

Aleš Hahn

OTONEUROLOGIE

Diagnostika a léčba závratí



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**.

Používání elektronické verze knihy je umožněno jen osobě, která ji legálně nabyla a jen pro její osobní a vnitřní potřeby v rozsahu stanoveném autorským zákonem. Elektronická kniha je datový soubor, který lze užívat pouze v takové formě, v jaké jej lze stáhnout s portálu. Jakékoliv neoprávněné užití elektronické knihy nebo její části, spočívající např. v kopírování, úpravách, prodeji, pronajímání, půjčování, sdělování veřejnosti nebo jakémkoliv druhu obchodování nebo neobchodního šíření je zakázáno! Zejména je zakázána jakákoliv konverze datového souboru nebo extrakce části nebo celého textu, umístování textu na servery, ze kterých je možno tento soubor dále stahovat, přitom není rozhodující, kdo takovéto sdílení umožnil. Je zakázáno sdělování údajů o uživatelském účtu jiným osobám, zasahování do technických prostředků, které chrání elektronickou knihu, případně omezují rozsah jejího užití. Uživatel také není oprávněn jakkoliv testovat, zkoušet či obcházet technické zabezpečení elektronické knihy.





Copyright © Grada Publishing, a.s.

OTONEUROLOGIE

Diagnostika a léčba závratí

Autor:

Doc. Dr. med. MUDr. Aleš Hahn, CSc.

Recenze:

Prof. Reuven Kohen-Raz, PhD

Doc. MUDr. Jaroslav Jeřábek, CSc.

© Grada Publishing, a.s., 2004

Cover Photo © Allphoto Images, 2004

Vydala Grada Publishing, a.s.,

U Průhonu 22, Praha 7

jako svou 1897. publikaci

Odpovědná redaktorka Mgr. Božena Bartošová

Ilustrace autor a Jana Nejtková

Sazba a zlom Blažena Posekaná

Počet stran 120 + 8 stran barevné přílohy

Vydání první, Praha 2004

Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a. s.,

Husova 1881, Havlíčkův Brod

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 léčích, jejich formách, dávkování a aplikaci jsou sestaveny s nejlepším vědomím autora. Z jejich praktického uplatnění však pro autora ani pro nakladatelství nevyplývají žádné právní důsledky.

Všechna práva vyhrazena. Tato kniha ani její část nesmí být žádným způsobem reprodukována, ukládána či rozšiřována bez písemného souhlasu nakladatelství.

ISBN 80-247-0510-9 (tištěná verze)

ISBN 978-80-247-6248-7 (elektronická verze ve formátu PDF)

© Grada Publishing, a.s. 2011

Obsah

Vysvětlivky a zkratky	10
Předmluva	12
Úvod	13
I. OBECNÁ ČÁST	15
1 Klinická anatomie rovnovážného ústrojí	17
1.1 Vestibulární receptory	17
1.2 Vestibulární nerv a jádra, oční pohyby	18
1.3 Tractus vestibulospinalis	19
1.3.1 Tractus vestibulospinalis lateralis (TVL)	19
1.3.2 Tractus vestibulospinalis medialis (TVM)	19
1.4 Řízení očních pohybů a jejich poruchy	20
1.5 Neuronální spojení vestibulárního aparátu s centrálním nervovým systémem (CNS)	21
1.6 Funkce malého mozku	22
1.7 Projekce vestibulárního systému do mozkové kůry	23
2 Vyšetřovací metody	26
2.1 Anamnéza NODEC III	26
2.2 Audiologické vyšetření	27
2.2.1 Tónový audiogram	27
2.2.2 Slovní audiogram	27
2.2.3 Nadprahová audiometrie	27
2.2.4 Impedanční audiometrie	28
2.2.5 Stapediální reflex	28
2.2.6 Objektivní kmenová audiometrie BERA	28
2.3 Otoneurometrie	30
2.3.1 Elektronystagmografie (ENG)	30
2.3.1.1 Kalibrace	32
2.3.1.2 Spontánní nystagmus	33
2.3.1.3 Kalorizace	34
2.3.2 Počítačové vyhodnocení ENG	38
2.3.2.1 Rotační test (RIDT)	42
2.3.2.2 Sinusový harmonický kývavý test, pendel test	44

