

PORUCHY CHŮZE A STABILITY

Projevy, příčiny,
diferenciální diagnostika,
léčba

Martina Hoskovcová
Ota Gál
Evžen Růžička
a kolektiv



DUODOPA SC®

240 mg/ml + 12 mg/ml infuzní roztok
foslevodopa/foskarbidopa

První 24h subkutánní kontinuální
léčba na bázi levodopy pro pacienty
s pokročilou Parkinsonovou nemocí

Nyní mohu více.

Zkrácené informace o léčivém přípravku

Název: Duodopa SC 240 mg/ml + 12 mg/ml infuzní roztok. **Složení:** Jeden ml obsahuje 240 mg foslevodopy a 12 mg foskarbidopy. **Indikace:** Léčba pokročilé Parkinsonovy nemoci, která reaguje na léčbu levodopou a je doprovázena těžkými motorickými fluktuacemi a hyperkinezi nebo dyskinezi, pokud dostupné kombinace antiparkinsonik neposkytují uspokojivé výsledky. **Dávkování:** Duodopa SC se podává jako kontinuální subkutánní infuze, 24 hodin denně. Doporučená počáteční rychlost infuze přípravku Duodopa SC se stanoví přepočtem denního příjmu levodopy na ekvivalenty levodopy (LE) pomocí příslušných koeficientů násobících dávků (pro výpočet se bere v úvahu pouze levodopa a inhibitory COMT) a následným výpočtem zohledňujícím vyšší biologickou dostupnost subkutánní foslevodopy, poměr molekulových hmotností foslevodopy a levodopy, obsah foslevodopy v 1 ml a počet hodin bdělosti použitý pro stanovení LE. Dávku lze upravit tak, aby bylo dosaženo klinické odpovědi, která maximalizuje funkční „on“ periodu a minimalizuje počet a trvání „off“ period a „on“ period s obtěžující dyskinezi. Maximální doporučená denní dávka foslevodopy je 6 000 mg (nebo 25 ml přípravku Duodopa SC denně, což odpovídá přibližně 4 260 mg levodopy denně). **K zahájení** léčby přípravkem Duodopa SC je také potřebné určit objem nasycovací dávky. Pumpa umožňuje naprogramovat 2 **alternativní rychlosti** infuze pro pacienta (nízká/vysoká). Pokud to zdravotnický pracovník umožní, mohou si pacienti sami podat **extra dávku** ke zvládnutí akutních „off“ příznaků, které se objeví během kontinuální infuze. **Kontraindikace:** Hypersenzitivita na léčivé látky nebo na kteroukoli pomocnou látku, glaukom s uzavřeným úhlem, těžké srdeční selhání, akutní cévní mozková příhoda, těžká srdeční arytmie, současně užití neselektivních inhibitorů MAO a selektivních inhibitorů MAO typu A (jejich podávání musí být přerušeno min. dva týdny před zahájením léčby přípravkem Duodopa SC), stav, za kterých jsou kontraindikovány látky s adrenergickým účinkem, např. feochromocytom, hyperthyroidismus a Cushingův syndrom. Jelikož levodopa může aktivovat rozvoj maligního melanomu, nesmí být přípravek Duodopa SC používán u pacientů s podezřelou neurčenou kožní lézí nebo s melanomem v anamnéze. **Zvláštní upozornění:** Duodopa SC se nedoporučuje k léčbě extrapyramidových účinků vyvolaných léky. Pacienti s těžkým kardiovaskulárním nebo plícním onemocněním, bronchiálním astmatem, ledvinovým, jaterním nebo endokrinním onemocněním nebo s anamnézou vředové choroby nebo konvulzí mají být léčeni přípravkem Duodopa SC s opatrností. U pacientů s anamnézou infarktu myokardu, kteří mají zbytkové aritmie, má být pečlivě sledována srdeční činnost. U všech pacientů léčených přípravkem Duodopa SC má být pečlivě sledován rozvoj změn duševního stavu, deprese s tendencemi k sebevraždě a jiných závažných duševních změn. Pacienti s dřívější nebo současnou psychózou mají být léčeni s opatrností. Pacienti s chronickým glaukomem s otevřeným úhlem mají být léčeni přípravkem Duodopa SC s opatrností a pouze za předpokladu, že nitrooční tlak je dobře kontrolován. Duodopa SC může vyvolat ortostatickou hypotenzi. Levodopa je spojována se somnolencí a epizodami náhlého nástupu spánku. Při náhlém vysazení antiparkinsonik byl hlášen komplex příznaků podobných neuroleptickému malignímu syndromu. Pacienti mají být pravidelně monitorováni z důvodu možnosti rozvoje impulzivních poruch. Dopaminový dysregulační syndrom je návyková porucha, která u některých pacientů léčených kombinací karbidopa/levodopa vede k nadměrnému užívání přípravku. Duodopa SC obsahuje hydrazin, který může být genotoxický a možná kancerogenní. Snižená schopnost zacházet se systémem pro podávání přípravku může způsobit komplikace. Takovým pacientům má asistovat pečovatel. Náhle nebo postupně zhoršování bradykineze může být znamením obstrukce zařízení z jakýchkoli důvodů, a je třeba to vyšetřit. U pacientů léčených kombinací přípravku s obsahem levodopy a karbidopu byla hlášena polyneuropatie. Duodopa SC obsahuje 42,4 mg (přibližně 1,84 mmol) sodíku v jednom ml. **Interakce s jinými léčivými přípravky a jiné formy interakce:** Studie interakcí nebyly s přípravkem Duodopa SC prováděny. U generických kombinací levodopy s karbidopou jsou interakce obecně známy. **Fertilita, těhotenství a kojení:** Údaje o podávání přípravku Duodopa SC těhotným ženám nejsou k dispozici. Podávání v těhotenství a u žen ve fertilní věku, které neuvírají antikoncepci, se nedoporučuje. Levodopa je vylučována do lidského mateřského mléka. Kojení má být během léčby přípravkem Duodopa SC přerušeno. **Účinky na schopnost řídit a obsluhovat stroje:** Levodopa a karbidopa mohou vyvolat závratě a ortostatickou hypotenzi. Proto má být řízení a obsluha strojů vykonávána s opatrností. **Nežádoucí účinky:** *Velmi časté:* flegmóna, infekce, erytém, uzlík, edém, bolest a reakce v místě podání infuze, infekce močových cest, úzkost, deprese, halucinace, pádu. *Časté:* absces v místě podání infuze, anemie, snížená chuť k jídlu, abnormální sny, agitovanost, stav zmatenosti, bludy, impulzivní porucha, insomnie, paranoia, psychotická porucha, spánkové ataky, porucha spánku, suicidální představa, kognitivní porucha, závrať, posturální závrať, dyskineze, dystonie, bolest hlavy, hypestezie, „on“ a „off“ fenomén, parestézie, polyneuropatie, somnolence, synkopa, tremor, nepravdělná srdeční frekvence, hypertenze, hypotenze, ortostatická hypotenze, dyspnoe, orofaryngeální bolest, břišní distenze, bolest břicha, zácpa, průjem, sucho v ústech, dysgeuzie, dyspepsie, dysfagie, flatulence, nauzea, zvracení, kontaktní dermatitida, hyperhidróza, pruritus, vyrážka, svalové křeče, bolest šje, inkontinence moči, retence moči, astenie, únava, malátnost, periferní edémy, bolest, následující reakce v místě podání infuze: modřina, exfoliace, extravazace, hematom, krvácení, indurace, zánět, podráždění, rezistence, papula, pruritus, vyrážka, otok, zvýšená hladina aminokyseliny, zvýšená hladina homocysteinu v krvi, snížená hladina vitamínu B6, deficece vitamínu B12, snížení nebo zvýšení tělesné hmotnosti.

Použitelnost: Neotevřené: 20 měsíců. Přípravek musí být použit do 24 hodin po přenesení z injekční lahvičky do stříkačky. **Uchovávání:** Uchovávejte a převážejte v chladu (2 °C – 8 °C). Uchovávejte injekční lahvičky v krabici, aby byly chráněny před rozbitím. Mohou být uchovávány při pokojové teplotě do maximálně 30 °C po jedno období v déle až 28 dní. **Balení:** 7 injekčních lahviček po 10 ml. **Držitel rozhodnutí o registraci:** Abbvie s.r.o., Praha, Česká republika. **Registrační číslo:** 27/341/21-C. **Datum poslední revize SmPC:** 9. 11. 2023. Přípravek je vázán na lékařský předpis a je hrazen smluvním zdravotnickým zařízením z veřejného zdravotního pojištění. *Seznamte se, prosím, s úplnou informací o přípravku dříve, než jej předepíšete.*

Reference: 1. SmPC Duodopa SC [9. 11. 2023]

Abbvie s.r.o., Metronom Business Center, Bucharova 2817/13, 158 00 Praha 5. Tel.: 233 098 111, www.abbvie.cz

03/2025
CZ-PRODD-240004

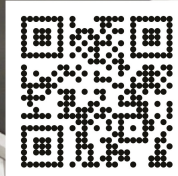
abbvie

Pohybová laboratoř VICON

Laboratoř sledování a analýzy pohybu je moderní nástroj, který slouží předoperačním i pooperačním vyšetřením a k hodnocení výsledků léčby a terapie.

Umožňuje provádět neinvazivní vyšetření s detailní analýzou chůzového stereotypu, což může pacientům ušetřit řadu bolestivých zákroků

- **Přesné kamery**
Zachytí pohyb s milimetrovou přesností a vysokým fps.
- **Synchronizace senzorů**
Kombinuje více dat do jednoho časově sladěného záznamu.
- **Rychlá analýza**
Software umožňuje okamžitou vizualizaci a zpracování dat.
- **Široké využití**
Klinika, sport, výzkum i průmysl celosvětově.
- **Modulární sestava**
Odolné kamery přizpůsobitelné různým typům aplikací.
- **Celotělový biomechanický model**
(Plugin Gate) pro výpočet kloubních úhlů, momentů a sil.
- **Kompatibilní řešení**
Systém umožňuje propojení s řešeními třetích stran (tlakové plošiny, dynamické EMG, foot-scanners, pohyblivé pásy, akcelerometry).



**Děkujeme společnostem, které v této publikaci inzerují
nebo její vydání jiným způsobem podpořily (v abecedním pořadí):**

AbbVie s.r.o.

AV MEDIA SYSTEMS, a.s.

Biogen (Czech Republic) s.r.o.

Desitin Pharma spol. s r.o.

help2move s.r.o.

Ipsen Pharma s.r.o.

Medtronic Czechia s.r.o.

Merck spol. s r.o.

Novartis s.r.o.

ROCHE s.r.o.

Teva Pharmaceuticals CR, s.r.o.

PORUCHY CHŮZE A STABILITY

Projevy, příčiny,
diferenciální diagnostika,
léčba

Martina Hoskovcová

Ota Gál

Evžen Růžička

a kolektiv

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **trestně stíháno**.

Automatizovaná analýza textů nebo dat ve smyslu čl. 4 směrnice 2019/790/EU a použití této knihy k trénování AI jsou **bez souhlasu nositele práv zakázány**.

MUDr. Martina Hoskovcová, Ph.D.; Dr. Phil. Ota Gál, Ph.D.;
prof. MUDr. Evžen Růžička, DrSc., a kolektiv

Poruchy chůze a stability

Projevy, příčiny, diferenciální diagnostika, léčba

Editoři:

MUDr. Martina Hoskovcová, Ph.D.

Neurologická klinika a Centrum klinických neurověd 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

Dr. Phil. Ota Gál, Ph.D.

Neurologická klinika a Centrum klinických neurověd 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

prof. MUDr. Evžen Růžička, DrSc.

Neurologická klinika a Centrum klinických neurověd 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

Kolektiv autorů:

doc. PhDr. Ondřej Čakrt, Ph.D.

doc. MUDr. Petr Dušek, Ph.D.

Dr. Eliška Fulínová, Ph.D.

Dr. Phil. Ota Gál, Ph.D.

MUDr. Petra Havránková, Ph.D.

MUDr. Martina Hoskovcová, Ph.D.

prof. MUDr. Robert Jech, Ph.D.

doc. MUDr. Jaroslav Jeřábek, CSc.

Bc. Martin Jirásek

doc. MUDr. Jiří Klempíř, Ph.D.

prof. MUDr. Alena Kobesová, Ph.D.

doc. MUDr. Zuzana Košutzká, Ph.D.

doc. Mgr. Radim Krupička, Ph.D.

doc. MUDr. Jiří Kříž, Ph.D.

MUDr. Michaela Kuzmiak, Ph.D.

doc. MUDr. Jana Lízrová Preiningerová, Ph.D.

MUDr. Radim Mazanec, Ph.D.

Mgr. Nina Nemcová

Mgr. Slávka Neřuková, Ph.D.

Mgr. Klára Novotná, Ph.D.

MUDr. Jaroslava Paulasová-Schwabová, Ph.D.

prof. MUDr. Evžen Růžička, DrSc.

doc. MUDr. Tereza Serranová, Ph.D.

