a proximální končetinové svaly. <sup>[2]</sup>

## Další dráhy

- **Tr. corticonuclearis** jdoucí spolu s tr. corticospinalis k motorickým jádrům hlavových nervů.
- **Tr. corticotectalis** a navazující tr. tectospinalis vedoucí vlákna ze zrakového okohybného pole (area 8), area 6, zrakové oblasti (17, 18, 19). Uplatňuje se při koordinaci souhybů očí, hlavy a krku. <sup>[1]</sup>
- **Tr. corticoreticularis** s vlákny z arey 4, 6 a primární senzitivní oblasti (area 3, 1, 2) do retikulární formace <sup>[2]</sup>. Po propojení s vlákny z ncl. interpositi mozečku navazuje tr. reticulospinalis k aktivaci  $\gamma$ -kličky, flexorů a

proximálních svalů končetin <sup>[5]</sup>.

- **Tr. vestibulospinalis medialis a lateralis** vychází z ncl. vestibularis lateralis Deitersi, které dostává vlákna z ncl. fastigii mozečku, a vede k antigravitačním svalům (extenzorům). <sup>[5]</sup>

Prostřednictvím posledních dvou drah reguluje vestibulární mozeček realizované pohyby a upravuje je na základě aktuální situace. <sup>[6]</sup>

## Odkazy

### Související články

- Bazální ganglia
- Mozeček
- Motorický systém
- Mozková kůra

### Externí odkazy

- Canadian Institutes of Health Research. *The Brain from Top to Bottom* [online]. [cit. 2011-04-23]. <[http://thebrain.mcgill.ca/flash/index\\_a.html](http://thebrain.mcgill.ca/flash/index_a.html)>.

### Reference

1. DRUGA, Rastislav a Miloš GRIM. *Anatomie centrálního nervového systému*. 1. vydání. Praha : Galén; Karolinum, 2011. 219 s. ISBN 978-80-7262-706-6.
2. GANONG, William F. *Přehled lékařské fyziologie*. 20. vydání. Praha : Galén, 2005. 890 s. s. 495. ISBN 80-7262-311-7.
3. GUYTON, Arthur C a John E HALL. *Textbook of Medical Physiology*. 11. vydání. Elsevier, 2006. 11; s. 782–784. ISBN 978-0-7216-0240-0.
4. Ústav anatomie 3. LF UK. *Zapojení bazálních ganglií* [online]. [cit. 2011-05-23]. <[http://old.lf3.cuni.cz/anatomie/cns\\_telencephalon\\_zapojeni.htm](http://old.lf3.cuni.cz/anatomie/cns_telencephalon_zapojeni.htm)>.
5. KACHLÍK, David. *Cerebellum* [přednáška k předmětu Anatomie, obor Všeobecné lékařství, 3. lékařská fakulta Univerzita Karlova]. Praha. 8. 3. 2011. Dostupné také z <[http://old.lf3.cuni.cz/anatomie/cns\\_mozecek\\_prednaska.zip](http://old.lf3.cuni.cz/anatomie/cns_mozecek_prednaska.zip)>.
6. ROKYTA, Richard, et al. *Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, ošetrovatelství, přírodovědných, pedagogických a tělovýchovných oborech*. 2. vydání. Praha : ISV, 2008. ISBN 80-86642-47-X.