2.3.3	BEAM (Brain Electrical Activity Mapping) – mapování elektrické aktivity mozku	45
2.3.4	Cranio-corpo-grafie (CCG)	47
2.3.4.1	Provedení testu	47
2.3.4.2	Vyšetření chůze (FUKUDA)	48
2.3.4.3	Vyšetření stoje (Romberg)	52
2.3.5	Posturografie	52
2.3.6	Vyšetření optokinetiky	52
2.3.6.1	Jednoduché pohyby	52
2.3.6.2	Sakadické pohyby	53
2.3.6.3	Optokinetický nystagmus	53
3	Periferní vestibulární syndrom harmonický	54
3.1	Definice	54
4	Centrální vestibulární syndrom neharmonický	55
4.1	Definice	55
5	Zásadní postupy v otoneurologické léčbě	57
5.1	Mobilizační a remobilizační léčba	59
5.2	Antivertiginóza	59
5.3	Vazoaktivní, reologická léčba	60
5.4	Neurotransmitery	60
5.5	Psychoterapie	61
5.6	Fyzioterapie	61
5.6.1	Vestibulární adaptace	61
5.6.2	Vestibulární habituace	61
5.6.3	Vestibulární kompenzace	62
5.6.4	Pohybový trénink – vestibulární habituace – vestibulární habituační trénink (VHT)	62
5.7	Chirurgická léčba	63
5.7.1	Konzervativní chirurgická léčba	63
5.7.2	Radikální chirurgická léčba	63
5.7.2.1	Chirurgie labyrintu	63
5.7.2.2	Chirurgické výkony na VIII. (kochleovestibulárním) nervu	64
5.8	Kompetitivní kinestetická terapie	64
5.9	Vizuo-vestibulární biofeedback	64
II.	SPECIÁLNÍ ČÁST	65
6	Periferní poruchy	68
6.1	Kořenové syndromy	68

6.1.1	Neuronitis vestibularis (neuronopathia vestibularis), neuritis vestibularis	68
6.1.2	Neurinom statoakustiku	69
6.1.2.1	Četnost výskytu neurinomu statoakustiku	69
6.1.2.2	Patofyziologické poznámky	69
6.1.2.3	Klinická symptomatologie	72
6.1.2.4	Komplikace	73
6.1.2.5	Diferenciální diagnóza	73
6.1.2.6	Léčba	74
6.2	Onemocnění labyrintu	75
6.2.1	Menièrova choroba	75
6.2.1.1	Symptomatologie	75
6.2.1.2	Patofyziologie	75
6.2.1.3	Terapie	76
6.2.1.3.1	Léčba akutních stadií Menièrovy choroby	76
6.2.1.3.2	Podpùrná terapie	76
6.2.1.3.3	Místní léčba Menièrovy choroby	77
6.2.1.3.4	Chirurgická terapie	77
6.2.1.3.5	Pracovní zařazení pacientů	77
6.2.2	Akutní výpadek funkce labyrintu	78
6.2.3	Chronický výpadek funkce labyrintu – chronická kochleovestibulární nedostatečnost	78
6.2.4	Kraniotraumata	79
6.2.5	Cupulolithiasis	80
6.2.6	Perilymfatická píštěl	81
6.2.7	Labyrintová píštěl (fistula na laterálním kanálku)	82
6.2.8	Labyrintitis	82
6.2.9	Herpes zoster oticus	83
7	Centrální vestibulární syndrom	85
7.1	Oční poruchy	85
7.2	Poruchy pontobulbární	87
7.2.1	Barányho syndrom	87
7.2.2	Barréův-Charbonelův syndrom	88
7.2.3	Bruhnsův syndrom	88
7.3	Poruchy spinobulbární	88
7.3.1	Posturální deficit	88
7.4	Rovnovážné poruchy mezenclické	89
7.4.1	Syndrom „prodlouženého kmene mozkového“ („low brain-stem syndrom“) dle Claussena	89
7.5	Rovnovážné poruchy mozečkové	89
7.5.1	Cerebellární ataxie	90
7.5.2	Akutní cerebellární ataxie	90