Mgr. Martin Srp, Ph.D.

PhDr. Marcela Šafářová, Ph.D.

Bc. Kristýna Šedivá

Mgr. Petra Valouchová, Ph.D.

Mgr. Blanka Vlčková

doc. MUDr. Martin Vyhnálek, Ph.D.

Recenzenti:**doc. MUDr. Petr Konečný, Ph.D., MBA**

Ústav klinické rehabilitace, Fakulta zdravotnických věd a Neurologická klinika Lékařské fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

prof. MUDr. Jan Roth, CSc.

Neurologická klinika a Centrum klinických neurověd 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

Kniha byla podpořena projektem Národního ústavu pro neurologický výzkum (Program EXCELES, ID: LX22NPO5107) – financováno Evropskou unií – Next Generation EU, výzkumným programem Cooperatio Neurosciences, Univerzita Karlova a MZ ČR-RVO-VFN64165, Všeobecná fakultní nemocnice v Praze.

Vydání odborné knihy schválila Vědecká redakce nakladatelství Grada Publishing, a.s.

Obrázky dodali autoři. Obrázky 2.1–2.3, 2.6a,b–2.15a,b, 4.1, 4.3–4.10, 5.1–5.12, 6.1, 10.1–10.9, 13.1, 14.2, 19.1a–c–19.3a, 20.1, 21.3 překreslil a upravil Jiří Hlaváček. Obrázky 6.2a,b, 7.3–7.4, 17.1 vytvořil pomocí AI MUDr. Robert Lízler. Obrázky 5.4–5.8, 5.10, 5.12 a 19.2a,b a 19.3a,b byly převzaty s laskavým svolením nakladatelství Triton z monografie Šonka K, Marusič P, Rusina R (Eds). *Neurologie*. 3., rozšířené vydání. Praha: Triton, 2024. Obrázek 3.7 byl pořízen se souhlasem dítěte i s písemným informovaným souhlasem jeho rodičů.

Cover Design © Grada Publishing, a.s., 2025

© Grada Publishing, a.s., 2025

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

jako svou 10 271. publikaci

Šéfredaktorka lékařské literatury MUDr. Michaela Lízlerová

Odpovědná redaktorka Mgr. Klára Procházková

Jazyková korektura a redakce Mgr. Jana Malá, Ph.D.

Sazba a zlom Monika Vejrostová

Počet stran 344

1. vydání, Praha 2025

Vytiskla tiskárna TNM PRINT s.r.o., Nové Město

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků, což není zvláštním způsobem vyznačeno.

Postupy a příklady v této knize, rovněž tak informace o lécích, jejich formách, dávkování a aplikaci jsou sestaveny s nejlepším vědomím autorů. Z jejich praktického uplatnění však pro autory ani pro nakladatelství nevyplývají žádné právní důsledky.

ISBN 978-80-271-8234-3 (pdf)

ISBN 978-80-271-3225-6 (print)

Kolektiv autorů

MUDr. Martina Hoskovcová, Ph.D.

Neurologická klinika a Centrum klinických neurověd 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

Dr. Phil. Ota Gál, Ph.D.

Neurologická klinika a Centrum klinických neurověd 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

prof. MUDr. Evžen Růžička, DrSc.

Neurologická klinika a Centrum klinických neurověd 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

doc. PhDr. Ondřej Čakrt, Ph.D.

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole

doc. MUDr. Petr Dušek, Ph.D.

Neurologická klinika a Centrum klinických neurověd 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

Dr. Eliška Fulínová, Ph.D.

Centrum pro teoretická studia, společné pracoviště Univerzity Karlovy a Akademie věd ČR

MUDr. Petra Havránková, Ph.D.

Neurologická klinika a Centrum klinických neurověd 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

prof. MUDr. Robert Jech, Ph.D.

Neurologická klinika a Centrum klinických neurověd 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

doc. MUDr. Jaroslav Jeřábek, CSc.

Neurologická klinika 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole

Bc. Martin Jirásek

Neurologická klinika a Centrum klinických neurověd 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

doc. MUDr. Jiří Klempíř, Ph.D.

Neurologická klinika a Centrum klinických neurověd 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

prof. MUDr. Alena Kobesová, Ph.D.

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole

doc. MUDr. Zuzana Košutzká, Ph.D.

II. neurologická klinika Lékařskej fakulty Univerzity Komenského a Univerzitetnej nemocnice v Bratislave

doc. Mgr. Radim Krupička, Ph.D.

Katedra biomedicínské informatiky, Fakulta biomedicínského inženýrství Českého vysokého učení technického v Praze

doc. MUDr. Jiří Kříž, Ph.D.

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole

MUDr. Michaela Kuzmiak, Ph.D.

Neurologická klinika 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole

doc. MUDr. Jana Lízrová Preiningerová, Ph.D.

Neurologická klinika a Centrum klinických neurověd 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

MUDr. Radim Mazanec, Ph.D.

Neurologická klinika 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole

Mgr. Nina Nemcová

DRK Kinderklinik Siegen – Sozialpädiatrisches Zentrum, Německo

Mgr. Slávka Netuková, Ph.D.

Katedra biomedicínské informatiky, Fakulta biomedicínského inženýrství Českého vysokého učení technického v Praze

Mgr. Klára Novotná, Ph.D.

Neurologická klinika a Centrum klinických neurověd 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

MUDr. Jaroslava Paulasová-Schwabová, Ph.D.

Neurologická klinika 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole

doc. MUDr. Tereza Serranová, Ph.D.

Neurologická klinika a Centrum klinických neurověd 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

Mgr. Martin Srp, Ph.D.

Neurologická klinika a Centrum klinických neurověd 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

PhDr. Marcela Šafářová, Ph.D.

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole

Bc. Kristýna Šedivá

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole

Mgr. Petra Valouchová, Ph.D.

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole

Mgr. Blanka Vlčková

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole

doc. MUDr. Martin Vyhnaněk, Ph.D.

Neurologická klinika 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole

Medtronic
Further, Together

Obsah

Předmluva	XIII	5	Klasifikace a diferenciální diagnostika poruch chůze a stability	49
OBECNÁ ČÁST	1		<i>(Evžen Růžička)</i>	
1 Lidský vzpřímený postoj a chůze optikou evropské tradice filozofické antropologie ...	3	5.1	Názvosloví a dělení poruch chůze	49
<i>(Eliška Fulínová)</i>		5.2	Příznaky poruch stability, stoje a chůze ...	51
1.1 Aristotelés	3	5.3	Syndromy poruch chůze a stability	57
1.2 Novověký obrat a jeho důsledky	6	5.4	Pády a jejich klasifikace	63
1.3 Maurice Merleau-Ponty	6	6	Klinické neurologické vyšetření poruch chůze a stability	65
2 Funkční anatomie a neurofyziologie chůze a stability	9		<i>(Evžen Růžička)</i>	
<i>(Martina Hoskovcová)</i>		6.1	Anamnéza poruch chůze a stability	65
2.1 Základní neurální okruhy automatického řízení chůze a stability	10	6.2	Vyšetření stoje a jeho stability	66
2.2 Modulace základního neurálního okruhu řízení chůze a stability	15	6.3	Vyšetření chůze	68
2.3 Shrnutí fyziologických mechanismů řízení chůze a stability	29	7	Vybrané klinické testy chůze a stability	71
3 Ontogeneze chůze	31		<i>(Martina Hoskovcová, Ota Gál)</i>	
<i>(Marcela Šafářová, Nina Nemcová, Blanka Vlčková)</i>		7.1	Desetimetrový test chůze (10-Meter Walk Test, 10MWT) a test chůze na vzdálenost 25 stop (Timed 25-Foot Walk, T25-FW)	71
3.1 Zrání nervové soustavy v souvislosti s vývojem chůze	32	7.2	Balanční škála podle Bergové (Berg Balance Scale, BBS)	73
3.2 Vývoj vzpřimovacích mechanismů	33	7.3	BESTest (Balance Evaluation Systems Test)	73
3.3 Pohyb pánve v chůzi	34	7.4	Dotazník hodnotící freezing při chůzi (Freezing of Gait Questionnaire, FoG-Q), nový dotazník hodnotící freezing při chůzi (New Freezing of Gait Questionnaire, NFOG-Q)	74
3.4 Zkřížený model	35	7.5	Dvouminutový test chůze (2-Minute Walking Distance, 2MWD) a šestiminutový test chůze (6-Minute Walking Distance, 6MWD)	74
3.5 Vývoj osy dolní končetiny pro chůzi	37	7.6	Dynamický index chůze (Dynamic Gait Index, DGI) a funkční vyšetření chůze (Functional Gait Assessment, FGA)	75
4 Kineziologie chůze	41			
<i>(Petra Valouchová)</i>				
4.1 Fáze chůzového cyklu	41			
4.2 Kineziologické parametry jednotlivých fází chůzového cyklu	43			
4.3 Definice časoprostorových parametrů chůze	45			
4.4 Centrum tlaku a reakční síla	46			

7.7	Skóre freezingu chůze (Freezing of Gait Score, FoG Score)	75
7.8	Funkční dosah horní končetinou (Functional Reach Test, FRT)	75
7.9	Funkční kategorie chůze (Functional Ambulation Categories, FAC)	76
7.10	Klinický test senzorycké interakce při udržování stability (Clinical Test for Sensory Interaction in Balance, CTSIB)	76
7.11	Mezinárodní škála hodnotící strach z pádů (Falls Efficacy Scale International, FES-I)	77
7.12	Škála stability a mobility v běžném prostředí (Community Balance and Mobility Scale, CB&M)	77
7.13	Škála subjektivního hodnocení stability při denních činnostech (Activities-specific Balance Confidence Scale, ABC)	77
7.14	Pull-test a push & release-test	77
7.15	Test rychlých otoček na místě (Rapid Turns Test)	78
7.16	Vyšetření mobility podle Tinettiové (Tinetti Performance Oriented Mobility Assessment, POMA)	78
7.17	Vyšetření mobility v náročných situacích (High-level Mobility Assessment Tool, HiMAT)	78
7.18	Zkouška pěti postavení ze sedu (Five Times Sit to Stand, FTSTS)	78
7.19	Zkouška postavení a chůze na čas (Timed Up & Go, TUG)	78

8 Přístrojové metody vyšetření chůze a stability 119
(*Slávka Neřuková, Radim Krupička*)

8.1	Kamerové systémy	119
8.2	Podlahové senzory	122
8.3	Nositelné senzory	123

9 Specifika vyšetření chůze a stability v rehabilitaci 127
(*Ota Gál, Martina Hoskovcová*)

9.1	Vyšetření stability v rehabilitaci	127
9.2	Vyšetření chůze v rehabilitaci	130

SPECIÁLNÍ ČÁST 131

10 Poruchy chůze a stability u postižení svalů a kostry 133
(*Petra Valouchová*)

10.1	Poruchy chůze a stability u postižení nohy, kotníku a bérce	133
10.2	Vyšetření a terapie poruch v oblasti nohy a kotníku	136
10.3	Poruchy chůze a stability u postižení kolenního kloubu a svalů stehna	138
10.4	Vyšetření a terapie u postižení kolenního kloubu a svalů stehna	139
10.5	Poruchy chůze a stability u postižení kyčelního kloubu a oblasti pánevního kruhu	140
10.6	Vyšetření a terapie u postižení kyčelního kloubu a oblasti pánevního kruhu	140
10.7	Poruchy chůze a stability u poruch páteře, hrudníku a svalů trupu	141
10.8	Vyšetření a terapie u poruch páteře, hrudníku a svalů trupu	142

11 Poruchy chůze a stability u nervosvalových onemocnění 143
(*Alena Kobesová, Radim Mazanec*)

11.1	Periferní neuropatie	143
11.2	Svalová onemocnění	153

12 Poruchy chůze a stability při onemocněních mozečku 159
(*Martin Vyhnálek, Jaroslava Paulasová Schwabová, Martina Hoskovcová, Ota Gál*)

12.1	Klinický obraz cerebelární poruchy chůze a stability	159
12.2	Typické parametry chůze při mozečkové ataxii	160
12.3	Spontánní kompenzační mechanismy a adaptivní strategie	161
12.4	Hodnocení poruch chůze u mozečkových syndromů	162
12.5	Hodnocení rizika pádů a prediktory stability	162
12.6	Neurofyziologické a biomechanické mechanismy cerebelární ataxie	163
12.7	Diferenciální diagnostika cerebelární ataxie chůze	165

12.8	Specifické syndromy a onemocnění s cerebelární poruchou chůze	166	16	Poruchy chůze a stability u pacientů s roztroušenou sklerózou	229
12.9	Rehabilitace poruch chůze a stability	168		<i>(Jana Lízrová Preiningerová, Klára Novotná)</i>	
13	Poruchy chůze a stability u postižení vestibulárního aparátu	171	16.1	Poruchy chůze a stability	229
	<i>(Jaroslav Jeřábek, Michaela Kuzmiak, Ondřej Čákrť)</i>		16.2	Stanovení míry postižení	230
13.1	Fyziologické mechanismy	171	16.3	Používané funkční testy chůze a stability	231
13.2	Vyšetření chůze a stability u postižení vestibulárního aparátu	172	16.4	Možnosti terapeutického ovlivnění chůze a stability	231
13.3	Poruchy chůze a stability u periferního vestibulárního syndromu	172	17	Poruchy chůze a stability u Parkinsonovy nemoci a parkinsonských syndromů	237
13.4	Poruchy chůze a stability u benigního paroxysmálního polohového vertiga	174		<i>(Evžen Růžička, Ota Gál, Martin Srp, Martina Hoskovcová)</i>	
13.5	Centrální vestibulární syndrom	174	17.1	Parkinsonova nemoc	237
13.6	Syndrom perzistující percepční posturální závratí (PPPD)	176	17.2	Poruchy držení těla u Parkinsonovy nemoci	238
13.7	Syndrom multisenzorického deficitu u seniorů (presbyvertigo)	176	17.3	Poruchy chůze u Parkinsonovy nemoci	240
13.8	Terapie u postižení vestibulárního aparátu	177	17.4	Poruchy stability a pády u Parkinsonovy nemoci	242
14	Poruchy chůze a stability u spastických syndromů	179	17.5	Kognitivní dysfunkce a poruchy chůze a stability u Parkinsonovy nemoci	244
	<i>(Ota Gál, Martina Hoskovcová, Martin Srp, Robert Jech)</i>		17.6	Terapie poruch stability a chůze u Parkinsonovy nemoci	244
14.1	Klinický obraz spastické parézy	179	17.7	Atypické a sekundární parkinsonské syndromy	255
14.2	Poruchy chůze u spastických syndromů	182	18	Poruchy chůze a stability u dyskinetických syndromů	259
14.3	Poruchy stability u spastických syndromů	183		<i>(Petra Havránková, Evžen Růžička, Martina Hoskovcová, Ota Gál)</i>	
14.4	Vyšetření chůze a stability u spastických syndromů	185	18.1	Poruchy chůze a stability u dystonií	259
14.5	Terapie poruch chůze a stability u spastických syndromů	190	18.2	Poruchy chůze a stability u třesu	264
15	Poruchy chůze a stability po poranění míchy	199	18.3	Poruchy chůze a stability u choreatických syndromů	264
	<i>(Jiří Kříž, Kristýna Šedivá)</i>		18.4	Poruchy chůze a stability u myoklonu	266
15.1	Patofyziologie poruch chůze a stability	200	18.5	Poruchy chůze a stability u tikových poruch	267
15.2	Klinický obraz	202	19	Funkční poruchy chůze a stability	269
15.3	Hodnocení chůze a stability	206		<i>(Tereza Serranová, Evžen Růžička, Martin Jirásek)</i>	
15.4	Terapie	208	19.1	Funkční neurologické poruchy	269
15.5	Predikce chůze v akutní fázi po poranění míchy	212	19.2	Mechanismy funkčních poruch hybnosti	269

19.3	Obecné projevy funkčních poruch hybnosti	270
19.4	Diagnóza funkční poruchy chůze a stability	271
19.5	Příznaky a syndromy funkčních poruch chůze a stability	273
19.6	Klinický přístup k pacientům s funkčními poruchami chůze a stability	281
20	Poruchy chůze a stability u normotenzního hydrocefalu	287
	<i>(Jiří Klempíř, Martina Hoskovcová, Ota Gál, Petr Dušek)</i>	
20.1	Normotenzní hydrocefalus	287
20.2	Etiologie a patofyziologie	287
20.3	Poruchy stability	288
20.4	Poruchy chůze	289
20.5	Kognitivní poruchy	290
20.6	Poruchy kontinence moči	290
20.7	Diagnostika	290
20.8	Terapie	293

21	Poruchy chůze a stability ve stáří	297
	<i>(Zuzana Košutzká, Martina Hoskovcová)</i>	
21.1	Patofyziologie poruch chůze a stability ...	297
21.2	Poruchy chůze a stability	299
21.3	Dopad kognitivních poruch	300
21.4	Vliv komorbidit na chůzi a stabilitu	300
21.5	Polyfarmacie a poruchy chůze a stability	302
21.6	Pády	302
21.7	Klinické hodnocení poruch chůze a stability	304
21.8	Terapie	304
	Seznam zkratk	310
	Medailonky editorů	316
	Souhrn	317
	Summary	318
	Rejstřík	319

FAMPYRA® - První a jediná terapie
indikovaná ke zlepšení chůze
u pacientů s roztroušenou sklerózou



Přípravek **FAMPYRA®** je indikován ke zlepšení chůze u dospělých pacientů s roztroušenou sklerózou s poruchou chůze [EDSS (škála stupně zdravotního postižení) 4-7].

fampyra® 10 mg
tablety s prodlouženým uvolňováním
fampridine 

Zkrácená informace o přípravku Fampyra

Název přípravku: Fampyra 10 mg tablety s prodlouženým uvolňováním. **Složení:** 1 tableta s prodlouženým uvolňováním obsahuje fampridinum 10 mg. **Indikace:** Ke zlepšení chůze u dospělých pacientů s roztroušenou sklerózou s poruchou chůze [EDSS (škála stupně zdravotního postižení) 4-7]. **Dávkování a způsob podání:** Léčba musí probíhat pod dohledem lékaře se zkušenostmi s péčí o pacienty s RS. Doporučená dávka jedna 10 mg tableta 2x denně, v intervalu 12 hodin (ráno a večer). Fampridin se nemá podávat častěji nebo ve vyšších dávkách, než je doporučeno. Pokud dojde k vynechání dávky, nemá se další dávka zdvojnásobit. Tablety se užívají bez jídla. První preskripce má být omezena na 2 - 4 týdny léčby, neboť klinické přínosy přípravku by měly být zaznamenány do 2 - 4 týdnů od zahájení léčby. Pro další podrobné informace k zahájení, hodnocení léčby, zvláštním skupinám pacientů a způsobu podání čtěte plnou verzi SPC přípravku.

Kontraindikace: Hypersenzitivita na léčivou nebo kteroukoli pomocnou látku přípravku. Současná léčba přípravky obsahujícími fampridin. Výskyt záchvatů v současnosti i v anamnéze. Středně těžká a těžká porucha funkce ledvin. Současné užívání s inhibitory transportérů organických kationtů 2 (OCT2), např. cimetidinem.

Zvláštní upozornění a opatření pro použití: Upozornění se týkají těchto situací: riziko záchvatů; porucha funkce ledvin; hypersenzitivní reakce; opatrnost u pacientů s KV příznaky poruch srdečního rytmu; riziko výskytu závratí a pádů; zvýšená míra výskytu infekcí a zhoršené imunitní odpovědi. Pro úplné informace čtěte plnou verzi SPC. **Interakce:** Současné podávání s inhibitory OCT2, například cimetidinem je kontraindikováno. Současné podávání s léčivými přípravky, které jsou substráty OCT2, například karvedilem, propranololem nebo metforminem.

Těhotenství a kojení: Pro omezené údaje je doporučeno se léčbě přípravkem Fampyra v těhotenství vyhnout. V období kojení se léčba přípravkem nedoporučuje. **Účinky na schopnost řídit a obsluhovat stroje:** Přípravek má mírný vliv. **Nežádoucí účinky:** Infekce močového systému, chřipka, nazofaryngitida, virové infekce, nespavost, úzkost, závrať, bolest hlavy, porucha rovnováhy, vertigo, parestezie, třes, palpitace, dyspnoe, faryngolaryngeální bolest, nauzea, zvracení, zácpa, dyspepsie, bolest v zádech, astenie a další. Pro úplný seznam čtěte plnou verzi SPC. **Druh obalu a velikost balení:** Lahvičky z polyetylénu vysoké hustoty (HDPE) s polypropylénovými uzávěry nebo blistry hliník/hliník (oPA/Al/HDPE/PE+CaO vrstva s vysoušedlem/Al/PE). Velikost balení 28 nebo 56 tablet. Na trhu nemusí být všechny velikosti balení. **Doba použitelnosti:** 3 roky. **Zvláštní opatření pro uchování:** Při teplotě do 25°C. **Držitel rozhodnutí o registraci:** Merz Therapeutics GmbH, Eckenheimer Landstraße 100, 60318 Frankfurt am Main, Německo. **Registrační čísla:** EU/1/11/699/001; EU/1/11/699/002; EU/1/11/699/003; EU/1/11/699/004. **Datum registrace/prodloužení registrace:** 20.7.2011/25.4.2022. **Datum poslední revize textu:** 21.8.2025. **Pouze na lékařský předpis.** Přípravek je hrazen z veřejného zdravotního pojištění, výši a podmínky úhrady naleznete v aktuálním Seznamu léčiv a PZLU hrazených ze zdravotního pojištění na www.sukl.cz. Před předepsáním léku se prosím seznamte s podrobnými informacemi v platném Souhrnu údajů o přípravku nebo na adrese společnosti **DESITIN PHARMA, spol. s r. o., Opletalova 25, Praha 1, 110 00.**





Předmluva

Tato kniha je první komplexní českou monografií věnovanou poruchám chůze a stability – funkcím, které jsou pro člověka natolik samozřejmé, že o nich většinou začne uvažovat teprve ve chvíli, kdy selhávají.

Lokomoce představuje základní podmínku života vyšších organismů a bipedální chůze je jedním z nejzásadnějších milníků lidské evoluce. Z pohledu paleoantropologie to byla právě vzpřímená chůze (spíše než Engelsova „práce, která polidštila opici“), která formovala člověka: uvolnila ruce pro práci, výrobu nástrojů i kulturně-symbolické aktivity. Chůze se časem stala i metaforou cesty ducha. Tradice kontemplativní chůze provází evropské myšlení od starověku přes středověké poutníky až po současnost, kdy se k ní navracíme jako k formě meditace, sebepoznání i terapie.

Bipedální chůze a kognitivní funkce jsou v životě jednotlivce úzce propojeny od prvních nejistých krůčků a začátků řečové komunikace až po jejich úpadek ve stáří a v nemoci. Analýza chůze může pomoci odhalit rysy osobnosti a rozlišovat sociokulturní a etnické rozdíly. Chůze je však především významným ukazatelem zdravotního stavu. Zkoumání jejích mechanismů i klinických poruch má historii stejně dlouhou jako obor neurologie. Klasické práce 19. a 20. století položily základy našich dnešních znalostí, avšak v českém prostředí zůstávala oblast poruch chůze dlouho na okraji zájmu. Za zmínku nicméně stojí Hennerův přínos k popisu mozečkových syndromů, včetně poruch chůze a rovnováhy u „paleocerebelárního“ syndromu. Skutečně systematické zpracování poruch chůze v celé jejich šíři ale v české literatuře dosud chybělo.

Můj vlastní odborný zájem o tuto problematiku podnítil profesor Joe Jankovic z Houstonu, jehož přátelské ponoukání a podpora pomohly k uspořádání prvního světového symposia o poruchách chůze v Praze v roce 1999. Na tuto zkušenost navázal rozvoj našeho výzkumu, výuky i léčebných přístupů k poruchám chůze a stability, v němž již hráli hlavní role moji postgraduální studenti a další kliničtí kolegové. Tím se také před více než deseti lety zrodila myšlenka na původní českou monografii věnovanou tomuto tématu. Největší zásluhu na tom, že kniha konečně vznikla, mají moje bývalá doktorandka, vedoucí naší neurorehabilitace Martina Hoskovcová a kolega Ota Gál, fyzioterapeut a filozof. Právě jejich hluboká znalost principů poruch chůze a metod jejich léčby vtiskla této monografii současnou podobu: rozšířili ji o teoretické, klinické, a především terapeutické aspekty, přizvali spoluautory z různých oborů a s obdivuhodnou vytrvalostí dovedli celý projekt do konce. Za jejich práci jim – stejně jako ostatním spoluautorům – patří moje poděkování a hluboké uznání.

Přeji čtenářům, aby v této knize našli jak inspiraci, tak praktickou oporu při diagnostice a léčbě poruch chůze, stability a pádů a aby náš společný odborný zájem o tuto složitou, ale mimořádně významnou multidisciplinární oblast medicíny přispěl k lepší péči o pacienty, pro které je chůze doslova základem života.