7.6	Supratentoriální rovnovážné poruchy	90
7.6.1	Vestibulární epilepsie	90
7.6.2	Supratentoriální centrální léze iritačního typu	91
7.7	Roztroušená skleróza mozkomíšní	91
7.8	Lymeská borrelióza	91
7.9	Vertebrobazilární insuficience (VBI)	92
7.10	Whiplash injury („Peitschschleudertrauma“)	94
8	Symptomatické rovnovážné poruchy	96
8.1	Poruchy rovnováhy kardiovaskulárního původu	96
8.1.2	Synkopa	96
8.1.3	Ortostatická hypotenze	96
8.1.4	Wallenbergův syndrom	96
8.1.5	Syndrom AICA	97
8.2	Poruchy rovnováhy při diabetu mellitu	97
8.3	Hormonálně podmíněné vertigo	97
8.4	Poruchy rovnováhy a kraniotraumata	98
8.5	Toxická poškození CNS a poruchy rovnováhy	99
8.6	Poruchy rovnováhy při intoxikaci alkoholem	99
9	Instabilita, závratě starých lidí	100
10	Psychogenní závraťové stavy	101
11	Hysterické záchvaty	102
12	Vestibulární příznaky neurotiků	103
13	Schizofrenie a poruchy rovnováhy	104
14	Kinetózy	105
15	Mořská nemoc	106
16	Posuzování pracovní schopnosti u rovnovážných poruch	107
	Postup při posuzování pracovní neschopnosti	107
	Literatura	109
	Rejstřík	118

Poděkování

V úvodu monografie bych chtěl poděkovat svým učitelům prof. MUDr. Ervínovi Černému a prof. MUDr. Miroslavu Novotnému. Paní Ivance Ježkové a Lence Dvořákové patří můj dík za trpělivost při přepisování textu. PhDr. Josef Čejka-Poděbradský mi poskytl velmi cenné rady týkající se gramatické skladby textu. MUDr. Evžen Fabian byl hnacím motorem při plnění časového schématu a poskytl mi mnoho moudrých a prozíravých rad. Paní Mgr. Božena Bartošová vykonala velký kus práce při jazykové korekci monografie. Prof. Kohenu-Razovi z Tel Avivu a doc. MUDr. Jeřábkovi patří můj dík za včasné vypracování oponentských posudků a za konstruktivní připomínky.

V neposlední řadě patří poděkování mojí rodině – manželce Daniele, dětem Josefínce, Barunce a Matějovi – za pochopení a morální podporu, kterou mi poskytovali.

Vysvětlivky a zkratky

AICA arteria inferior cerebelli anterior

BEAM (Brain Electrical Activity Mapping) – metoda umožňující snímání barevných obrazců buď klidové či akční aktivity mozkového povrchu: vznikají např. stimulací rovnovážného (vestibulárního) či zrakového (vizuálního) ústrojí.

BERA (Brain Stem Evoked Response Audiometry) – objektivní audiometrie – evokované akustické potenciály mozkového kmene. Jsou používány především ke stanovení topiky sluchové léze. Sleduje se jednak vybavitelnost sluchových vln, jednak kvalita a interval. Významné je i srovnání podle stran. Používá se při topodiagnostice nitroušních sluchových poruch. Lze takto rozlišit kochleární a suprakochleární postižení sluchu.

CCG – kraniokorpografie – metoda grafického snímání statického (Rombergův stoj) a dynamického (Fukuda Stepping Test) profilu pacienta. Metoda využívá světelné stopy vznikající pohybem těla na polaroidovém snímku.

CNS – centrální nervový systém

CPG – počítačová posturografie

EEG – elektroencefalografie

ENG (elektronystagmografie) – elektrofyziologické vyšetření využívající skutečnosti, že oko je elektrický dipól. Používá se vyšetření spontánního a provokovaného nystagmu. ENG je jednou ze základních vyšetřovacích metod při vyšetření rovnovážných poruch, zcela nezastupitelná při vyhodnocení vestibulookulárního reflexu.