Evžen Růžička
Praha, prosinec 2025

OBEČNÁ ČÁST

Lidský vzpřímený postoj a chůze optikou evropské tradice filozofické antropologie

Eliška Fulínová

Úvod

Chůze a vzpřímený postoj představují důležité motivy při tematizaci otázky přítomné v evropské myšlenkové tradici prakticky od jejích počátků: V čem spočívá specifčnost člověka při srovnání s ostatními živými tvory a čím přesně a proč se člověk od jiných organismů odlišuje? Stálíci v intelektuálním repertoáru je již od antiky soubor představ rozvíjený různými mysliteli v různých variacích s odlišnými důrazy, který je s velkou mírou schematizace možné shrnout zhruba následovně. Vzpřímený postoj a chůze po dvou končetinách představuje zvláštní typ pohybu, kterému v celkovém tělním plánu člověka odpovídají specifické tělesné proporce a také tvar a velikost hlavy, která je u člověka zhruba sférická a má specificky umístěné smyslové orgány. Díky vzpřímenému postoji a chůzi jsou ruce uvolněny k jiným aktivitám, zejména pak k použití nástrojů, což otevírá dveře k lidské ohromné všestrannosti. Ve srovnání s jinými živými tvory disponuje člověk mnohem širší a pestřejší paletou životních aktivit. To následně umožňuje i osídlení různých typů životních prostředí. Tato lidská všestrannost a pestrost pak úzce souvisí s tím, čím se člověk vyznačuje povýtce a co jej od ostatních živých tvorů vyděluje zejména, a to je rozum čili schopnost myslet, kráčející ruku v ruce se schopností artikulované řeči.

Tematizace chůze a vzpřímeného postoje tak optikou této tradice není pouze technickou otázkou biomechaniky či medicínskou otázkou po odstranění možných překážek zdravého pohybu, ale je pevně zasazena do širšího kontextu toho, jakým způsobem jako lidé rozumíme sami sobě a svému místu ve světě.

V rámci této kapitoly není možné danou problematiku postihnout historicky úplným způsobem, a proto se zde velmi stručně zaměřím na dva vybrané myslitele, jejichž přístupy mohou být v řadě ohledů inspirativní i dnes. Dělí je přitom od sebe více než dva tisíce let a promlouvají z velice odlišných myšlenkových světů: první z nich je Aristotelés (384–322 př. Kr.), řecký filozof, ale také zakladatel biologie ve smyslu vědy o živém, a první v naší tradici, kdo věnoval chůzi a pohybu živočichů komparativní kineziologickou studii (viz do češtiny nepřeložený spis *De incessu animalium*, dosl. *O přemístování živočichů*). Druhým je Maurice Merleau-Ponty (1908–1961), jedna z nejdůležitějších postav francouzské fenomenologické filozofie, který problematiku tělesnosti, pohybu a vnitřního zkušenostního vztahu s vlastním tělem postavil do samého centra svého myšlení (viz zejména klíčový spis *Fenomenologie vnímání*). Proč volíme právě tyto dva myslitele a jaká je vnitřní logika v tom, že zde představíme právě jejich přístupy, bude snad zřejmé z následujícího výkladu.

1.1 Aristotelés

Jak již bylo zmíněno, Aristotelés nebyl pouze filozof, ale také mimořádně nadaný přírodovědec, který položil základy biologie jako samostatné vědní disciplíny: vymezil její metodologii, předměty a cíle zkoumání a zahájil rozsáhlé empirické výzkumy, které vedl osobně a na které navazovali další badatelé. Zkoumání lidského těla a jeho fungování, včetně chůze jako specifického pohybu, má pevné místo

v obou těchto kontextech: v kontextu (i) biologickém, kde je člověk pojímán komparativně v celku domény živého, tedy primárně jiných živočichů, i v kontextu (ii) filozofickém či filozoficko-antropologickém, kde přichází ke slovu to, co už u jiných živých tvorů nenacházíme: lidský rozum, sociálně-politická organizace, etika a tak dále.

Aristotelés pocházel z lékařské rodiny a byl velmi slušně obeznán s teorií i praxí dobové medicíny. Kromě terénních výzkumů se věnoval také pitvám (některé specifické pitvěvní postupy i sám vyvinul), díky čemuž položil mj. základy anatomie. K lidským ostatkům ve své době přístup neměl, protože pitvy člověka prováděli v antice pouze lékaři v egyptské Alexandrii v krátkém časovém okně 3. stol. př. n. l. Pravděpodobně však měl možnost studovat potracené lidské plody, což mu spolu se zkoumáním různých starých oplozených slepičích vajec posloužilo jako empirický materiál pro vypracování embryologické teorie. Aristotelův přínos pro biologii v podstatě nelze přecenit a je bezpochyby otcem zakladatelem, který zůstal nepřekonaný po mnoho dalších století. Obor zásadně posunula dál až novověká věda, zhruba od 16. století.

V kontextu biologickém je Aristotelův přístup komparativní. Srovnává lidské tělo a jeho konstituci s těly ostatních živočichů, popisuje rozdíly a, což je zvláště podstatné, hledá pro ně odůvodnění. Tato odůvodnění jsou, řečeno současným jazykem, zasazena do adaptačního vysvětlovacího rámce, velmi podobně jako je tomu v dnešní darwinistické biologii. Vždy je třeba objasnit, k čemu konkrétní tělní struktury slouží, jaké funkce v životním celku daného živočicha plní a co mu umožňují vykonávat. Pro úplnost je třeba doplnit, že aristoteléska biologie ovšem nezná evoluci a neodpovídá na otázku, jak se tyto funkční struktury historicky vyvinuly, nýbrž je chápe jako neměnné a trvale dané. Pohled optikou „kvůli čemu“ však v případě člověka biologický kontext v úzkém smyslu přesahuje. Vzpřímený stoj, tj. vertikální položení tělní osy, a bipedie, které jsou ze všech živočichů podle Aristotela vlastní pouze člověku, jsou podle něho též tím, co podmiňuje plný rozvoj rozumových duševních schopností a všeho dalšího, co lidem umožňují. Stoj a skutečnost, že se člověk pohybuje z místa na místo bipedálně, je tedy z hlediska funkčního vysvětlení principiálně spojena s realizací rozumného života.

Doplňme, že Aristotelés se nezabýval jen stavbou živých těl a různými způsoby místního pohybu, ale v rámci své přírodní filozofie podal též zcela obecnou definici pohybu, který chápe procesuálně jako uskutečňování možností. Na rozdíl od fyzikalismu a mechanismu, který se postupně prosadil v novověku, nekladl Aristotelés do centra svého zkoumání pohyb neživých těles, ale pohyb, či přesněji různé pohyby či procesy vlastní živým bytostem. Aristoteléska procesuální pojetí pohybu také v jádru není matematické a krok k jeho matematizaci bude učiněn rovněž až v novověku. Modelovým příkladem přirozeného pohybu je pro Aristotela pohyb živých bytostí a mezi živými bytostmi je paradigmatickým příkladem člověk. Vděčí za to tomu, že jeho rejstřík životních pohybů je nejširší: lidský vzpřímený stoj a pohyb po dvou končetinách představují podle Aristotela nejvyšší stupeň rozvinutí možností, se kterými se v živočišném světě setkáváme.

Když se Aristotelés pustil do zkoumání způsobů, jakými se různí živočichové přemísťují z místa na místo, učinil některá zcela obecná konstatování, platná samozřejmě i pro lidskou chůzi. Každý místní pohyb živého těla zejména předpokládá, že toto tělo je rozděleno na určité vnitřně diferencované části. Každý pohyb totiž vychází z toho, že jsou některé části aktuálně pohybující a jiné pohybované, a v každém okamžiku jsou tedy jedny aktivní a jiné pasivní. Právě jejich střídáním se pak živočich pohybuje vpřed.

V této souvislosti snad stojí za zmínku, že Aristotelés tematizoval i problematiku stability těla a nutnosti rovnoměrného rozložení tělesné váhy, což se projevuje například v tom, že počet končetin je vždy sudý, není-li nulový. Tělesná symetrie je faktorem, který efektivně umožňuje nejen tělesnou stabilitu, ale také plynulý pohyb. Všimá si rovněž, jak se v případě některých živočichů uplatňují různé pohybové kompenzace v případech, kdy dojde k fatálnímu poškození či odstranění některé končetiny (jako příklad uvádí stonožky, se kterými pravděpodobně osobně experimentoval).

Pohyb je založen na střídání fází přitažení a odtažení, flexe a extenze, které Aristotelés poprvé definuje. Flexe neboli ohyb je vytvoření úhlu z rovné linie představované napjatou končetinou. Extenze neboli narovnání je zvětšování tohoto úhlu až do opětovného vytvoření rovné linie. Flexe a extenze

pak předpokládají v těle pevné body, které se samy o sobě nepohybují, a tyto pohyby tělních částí umožňují, dnes bychom řekli *punctum fixum* a *punctum mobile*.

Vzpřímená chůze člověka je podle pokusu, který dost možná Aristotelés přímo sám prováděl, založena na střídání flexí a extenzí dolních končetin takovým způsobem, že když necháme člověka kráčet podél zdi a na ní vyznačíme linii ve výšce jeho hlavy, uvidíme nikoli rovnou, ale kolísavou čáru, na které je patrné střídavé klesání a stoupání těla. Pro náležitou chůzi je klíčová flexe a extenze v koleni, jakkoli Aristotelés uvádí, že chůze je možná i bez ní, což podle něho vidíme například na chůzi malých dětí či v některých druzích zápasení, kdy však nutně dochází ke kompenzační flexi v kyčlích. Chůze, stejně jako další typy místních pohybů, však vyžaduje i pohyby horních, resp. předních končetin. Jsou-li odstraněny či znehybněny (Aristotelés se zde odvolává na chování ptáků po odstranění křídel), dochází v horní polovině těla ke kompenzaci, případně je pohyb vpřed zcela znemožněn. Pasáž ve spisu *De incessu animalium*, kde se Aristotelés popisuje těchto fenoménů věnuje, je velmi detailní a nabízí i pozoruhodnou geometrickou úvahu, která poněkud připomíná úlohy z eukleidovské geometrie. V ní Aristotelés chůzi popisuje jako proměnu trojúhelníku tvořeného dolními končetinami a plochou podložky, a také jako posun kolmice, na jejímž horním prodloužení je hlava.

Jak bylo zřejmé již při zmínce o dětské chůzi, Aristotelés tematizuje též vývojové hledisko. Uvádí, že k plnohodnotné bipedii, jakou se vyznačuje dospělý člověk, je nezbytné, aby horní část těla byla odlehčená, zatímco dolní končetiny naopak dostatečně prodloužené a robustní, aby byla celková tělesná postura dostatečně stabilní. Děti jsou svou tělesnou stavbou při srovnání s dospělým tělem „zakrslé“, podobně jako čtyřnožci, jelikož jejich trup je v poměru ke krátkým dolním končetinám nejen příliš mohutný a těžký, ale také dlouhý. Proto se děti podle Aristotela zprvu pohybují podobně jako čtyřnožci. Teprve když se lidské tělesné proporce přiblíží dospělému jedinci a trup se v poměru k dolním končetinám dostatečně odlehčí a zkrátí, začínají být schopné vzpřímené chůze.

Je zajímavé, že motiv uvolnění horních končetin se v Aristotelově funkcionálním uvažování uplatňuje

spíše doplňkově. Jádrem je vertikálnost tělní osy, tedy vzpřímený stoj a na něj navázaná chůze, které člověku umožňují rozvinutí rozumové potence. Faktor volných rukou, který umožňuje používat nástroje, není podmínkou rozvoje rozumovosti, ale tím, co dává smysl teprve v jejím rámci. Pouze jakožto rozumný živočich je totiž člověk schopen možností práce s nástroji smysluplně využít. Jde tedy o jakýsi bonus navíc, jakkoli je pro plnou realizaci lidských možností zásadní. Aristotelés se v tomto bodě obrací proti tradičnímu obrazu člověka jako nejbezbrannějšího a tělesně nejhůře vybaveného živočicha, rozšířenému v jeho době například ve vlivném platonském podání. Aristotelés naopak upozorňuje, že díky vzpřímenému postoji a specifickému druhu pohybu má člověk k dispozici ruce a stává se mnohem mocnějším živočichem, než jsou ostatní, odkázaní na těch několik tělních „nástrojů“ (rohy, kopyta, zuby apod.), kterými je v průběhu ontogenze vybaveny jejich přirozenost.

Shrneme-li Aristotelovo pojetí, vidíme, že je u něj chůze zapojena do celkových životních struktur. Nikdy nejde jen o prostou biomechaniku pohybu, ale vždy se jedná o celkové utváření lidského života, který je s chůzí jako zvláštním typem pohybu zásadně spjatý. Na aristotelském půdorysu je možné říci, že člověk neschopný chůze nebo s výrazným chůzovým deficitem neuskutečňuje plně své bytí člověkem. Nejde o to, že si nedojde tam či onam, ale je to jeho celkový život, který je tímto deficitem ochuzen či umenšen v plnosti, kterou by být mohl, ale není. S ohledem na dobové omezené možnosti kompenzačních pomůcek jde o pochopitelné tvrzení, a i dnes víme, že možnost pohybovat se např. na invalidním vozíku zcela zásadně proměňuje život paraplegických pacientů.

Aristotelův zájem o lidské tělo a chůzi tak nepatří pouze do kontextu biologického uvažování, ale má své pevné místo i v jeho filozofickém projektu, v němž šlo o postižení podstaty člověka a uchopení jeho specifického místa v celku světa. Zde vystupuje zřetelně do popředí lidská jedinečnost, založená primárně na schopnosti užívat rozum (teorie poznání) a možnosti žít nejen ve smyslu přežití, ale i žít **dobře** (etika). Rozlišená možnost žít různě dobrý život je pro člověka specifická. Jde o diferenciaci na úrovni individuálních způsobů života, kterou u jiných živočišných druhů nepotkáváme.

1.2 Novověký obrat a jeho důsledky

Jak biologický či obecně přírodovědný, tak filozoficko-antropologický kontext jsou pro tematizaci lidské chůze, vzpřímeného postoje a souvisejících fenoménů, včetně otázky po specifičnosti člověka, relevantní i v další navazující tradici. Tyto dva typy kontextů se také od sebe postupně oddělily a vytvořily dvě, čím dál samostatnější linie uvažování. Klíčovou roli zde sehrálo oddělení jednotlivých vědeckých disciplín v novověku a paradigmatický obrat, který tehdy přírodověda prodělala. Biologické a lékařské obory přitom z Aristotela vycházely velmi dlouho a o skutečném posunu paradigmatu lze mluvit až s prosazením Darwinovy evoluční teorie, k němuž docházelo postupně během druhé poloviny 19. století. Pro pojetí pohybu, včetně pohybu živých organismů, je však podstatný obrat, který se během 17. století odehrál na poli fyziky, totiž prosazení mechanistického modelu umožňujícího matematizaci a predikci. V důsledku toho se na dlouhou dobu stala paradigmatickou přírodní vědou fyzika, která za modelové objekty pro popis pohybu považuje ne již živé bytosti, ale neživá tělesa.

Dodejme však, že v návaznosti na tzv. moderní syntézu v biologii, která počátkem 20. století dokázala efektivně propojit (neo)darwinovskou teorii evoluce s genetikou, se kyvadlo od fyziky jako centrální oblasti přírodních věd začalo obracet zpět k biologii. Ta dnes nabízí historickou teorii evoluce jako soudobé univerzální vysvětlující schéma pro porozumění přírodě. Je otázka, zda nenazrává doba, kdy se biologicko-medicínský přístup k živým tělům a jejich pohybům opět emancipuje od fyzikalismu a pokusí se vybudovat si vlastní metodické postupy.

Tím se dostáváme k filozofickému proudu, pro který se stala kritika fyzikalistického redukcionismu jedním ze základních stavebních kamenů, a to je fenomenologická filozofie. Jde o myšlenkový směr rozvíjený nejprve v Německu a následně též ve Francii od počátku 20. století. Za zakladatele lze označit Edmunda Husserla, který iniciační spis *Fenomenologie*, první svazek svých *Logických zkoumání*, publikoval symbolicky v roce 1900. Fenomenologie vnesla do filozofie nový způsob nahlížení, když formulovala radikální požadavek budovat filozofický popis a analýzu na poli vlastního prožívání a zkušenosti či, jak se někdy též ne zcela přesně říká,

v perspektivě první osoby. Právě díky otevření tohoto pole představuje fenomenologie podstatný doplněk ke způsobům popisu a porozumění pohybu, jak jsou rozvíjeny v rámci přírodovědných paradigmat.

S aristotelským přístupem fenomenologie sdílí, že je pohyb pojímán nikoli izolovaně, ale v širších životních souvislostech, tedy v celku lidského života. Zároveň však důrazem na zkušenostní rozměr fenomenologie tuto optiku individualizuje či subjektivizuje. Podstatné se stává, jak vlastnímu tělu rozumíme, jak svůj tělesný pohyb prožíváme a jaký si i na základě tohoto rozumění a prožívání budujeme vztah k sobě samým. Optika tělesného pohybu je přitom klíčová, protože právě z možností našeho tělesného pohybu získáváme obecnou představu o tom, co to znamená, že vůbec něco můžeme, že jsme bytosti, které ve světě něco zможou.

1.3 Maurice Merleau-Ponty

Pro výše naznačené aspekty zkoumané fenomenologickou filozofií je zásadní postavou Maurice Merleau-Ponty, jehož uvažování nejen o pohybu, ale obecně o tělesnosti zanechalo v evropském myšlení hlubokou a trvalou stopu. Merleau-Ponty je z našeho hlediska relevantní i z toho důvodu, že své filozofické úvahy vždy rozvíjel v produktivním dialogu s přírodovědnými přístupy. Merleau-Ponty byl výborně obeznámen s dobovým děním na poli psychologie a neurologie a v odborné literatuře sledoval též popisy nejrůznějších patologických stavů u neurologických pacientů. Početné kazuistiky mu pak slouží jako východiska filozofického uvažování, případně jimi podpírá některé své teze. Od druhé poloviny 20. století, kdy Merleau-Ponty své texty psal, množství vědeckých poznatků tohoto typu samozřejmě nebývale vzrostlo. O to důležitější je ale jim i dnes dávat širší zarámování a pokoušet se o jejich interpretaci i mimo úzké hranice jednotlivých vědních oborů a lékařských specializací.

Merleau-Pontyho uvažování o tělesném pohybu je postaveno na pojmu „vlastního těla“, které se liší od těl či těles, které mé „já“ ve světě obklopují a které vnímám jako vnější. Vlastní tělo je jednomu každému z nás dáno zevnitř a je nám přístupné skrze vnitřní bezprostřední prožívání. V tomto vnitřním prožitku není tělo jednoduše něčím, čím „já“ disponuje či

co „já“ používá ve stejném smyslu, jako používáme k pohybu dopravní prostředek. Mé vlastní tělo pro mě není pouhý prostředek z jednoduchého důvodu. Já, kterýž tělo „používám“, jsem s ním v zásadním smyslu totožný. V mé zkušenosti je bezvýhradně dáno, že kde je mé tělo, tam jsem i já (ve smyslu polohy i rozsahu), a pouze existuje-li mé tělo, jsem tu i já. Tělo tedy není **nástrojem** pohybu, a chceme-li se vyjadřovat přesně, neměli bychom ani říkat, že se hýbu **prostřednictvím** těla. Platí spíše, jak by řekli fenomenologové, že jsem schopen pohybu **jakožto tělo**, neboli nakolik jsem tělesná bytost.

Jak říká Merleau-Ponty, mé tělo je také „mé hledisko na svět“. Všechno, s čím se ve světě setkávám, vnímám a zakouším vždy ve svém těle a ze svého těla, což také znamená z určitého hlediska a v určité perspektivě. Je-li ale tělo mým hlediskem na svět, není předmětem, jelikož předměty jsou tím, co skrze toto hledisko vidím, k čemu se skrze ně vztahuji. Mnoho běžných každodenních zkušeností, kdy tělo „funguje“, jak má, nám ukazuje, že těla jsme si vědomi jaks implicitně, netematicky. Na své tělo a tělesný pohyb, pokud běží hladce a nic od nás nežadá, nejsme výslovně zaměřeni. Je to soubor do velké míry spontánních pohybů, procesů a reakcí, které běží mimo naše volní rozhodování, a aniž bychom si jich byli přímo vědomi. Merleau-Ponty pro tuto rovinu tělesných aktivit někdy používá označení „habituální tělo“. Proto například mohu bezpečně seběhnout schody, a přitom být zcela pohlcen přemýšlením o důležité schůzce, na kterou mířím. Pohyb svého těla vnímáme vcelku a bezprostředně ve vztahu k okolí, odlišně od analytictějšího přístupu k pohybu vnějších věcí (srovnej popsanou zkušenost se seběhnutím schodů a konstrukci algoritmu, který umožní seběhnout schody robotovi).

Přesto platí, že i mé tělo se pro mě může předmětem stát. Mohu se na něj přímo tematicky zaměřit, učinit z něj explicitní předmět svého zájmu. A v některých případech, například když mě něco bolí, si o to tělo přímo „říká“, takže mi ani nic jiného nezbyvá. Mé tělo je jediná látková entita ve světě, kterou zároveň zakouším zevnitř i zvenčí, která je jak vnímaná, tak i vnímající. Merleau-Ponty v tomto ohledu tematizuje klíčový význam hmatu pro konstituci vlastního těla, přičemž hmat byl už pro Aristotela základní smysl, kterým disponují všichni živočichové. Oba tyto ohledy se uplatňují naráz,

i když nutně nevystupují v každý okamžik oba stejně zřetelně. Jako názorný příklad, kde je tento zkušenostní rozdíl dobře patrný, lze uvést třeba česání vlasů bez zrcadla a před zrcadlem.

Právě s touto zvláštní dualitou je pak spojená i dualita další, která se stala námětem mnoha různých fenomenologických analýz. Jde o rozlišení dvou modalit vztahu k vlastnímu tělu, a sice „tělem být“ a „tělo mít“ (v češtině se tyto modalitty zrcadlí i v běžném jazyce a způsobech, jimiž jsme o těle zvyklí mluvit). Výše jsme upozorňovali, že se svým tělem jsme každý v podstatném ohledu totožný, nicméně v řadě případů jako by se mezi „já“ a tělem ukazoval určitý rozestup, např. když mi únava či bolest těla nedovolí pokračovat v pohybu, ve kterém bych přesto „já“ pokračovat chtěl. „Naslouchejte vlastnímu tělu“, slýcháme dnes často. Kdo je v tomto a podobných případech tím subjektem, ke kterému se obrácíme? Tyto obtížné filozofické otázky zde našťastí nemusíme řešit. Postačí shrnout, že v rámci fenomenologického popisu je v analýze tělesného pohybu vždy třeba počítat se dvěma typy vztahu mezi „já“ a jeho tělem, které se mohou střídat či být v různých momentech akcentovány v různé míře. Je zde na jedné straně ohled tělesné totožnosti, v němž se „já“ s tělem identifikuje, kdy „já“ „je“ tělo. Na druhé straně ohled dispozice, který se typicky (ale nejen) otevírá v situacích narušení tělesných automatismů, kdy vztah mezi „já“ a jeho tělem ztrácí hladkou bezprostřednost, komplikuje se a vzniká zkušenost odstupů. Tělo neposlouchá, nechce mi sloužit, trápí mě a podobně. Podle řady myslitelů fenomenologické tradice tvoří právě tato zvláštní dynamická podvojnost základní půdorys, na němž je třeba tematizovat konstrukci osobní identity.

Vraťme se ještě na okamžik k některým momentům spjatým se zkušeností vlastního těla, které jsou podstatné z hlediska pohybu. Vlastní tělo je mi podle Merleau-Pontyho ve vnitřní zkušenosti dáno celé naráz jako určitý celek či jednota, tzn. nikoli jako složenina částí či výsledek syntézy vjemů. Tento celek pak označuje výrazem „tělesné schéma“, který přebírá z dobové psychologie. Jde o jakýsi „obraz“ celku mého těla, mé aktuální tělesné pozice a prostorových vazeb mezi jednotlivými tělními částmi i mezi tělem a jeho okolím. „Obraz“ zde ovšem není nejhodnější označení, protože ačkoli si tělesné schéma samozřejmě můžeme vizualizovat, jako například při nácviu

určitých pohybů před zrcadlem, primárně o vizuální reprezentaci nejde. Tělesné schéma totiž představuje především dynamický soubor možností pohybu. Nezahrnuje tedy jen povědomí o aktuální poloze jednotlivých částí mého těla (jakýsi statický řez), ale též povědomí o tom, jaké pohyby těmto polohám předcházely a jaké další mohou následovat, včetně vazby na okolí a předměty v něm. Tělesné schéma tedy zahrnuje např. povědomí o tom, co je v mém dosahu, kudy mohu a kudy nemohu projít a podobně. Co zde Merleau-Ponty sleduje, je kontinuální dynamika „já“ a mého těla ve vztahu k tomu, čím se ve světě zabírám, co v něm konám.

Tělo ve smyslu habituálního těla, tedy různých pohybových návyků až automatismů, je tím prvotním faktorem, který mi umožňuje existovat ve světě a otevírá mi určité možnosti, ve kterých svou existenci mohu uskutečňovat. Merleau-Ponty se příliš nezabývá vývojovým hlediskem, ale pokud bychom se ho v jím načrtnutém rámci s oporou v aristotelické analýze místního pohybu pokusili zohlednit, bylo by možné říci, že právě osvojení si schopnosti vzpřímeného stoje a chůze představuje v tomto otevřeném procesu zásadní moment. Je přitom významné, že výslovné a tematické zaměření na tělesné pohyby, a tedy i vědění o nich, přichází až později. Tělo neboli „já“ jakožto tělesná bytost se nejprve umí pohybovat, a teprve následně, principiálně vždy až zpětně, se touto dovedností může zabírat jako teoretickým problémem. Hybné tělo nás uvádí do světa, otevírá světu, a tělesný pohyb je zde bazální součástí celkového životního „já mohu“, které naši existenci charakterizuje. Jestliže fenomenologové i v návaznosti na Aristotela chápou lidskou existenci jako rozvrh možností a jejich výběrové uskutečňování, pak základní vrstvou tohoto rozvrhu je možnost místního pohybu.