FLM (fasciculus longitudinalis medialis) – tzv. mediální podélný svazek spojuje mediální vestibulární jádro s okoohybnými nervy a krční páteří. Je součástí okulovestibulárního (nystagmického) reflexu.

LED lišta (Light Emitting Display) – lišta obsahuje několik desítek po sobě jdoucích svítících diod, kde můžeme měnit postupně rychlost, s jakou světélkují, dále i pravolevou orientaci. Takto je možno na základě přesně definovaného stimulu určit přesnost a správnost sledovacích očních pohybů. Důmyslné zařízení obsahuje rovněž i generátor náhodných jevů tak, aby náhodně vznikající světelné impulzy vyšetřily sakadické oční pohyby.

NMR – nukleární magnetická rezonance

NODEC III anamnéza – formulované klinické schéma otázek. Skládá se z několika kompaktních okruhů dotazů. Kromě charakteru závratí a jejich frekvence, jejich eventuální doprovodné symptomatologii (kochleární, vegetativní) se dotazujeme na přítomnost dalších chorob, které mohou ovlivnit jejich průběh (onemocnění krční páteře, metabolické poruchy, ostatní choroby).

NS – neurinom statoakustiku

NYDIAC – konverze nystagmického signálu pro počítačové zpracování.

ORL – otorinolaryngologie

PAN – postalkoholický nystagmus

PPRF – paramediální pontinní oblasti retikulární formace – umožňuje koordinaci obou očí tak, že se pohybují s velmi přesnou a jemnou modulací. Toto supranukleární pohledové centrum je situováno vpravo a vlevo od střední oblasti retikulární formace v oblasti Pons Varoli.

RIDT (Rotatory Intensity Damping Test) – test užíván v otoneurologii při rotační stimulaci rovnovážného ústrojí. Spočívá v postupném zrychlování pacienta na rotačním křesle zrychlením $30^\circ/s^2$ až k hodnotám, kdy úhlová rychlost dosahuje $270^\circ/s$. Vlastní stimulace rovnováhy probíhá při zrychlování anebo při zpomalování vyšetřované osoby.

RTG – rentgen

SHA test (Sinusoid Harmonic Acceleration test) – je užíván rovněž při rotační stimulaci rovnováhy. Jde o velmi jemný a rovnovážnému ústrojí vlastní stimulus.

SISI (short increment sensitivity index) – speciální audiometrické vyšetření rozlišující poruchu vláskových buněk od poruchy vyšších sluchových drah

TDT (tone decay test) – test sluchové únavnosti

TVL (tractus vestibulospinalis lateralis) – hlavní úlohou je kontrakce extenzorů a relaxace flexorů krku, trupu a dolních končetin. Tak se realizuje kontrola držení těla.

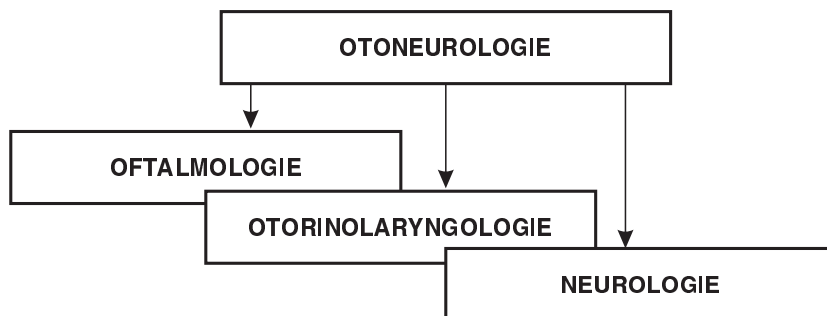
TVM (tractus vestibulospinalis medialis) – realizuje a kontroluje koordinované pohyby očí a hlavy v relaci se stimulací vestibulárních orgánů.

VBI – vertebrobazilární nedostatečnost

VHT – vestibulární habituační trénink

Úvod

Závraťové stavy jsou velmi častým steskem pacientů vyšších věkových kategorií, kteří přicházejí do našich ordinací. Jejich příčina je velmi často komplexní a zřídka se dotýká pouze jedné lékařské disciplíny (obr. 1).