Toto celkové existenciální zarámování (opět upomínající na Aristotela) je důležité i z hlediska tematizace překážek či omezení možnosti pohybu. Nikdy nejde jen o prostý fakt, že mi přesunutí z bodu A do bodu B trvá déle nebo se přesunout nedokážu vůbec. Takováto omezení restrukturalizují celkový možnostní rozvrh lidského života, přepisují chápání vlastní existence. Běží o novou konstituci identity, o nový sebevztah budovaný na půdorysu prožívaných omezení. Tato konstituce se odehrává

na úrovni našich tělesných interakcí a skrze to, jak si osvojujeme nové tělesně-motorické návyky, tedy procesem habituace, jehož sedimentem je naše vlastní habituální tělo.

Závěr

Aristotelés i Maurice Merleau-Ponty přistupují k problematice chůze nikoli jen z hlediska mechaniky pohybu, ale jako k významnému existenciálnímu a antropologickému fenoménu. Společně sdílejí přesvědčení, že pohyb, a především lidská chůze, je hluboce zapojen do celkového utváření lidského života. U Aristotela je chůze úzce spjata s vertikální osou a vzpřímeným postojem, což podmiňuje rozvoj rozumu a specificky lidskou schopnost žít rozumně a eticky. Chůze je dále součástí širší struktury života, v níž biologické, politické a etické složky tvoří jednotu. S oporou v Merleau-Pontyho analýzách jsme pak tuto jednotu mohli navštívit i z opačné strany, tedy z perspektivy tělesné zkušenosti. V Merleau-Pontyho pojetí by bylo třeba chápat chůzi jako součást a projev dynamiky tělesného schématu a „habituálního těla“, jež je tím, co umožňuje existenciální vztah ke světu jako dynamický rozvrh možností. Oba výše načrtnuté přístupy se tak v mnoha ohledech doplňují. Aristotelés přináší komparativní a teleologickou biologickou analýzu zasazenou do širšího filozofického rámce. Merleau-Ponty pak odhaluje vnitřní prožívání těla jako subjektu pohybu. Oba autoři tím přispívají k hlubšímu porozumění chůzi jako základní formě lidské přítomnosti ve světě a jako hybné osy mezi tělesností, rozumem a existencí.

Literatura

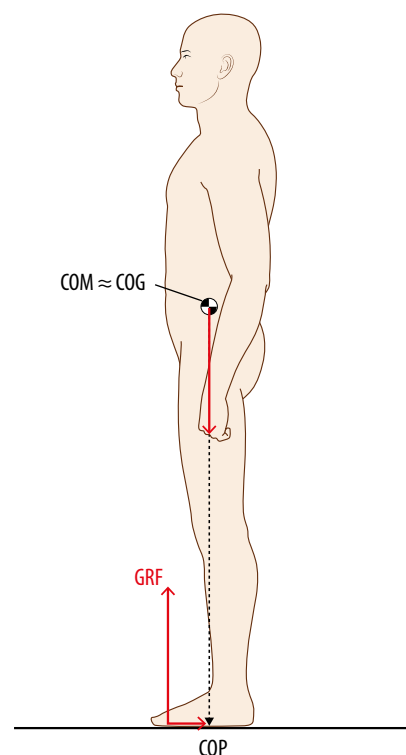
- Aristotle. *Parts of Animals, Movement of Animals, Progression of Animals*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1937.
- Čapek J. *Maurice Merleau-Ponty: Myslet podle vnímání*. Praha: Filosofie, 2012.
- Merleau-Ponty M. *Fenomenologie vnímání*. Praha: OIKOYMENH, 2013.
- Thein K. *Aristotelés od lidské přirozenosti: Od myšlení k anatomii*. Praha: Filosofie, 2017.

Funkční anatomie a neurofyziologie chůze a stability

Martina Hoskocová*

Úvod

Posturální kontrola je schopnost udržovat polohu těla v prostoru pro zajištění posturální stability a orientace souhrou pohybového (muskuloskeletálního) a nervového systému. **Posturální orientace** se definuje jako schopnost zajištění vztahů mezi tělesnými segmenty a současně mezi tělem a okolním prostředím při určitém úhlu. **Posturální stabilita** je schopnost kontrolovat těžiště těla (center of mass, COM) ve vztahu k opěrné bázi (base of support, BOS). COM je hypotetický bod, v němž je soustředěna celková hmotnost těla, určený jako vážený průměr COM všech tělesných segmentů. COG (center of gravity) je bod, ve kterém je soustředěna výsledná tíhová síla působící na těleso (pro dané gravitační pole). V homogenním gravitačním poli je totožný s těžištěm a pro posouzení stability je klíčová svislá projekce COG do opěrné báze. **Limity stability** (limits of stability, LOS) jsou hranice, při jejichž dosažení musí jedinec změnit konfiguraci BOS vzhledem k poloze a rychlosti pohybu COM a rozložení tělesných segmentů, aby udržel stabilitu. Výsledná síla vyvíjená tlakem těla na podložku se soustřeďuje v určitém bodu na opěrné ploše (centrum tlaku; center of pressure, COP) a vektor reakční síly podložky (ground reaction force, GRF; obr. 2.1) odráží motorický vzorec svalové aktivity v oblasti hlezna, tedy i odpověď nervového systému na změny projekce COG do podložky. Rozdíl mezi COP a COG je nervovým systémem průběžně sledován a podle něj se adaptuje aktuální posturální strategie (Winter et al., 1990).



Obr. 2.1 Schematické znázornění jednotlivých složek posturální stability COG – bod, ve kterém působí výsledná tíhová síla na celé těleso (center of gravity), COM – těžiště těla (center of mass), COP – centrum tlaku (center of pressure), GRF – vektor reakční síly podložky (ground reaction force) (překreslil J. Hlaváček)

Chůze je charakterizována a podmíněna třemi klíčovými požadavky, a to plynulým pohybem vpřed (progresí), udržením stability (posturální kontrolou) a schopností přizpůsobit se měnícím se podmínkám

* Děkuji prof. MUDr. Davidu Kachlíkovi, Ph.D., za korekturu a cenné rady.

prostředí (adaptací). **Progrese** je dána rytmickým sledem pohybů DK, který se nazývá chůzový cyklus. Tento cyklus se skládá ze stejné a švihové fáze a začíná i končí kontaktem paty stejné DK s podložkou. Stejná fáze tvoří asi 60 % cyklu od úvodního kontaktu paty s podložkou přes odvinutí celého chodidla až po odraz palce jedné DK. Na ni navazuje švihová fáze, která končí kontaktem paty s podložkou a zabírá zhruba 40 % cyklu. Během chůzového cyklu dochází ke střídání opory o jednu končetinu s fází opory o obě končetiny (blíže viz kap. 4). Z neurofyziologického hlediska je progrese umožněna míšním lokomočním systémem (spinální interneuronální síť) schopným generovat a formovat rytmické vzorce svalových kontrakcí jednotlivých svalů DK. Tento míšní lokomoční systém je řízen z mezopontinní oblasti (ponto-mezencefalického přechodu). Pro schopnost zahájit a ukončit chůzi jsou ovšem nezbytné také okruhy bazálních ganglií a konečně je celá tato neuronální síť ovlivňována signály z mozkové kůry, limbických struktur a mozečku. Druhým předpokladem chůze je **udržování stability**, která je stejně jako progrese zajišťována všemi etážemi nervového systému. Základní posturální tonus je generován na míšní úrovni. Tvorba základních svalových synergií pro posturální kontrolu probíhá na úrovni mozkového kmene a je dále kontrolována a modulována bazálními ganglii a mozečkem. Konečný vliv je uplatňován z mozkové kůry, tj. především ze suplementární a premotorické oblasti. Pokud se člověk pohybuje konstantní rychlostí, lze tento stav označit za klidovou stabilitu. **Proaktivní** posturální kontrola při chůzi znamená aktivaci svalových synergií při očekávání potenciálních vnitřních i vnějších destabilizujících sil, např. při chůzi přes překážky nebo nesení těžkého předmětu. Proaktivní nastavení je rovněž důležité před iniciací chůze. Naproti tomu **reaktivní** posturální kontrola je nezbytná pro udržení stability v reakci na neočekávané vnější podněty během chůze (viz také kap. 9). V běžném denním životě je chůze realizována ve stále se měnících podmínkách prostředí (různé povrchy, překážky nebo nečekané okolní změny apod.), proto je **adaptace**, tj. schopnost přizpůsobit se těmto podmínkám, třetí klíčovou podmínkou pro účinnou a bezpečnou chůzi. Pro adaptaci jsou důležité především korové kontrolní mechanismy a jejich propojení se základními okruhy automatického řízení chůze a stability.

2.1 Základní neurální okruhy automatického řízení chůze a stability

Mezi struktury tvořící základní neurální okruhy automatické posturální kontroly patří **mezopontinní oblast mozkového kmene, mícha a bazální ganglia**. Celá tato neuronální síť přijímá různou sensorickou aferentaci a také signály z mozkové kůry, limbických struktur a mozečku, přičemž přenos na těchto synapsích zprostředkovávají různé neurotransmitery (obr. 2.2).

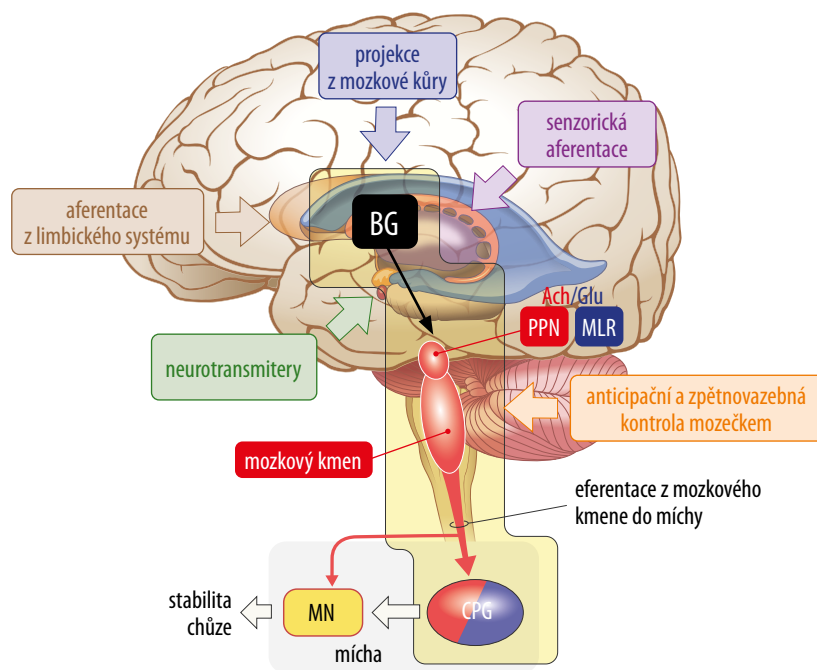
2.1.1 Mícha a mezopontinní oblast mozkového kmene

Mícha a mozkový kmen se v rámci řízení chůze a stability podílejí na **realizaci následujících dějů**:

1. generování základního posturálního tonu na míšní úrovni a jeho modulace na úrovni mozkového kmene,
2. generování základního rytmického lokomočního vzorce na míšní úrovni a jeho aktivace a modulace na úrovni mozkového kmene,
3. tvorba základních svalových synergií pro anticipační posturální nastavení (anticipatory postural adjustment, APA), tzn. změnu svalového napětí před realizací volního pohybu za účelem udržení stability, na úrovni mozkového kmene,
4. regulace míry kokontrakce flexorů a extenzorů, která zajišťuje optimální pevnost kloubů nezbytnou pro udržení těla ve vertikále na úrovni mozkového kmene,
5. koordinace pohybů očí a těla a posturální kontrola v reakci na sensorické podněty na úrovni mozkového kmene.

Na míšní úrovni je generován základní posturální tonus a rytmický vzorec chůze:

- **Základní (antigravitační) posturální tonus** je schopnost svalů udržovat určitou úroveň svalového napětí proti působení tíhové síly. Zapojeny jsou přitom **mono-(oligo-)synaptické reflexní okruhy**, tj. svalové vřeténko – (interneuron –) alfa-motoneuron – sval, které aktivují svaly tak, aby zůstaly dostatečně napjaté a mohly udržet tělo vzpřímené. Tyto reflexy mají krátkou latenci



Obr. 2.2 Základní neurální okruhy řízení chůze a stability (podle Takakusaki et al., 2023, upravil a překreslil J. Hlaváček)

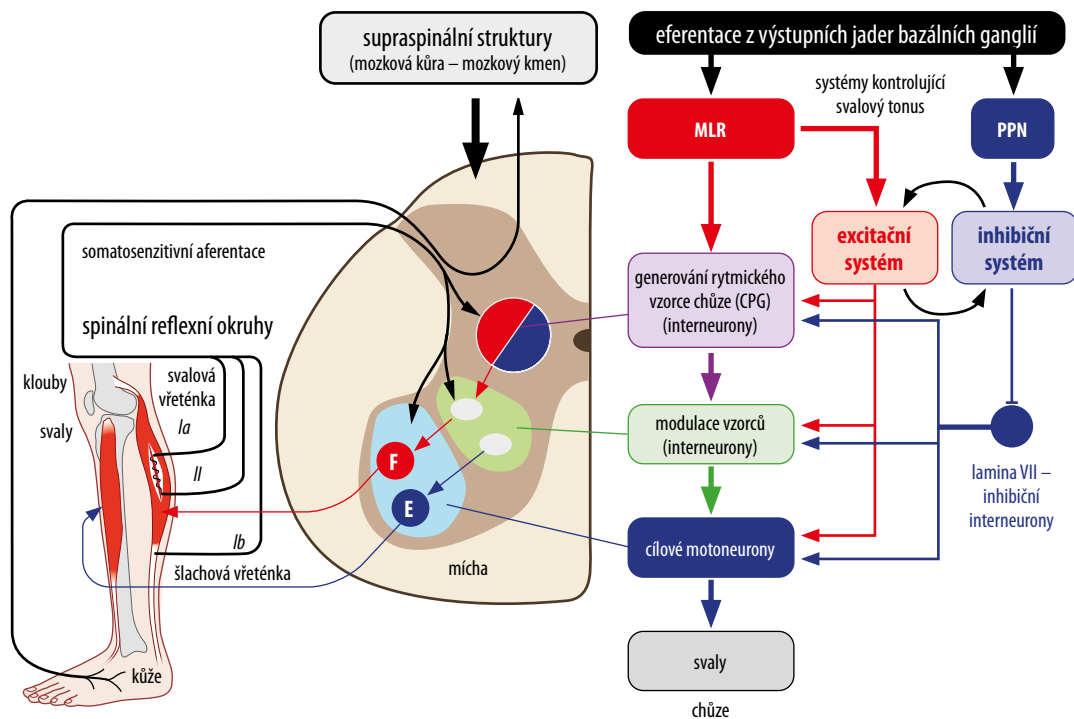
Ach – acetylcholin, BG – bazální ganglia, CPG – centrální generátory lokomočních vzorců, Glu – glutamát, MLR – mezencefalické lokomoční centrum, MN – motoneurony, PPN – pedunkulopontinní jádro

a umožňují okamžitou modulaci svalového tonu. **Nejsou však dostatečně účinné k zajištění dynamické posturální stability**, tzn. ke kontrole těla proti větším výkyvům nebo působení vnějších či vnitřních destabilizujících sil.

- **Základní rytmický vzorec svalové aktivity při chůzi** je generován prostřednictvím tzv. **míšní lokomoční sítě** funkčně **organizované do tří** seřazených vrstev. To znamená, že signály první vrstvy jsou posílány do druhé, v níž jsou modulovány, a následně předávány k cílovým motoneuronům (obr. 2.3): (1) Část interneuronální sítě (pravděpodobně v Rexedově lamině II–III) nazývaná centrální generátory lokomočních vzorců (central pattern generators, CPG), která je schopna vytvářet rytmicky se opakující vzorce svalové aktivity i za nepřítomnosti aferentních podnětů. (2) Interneurony v lamině IV–VII, které mají za úkol modulovat tyto vzorce svalových kontrakcí na základě zpětnovazebných reflexních okruhů, proto je pro ně zcela zásadní proprio-

ceptivní a exteroceptivní aferentace. Tato vrstva obsahuje interneurony zodpovědné za přesnou koordinaci aktivace svalových skupin, regulaci načasování a síly kontrakcí. (3) Ve třetí vrstvě se nacházejí motoneurony řízené signály z předchozích vrstev a inervující svaly stejnostranné DK. Interneurony v lamině VIII zajišťující projekci na protilehlou stranu se podílejí na střídavé aktivitě obou DK. Periferní aferentace ze svalů, kloubů a kůže působí na každou vrstvu míšního lokomočního systému v závislosti na fázi chůzového cyklu. Pomocí ascendentních spinotalamických, spinoretikulárních a spinocerebelárních drah jsou informace o lokomočních rytmických vzorcích přenášeny do supraspinalních struktur, které tak monitorují a regulují činnost míchy (Takakusaki et al., 2023).

Na úrovni mozkového kmene probíhá tvorba posturálních svalových synergií, tzn. aktivace a souhra více svalů / svalových skupin, které jsou schopny



Obr. 2.3 Míšní lokomoční síť (podle Takakusaki & Obara, 2012, upravil a překreslil J. Hlaváček)

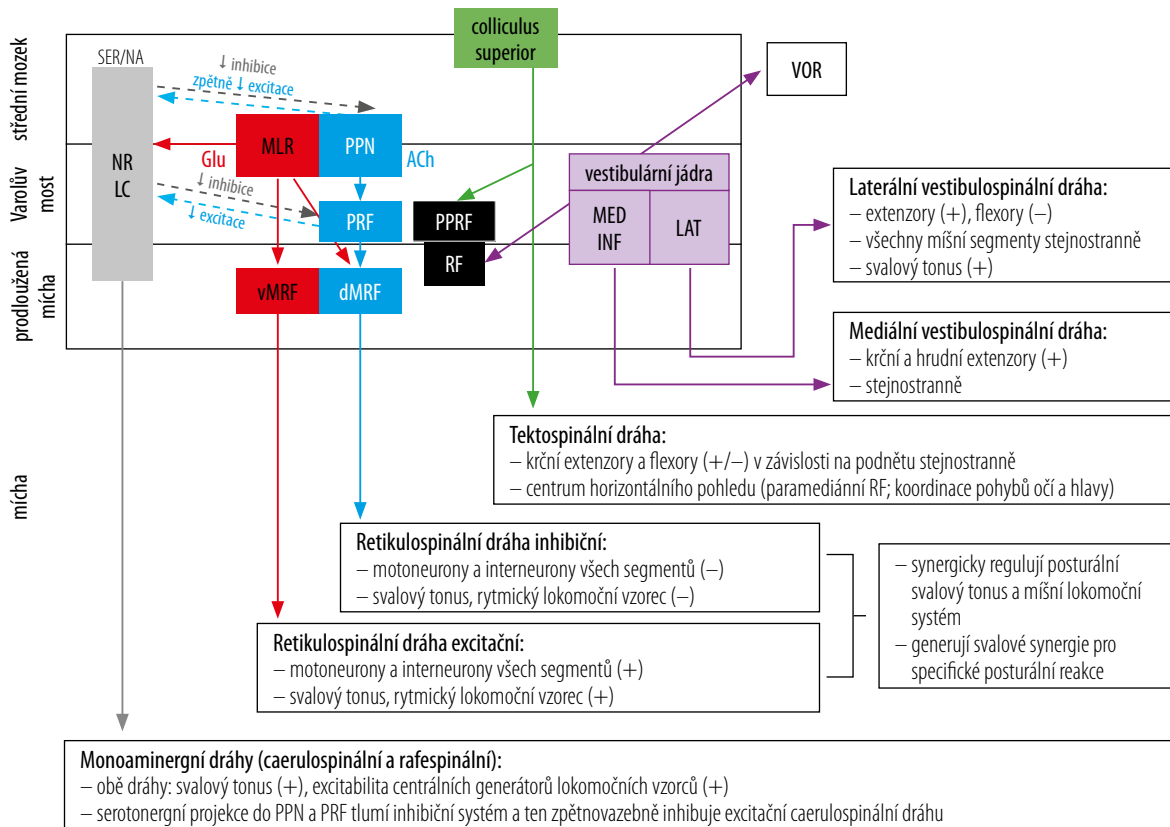
la – vlákna typu Ia ze svalového vřeténka, II – vlákna typu II ze svalového vřeténka, lb – vlákna typu Ib z Golgiho šlachového vřeténka, E – extenzory, F – flexory, klouby – kloubní aferentace, kůže – kožní aferentace, MLR – mezencefalické lokomoční centrum, PPN – pedunkulopontinní jádro

zajistit proaktivní posturální nastavení (APA) předcházející volním pohybům a posturální reakce při působení neočekávaných zevních destabilizujících sil. Tyto reflexní posturální odpovědi mají středně dlouhé latence a jsou realizovány descendními drahami z mozkového kmene. Vyvážené excitační a inhibiční působení těchto drah zajišťuje kromě posturálních svalových synergií také **modulaci míšní lokomoční sítě** a neoddělitelně související **fyzio­logický svalový tonus**. Z kmene odstupují **čtyři typy descendních drah** provádějící přímou aktivaci interneuronů, stejně jako alfa- i gama-motoneuronů v míše (obr. 2.3 a 2.4):

- **Retikulospinální dráha:** Část retikulospinální dráhy vycházející z ventrální medulární retikulární formace je součástí tzv. excitačního systému působícího na posturální svalový tonus a centrální generátory vzorců. Druhá část této dráhy odstupuje z dorzální medulární retikulární for-

mace a prostřednictvím spinálních inhibičních interneuronů tlumí aktivitu CPG i motoneuronů v míše (tzn. lokomoci i tonus). Je tak součástí tzv. inhibičního systému svalového tonu a je řízena pedunkulopontinním jádrem přes pontinní retikulární formaci. Obě části retikulospinální dráhy modulují aktivitu interneuronů a motoneuronů všech příslušných míšních segmentů, čímž synergicky regulují tonus i lokomoční míšní síť. Dále společně generují svalové synergie pro specifické vzorce posturálního nastavení a regulují míru kontrakce flexorů a extenzorů k zajištění optimální pevnosti kloubů pro udržení těla ve vertikále.

- **Vestibulospinální dráhy:** Laterální vestibulární dráha aktivuje antigravitační extenzory (a inhibuje flexory) všech příslušných míšních segmentů. Mediální dráha ovlivňuje krční a hrudní extenzory a přispívá k vestibulookulárnímu reflexu (VOR). Obě jsou tedy součástí excitačního



Obr. 2.4 Zjednodušené schéma funkční organizace posturálního a lokomočního systému na úrovni mozkového kmene (Hoskovcová, 2025)

Ach – acetylcholin, Glu – glutamát, dMRF – dorzální medulární retikulární formace, INF – inferior, LAT – lateralis, LC – locus coeruleus, MED – medialis, MLR – mezencefalické lokomoční centrum, NA – noradrenalin, NR – nuclei raphes, PPN – pedunkulopontinní jádro, PPRF – paramediální pontinní retikulární formace, PRF – pontinní retikulární formace, RF – retikulární formace, SER – serotonin, vMRF – ventrální medulární retikulární formace, VOR – vestibulookulární reflex

systému posturálního svalového tonu (aktivují antigravitační svaly), kontrolují postavení trupu v prostoru vůči vnímané vertikále a spolupracují na koordinaci pohybů hlavy a očí (stabilizace obrazu na sítnici během pohybu hlavy) i těla při chůzi.

- **Tektospinální dráha:** Většina vláken končí u motorických jader v krčních míšních segmentech. Část kolaterál směřuje k paramediální pontinní retikulární formaci (tj. centru pro horizontální pohled), což umožňuje pohyby hlavy za pohybujícím se zrakovým podnětem.
- **Monoaminergní dráhy:** Součástí systému působícího excitačně na svalový tonus jsou kromě excitační retikulospinální dráhy a vestibulospinálních drah také caerulospinální a rafeální

dráha. Obě dráhy rovněž zvyšují excitabilitu CPG i motoneuronů v míše na základě aktivace rafeálních jader a locus coeruleus z MLR. Rafeální dráha tlumí inhibiční aktivitu retikulospinální dráhy prostřednictvím serotonergních projekcí rafeálních jader do PPN a pontinní retikulární formace. Na druhou stranu, inhibiční systém (konkrétně PPN a pontinní retikulární formace) zpětnovazebně tlumí aktivitu excitační caerulospinální dráhy (Takakusaki et al., 2011).

V mezopontinní oblasti (ponto-mezencefalickém přechodu) se nacházejí dvě klíčové struktury, které představují nejvýše postavená centra v hierarchii řízení chůze a stability na úrovni mozkového

kmene (obr. 2.4). Mezencefalické lokomoční centrum (mesencephalic locomotor region, MLR), které je úzce spojené s **pedunkulopontinním jádrem** (pedunculopontine tegmental nucleus, PPN). MLR odpovídá nucleus cuneiformis a dorzální části PPN, které se nachází ve ventrolaterální části kaudální mezencefalické retikulární formace. MLR a PPN nevytvářejí s míchou přímé spoje, ale řídí je prostřednictvím struktur v mozgovém kmeni.

MLR přes excitační a inhibiční retikulospinální dráhu moduluje svalový tonus a aktivuje lokomoční míšní systém prostřednictvím excitační retikulospinální dráhy. Větší aktivita MLR zrychluje chůzi a mění vzorec až do sprintu.

PPN zajišťuje supraspinální inhibici svalového tonu a rytmického lokomočního vzorce. Tento inhibiční systém (PPN i pontinní retikulární formace) je tlumen serotonergními projekcemi z nuclei raphe a sám zpětnovazebně tlumí aktivitu caerulospinální dráhy (Takakusaki et al., 2011).

2.1.2 Bazální ganglia

Bazální ganglia zásadním způsobem integrují volní a automatické aspekty chůze a stability prostřednictvím dvou okruhů, a to mozková kůra – bazální ganglia a bazální ganglia – mozkový kmen – mícha. Bazální ganglia **přijímají signály z různých oblastí mozku**, jež jsou zpracovávány jejich **vnitřními neuronálními okruhy**. **Výstupní signály** jsou následně přenášeny zpět přes talamus do původních **korových oblastí** a rovněž do **mozkového kmene** a následně **míchy**.

Dopaminergní projekce do bazálních ganglií, prefrontální mozkové kůry a limbického systému moduluje excitabilitu obou okruhů propojujících bazální ganglia s mozkovou kůrou i s mozgovým kmenem a míchou. Tímto mechanismem je podporováno tzv. **zpětnovazebné (zesilující) učení ve smyslu změny kontextově vázaného chování**, tj. chování závislého na okolnostech prostředí, emocionálním stavu nebo sociálních interakcích. Vzory sekvenčních pohybů jsou tímto způsobem integrovány do automatických pohybů a generuje se **procedurální paměť**, která je pravděpodobně uložena v bazálních gangliích a hipokampu. V případě aktuální potřeby je vybavena a využita v habituálním chování (Takakusaki et al., 2023).

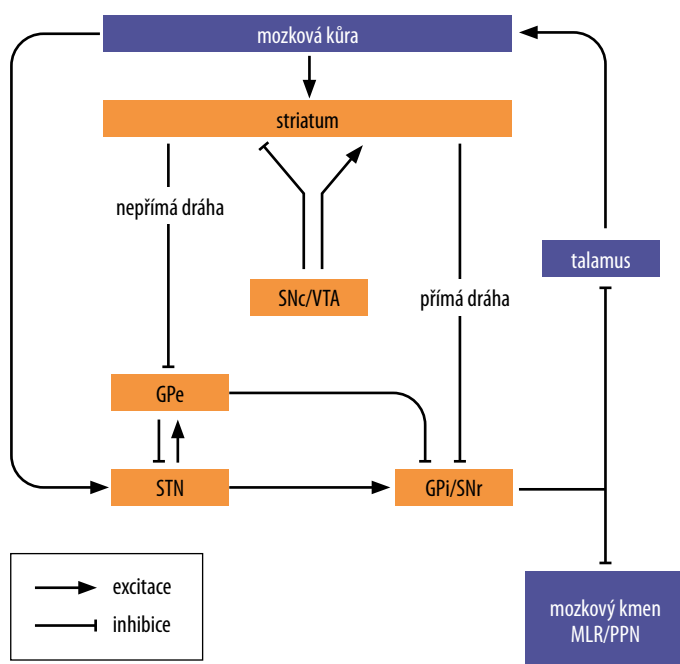
Klíčové mechanismy kontroly pohybu prostřednictvím okruhů bazálních ganglií:

1. výběr vhodných (a potlačení nevhodných) svalových synergií organizovaných v mozgovém kmeni pro volní pohyb i správnou posturální reakci při jakékoliv náhlé změně prostředí,
2. schopnost přesného načasování iniciace, exekuce i ukončení zvoleného programu, zatímco ostatní protichůdné programy mohou být potlačeny,
3. nepřetržitá kontrola míry excitability cílových struktur prostřednictvím eferentních projekcí (Takakusaki et al., 2011).

Vstupní strukturou **vlastních okruhů bazálních ganglií (obr. 2.5)** je dorzální striatum (nucleus caudatus a putamen) přijímající aferenci z mozkové kůry. Putamen ovlivňuje činnost výstupních jader bazálních ganglií (globus pallidus medialis a pars reticularis substantiae nigrae) prostřednictvím dvou souběžných okruhů. Přímá dráha působí na výstupní jádra inhibičně a nepřímá dráha excitačně. Výstupní jádra jsou kromě přímé a nepřímé dráhy regulována rovněž prostřednictvím hyperpřímé glutamatergní dráhy vedoucí z motorické kůry přes subtalamické jádro (nucleus subthalamicus).

Výstupní jádra bazálních ganglií inhibují talamo-kortikální projekce do různých oblastí mozkové kůry a propojení bazálních ganglií s těmito oblastmi vytváří **funkční okruhy**:

1. motorický: řízení volní hybnosti (se suplementární motorickou a premotorickou oblastí),
2. okulomotorický: řízení očních pohybů (s frontálním okohybným polem),
3. dorzolaterální prefrontální: exekutivní funkce, paměť, pozornost a kognitivní flexibilita (s dorzolaterální prefrontální kůrou),
4. orbitofrontální: kontrola chování, regulace a potlačení nevhodných, především emocionálních reakcí na podněty (s orbitofrontální kůrou),
5. přední cingulární: zpracování emocí a vyhodnocení emočního významu událostí a situací (propojení nucleus accumbens s přední cingulární kůrou; nucleus accumbens hraje důležitou roli v systému odměny, což je zásadní pro motivaci a posilování chování).



Obr. 2.5 Zjednodušené schéma vlastních okruhů bazálních ganglií (upraveno podle Yin & Knowlton, 2006)
 GPe – globus pallidus lateralis, GPi – globus pallidus medialis, MLR – mezencefalické lokomoční centrum, PPN – pedunkulopontinní jádro, SNc – pars compacta substantiae nigrae (A9), SNr – pars reticularis substantiae nigrae, STN – nucleus subthalamicus, VTA – ventrální tegmentální oblast (A10)

Výstupní jádra bazálních ganglií rovněž inhibují MLR a PPN v mezopontinní oblasti před zahájením lokomoce nebo před provedením volního pohybu k ovlivnění svalového tonu. Tato inhibice se ještě zvýrazní prostřednictvím hyperpřímé dráhy. Jakmile jsou vybrány vhodné svalové synergie, dojde prostřednictvím přímé dráhy bazálních ganglií k utlumení aktivity jejich výstupních jader. Tím se zvýší excitabilita MLR/PPN a dojde k aktivaci struktur mozkového kmene zapojených do řízení svalového tonu a lokomoce. To umožní iniciaci lokomoce s následným plynulým snížením úrovně svalového tonu. **Ukončení lokomoce** je zajištěno nepřímou dráhou, která přes výstupní jádra bazálních ganglií inhibuje MLR/PPN, a přerušuje tak rytmickou lokomoční aktivitu a současně zvýší úroveň svalového tonu (Takakusaki et al., 2011). Nigrotegmentální projekce mají nejspíše částečnou funkční topografii, to znamená, že laterální část pars reticularis substantiae nigrae reguluje posturální svalový tonus a mediální část ovlivňuje lokomoci. Předpokládá se, že tato paralelní organizace nigrotegmentálních eferentních drah zajišťuje nezávislou kontrolu lokomoce a svalového tonu (Takakusaki et al., 2011).

Za fyziologických okolností vykazují eferentní projekce z bazálních ganglií vysokou variabilitu, která zajišťuje velký stupeň volnosti v nastavení svalového tonu, rychlosti chůze a rychlosti i rozsahu volních pohybů při různých činnostech. Např. při chůzi a současném nesení těžkého břemene si automaticky (nevědomě) zvolíme chůzový vzorec, který je asociován s vyšší úrovní svalového tonu a pomalejší rychlostí chůze.

2.2 Modulace základního neurálního okruhu řízení chůze a stability

2.2.1 Hlavní senzory aferentní systémy

K zajištění chůze a stability jsou využívány aferentní informace ze somatosenzitivního, vestibulárního a vizuálního systému, protože neexistuje žádný specifický senzor, který by centrální nervový systém informoval o výchylkách těžiště od směru vektoru tíhové síly. Tyto aferenty směřují do mozkového kmene, mozečku, talamu a mozkové kůry.

Somatosenzitivní systém

Klíčovou roli hrají informace ze **somatosenzitivního systému**, který informuje o vzájemném vztahu tělesných částí a o poloze a pohybu těla vzhledem k podložce. Tento systém je důležitý pro časování a směr automatických posturálních odpovědí. Somatosenzitivní systém zahrnuje **kožní cití**, tzn. vnímání mechanických (taktilní cití), tepelných a bolestivých podnětů, a **propriocepci**, tedy polohocit a pohybovit. Mechanické podněty jsou vnímány prostřednictvím taktilních receptorů, mezi něž řadíme Merkelovy disky/terče v bazální vrstvě pokožky, Meissnerova tělíska v papilách škůry, Ruffiniho tělíska v hlubokých vrstvách škůry a Vaterova–Paciniho tělíska v podkoží. Jako **proprioceptory** označujeme receptory vnímající vzájemnou polohu a pohyb jednotlivých částí těla. Klíčově sem řadíme svalová vřeténka a Golgiho šlachová vřeténka/tělíska, ale i Ruffiniho tělíska ve škůře, a tělíska podobná Ruffiniho a Vaterovým–Paciniho tělískům v kloubních pouzdrech a vazech.

Pro **normální latence posturálních odpovědí** jsou nezbytná silná myelinizovaná **vlákna typu Ia a Ib** ze svalových a Golgiho šlachových vřetének. **Akcelerace COM** je signalizována hlavně **vláknem typu I** a **rychlost a polohu COM** částečně signalizují **vlákna typu II** svalových vřetének. Ta jsou však příliš pomalá na to, aby se podílela na nejčasnější fázi posturální odpovědi. Pro **posturální orientaci** jsou důležitá **proprioceptivní i kožní aferentní vlákna**. Např. během klidového stoe jsou při protažení svalů generovány proprioceptivní aferentní signály, kompresi v kloubech vnímají kloubní receptory a kožní receptory v chodidle odpovídají na pohyb COP a reakční síly podložky. Všechny somatosenzitivní signály jsou zásadní k vytváření **neurální mapy**, která zahrnuje **vzájemnou polohu jednotlivých segmentů a jejich vztah k podložce**, a přispívají tak k určení pohybu COM (Macpherson & Horak, 2013).

Taktilní a proprioceptivní informace, tj. lehký tlak a dotyk, vibrace, diskriminační taktilní cití a polohocit i pohybovit jsou vedeny hlavně v tractus spino-bulbo-thalamo-corticalis, tedy **zadními míšními provazci a lemniskálním systémem** (obr. 2.6a, b).

Taktilní informace z horní i dolní poloviny těla jsou přenášeny zadními míšními provazci do jader

prodloužené míchy (nucleus gracilis et cuneatus). Po výstupu z těchto jader kříží axony střední roviny, stoupají jako součást lemniscus medialis do talamu a po přepojení končí v somatosenzitivní kůře (obr. 2.6b).

Proprioceptivní informace jsou přenášeny rozdílně pro horní a dolní polovinu těla. Z **horních končetin a horní poloviny těla** jdou cestou zadních míšních provazců do nucleus cuneatus lateralis (jádro uložené laterálně od nucleus cuneatus) v prodloužené míše. Část axonů buněk tohoto jádra probíhá jako kuneocerebelární dráha nezkřížené do kůry spinálního mozečku. Zbývá část kříží střední roviny, přidává se k lemniscus medialis a skrz talamus směřuje do somatosenzitivní kůry. Proprioceptivní informace z **dolních končetin a dolní poloviny těla** jsou přes nucleus thoracicus posterior (Stillingovo–Clarkovo jádro) vedeny jako spinocerebelární dráhy do kůry spinálního mozečku (obr. 2.6; viz také část Spinocerebellum). Část axonů směřuje ze Stillingova–Clarkova jádra k jádru „Z“ (subnucleus rostralis nucleus gracilis; malé jádro ležící mezi nucleus gracilis et cuneatus), posléze kříží střední roviny, přidává se k lemniscus medialis a končí v somatosenzitivní kůře (obr. 2.6a).

Určitou část taktilních informací (tj. nepřesně lokalizovaný dotyk a tlak), stejně jako algické a termické cití, přenáší i druhý systém somatosenzitivních drah, a to **anterolaterální**. Aferentní vlákna buněk míšních ganglií končí na neuronech zadních míšních rohů a jejich axony se kříží na úrovni míšního segmentu. Část vláken míří do mozkového kmene (spinoretikulární, spinomezencefalická a spinoparabrachiální dráha) a zbývající vlákna tvoří spinotalamickou dráhu, která přes jádra talamu končí v somatosenzorické kůře (obr. 2.6b). Cestou spinomezencefalické dráhy jsou přepojovány nociceptivní podněty k tlumení bolesti na míšní úrovni a do autonomního nervstva a cestou spinoparabrachiální dráhy přes hypotalamus a amygdalu do emočních a motivačních center limbického systému.

Vestibulární systém

Vestibulární ústrojí vnímá polohu a pohyb hlavy v prostoru ve vztahu k tíhové síle a je společně se sluchovým aparátem uloženo v kostěném labyrintu skalní části spánkové kosti. Vestibulární část tvoří