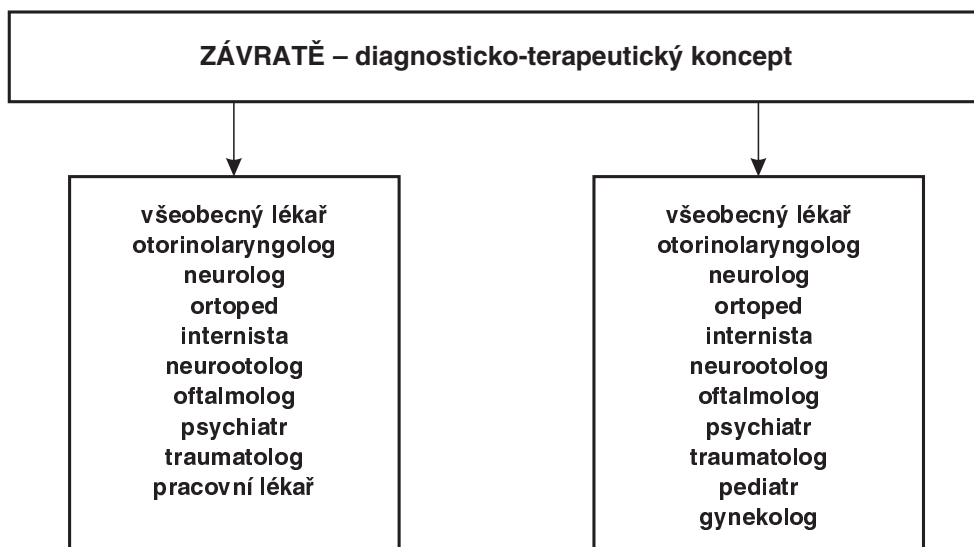


Obr. 1 Otoneurologie jako mezioborová disciplína (Hahn, A.: *Závratě do kapsy* 1997, Triton 1998)

Pacient trpící závratěmi je zpravidla multimorbidní a jeho smyslové poruchy jsou ponejvíce mnohotné, nemívá tedy pouze závratě, ale i různý stupeň poruchy sluchové, zrakové, chuťové i čichové. Účelem předložené monografie není pouze pojednání o poruchách smyslů, ale i podání stručného nástinu klinické anatomie, dále pak vyšetřovacích metod charakterizujících jejich diagnostiku, stanovení topika a cílené léčby. V první části monografie jsou popsány zásady vyšetřovacích technik i odlišení periferních a centrálních poruch rovnováhy, na které je především předložená publikace zaměřena.

Další část je speciální; zde jsou detailněji probrány jednotlivé typy periferních vestibulárních poruch a jejich diagnostika, která se opírá o jejich symptomatologii. Nedílnou částí knihy je i doporučení léčby – jakkoli je stanovení jednotného a univerzálně platného léčebného schématu u většiny rovnovážných poruch obtížné.

O poruchách dalších smyslů oborově náležejících do ORL bude pojednáno pouze informativně, resp. v souvislosti s jejich možným současným výskytem se závratěmi (např. o poruše sluchu jako součástí Menièreovy choroby). Kniha je určena nejen lékařům otorinolaryngologům a neurologům, ale rovněž internistům, praktickým (domácím) lékařům, ortopedům, rehabilitačním lékařům i dalším kolegům, kteří ve své praxi přicházejí do styku s pacienty, kteří si stěžují na závratě. Obrázek 2 znázorňuje multidisciplinární problematiku závratí.



Obr. 2 Lékařské obory a závratě (Hahn, A.: *Závratě do kapsy* 1997, Triton 1998)

I. OBECNÁ ČÁST

1 Klinická anatomie rovnovážného ústrojí

Rovnovážné ústrojí má u člověka tři základní funkce:

- a) Přenos informací z vestibulárního systému vnitřního ucha k těm částem centrálního nervového systému, které odpovídají za kontrolu spinálních reflexů a které zpětně nastavují muskulární aktivitu, čímž zajišťují vzpřímené držení těla.
- b) Vedení vestibulárních informací ke kontrolním centřům očních pohybů. Tím je stabilizována pozice očí během pohybu hlavy, což umožňuje redukování posunu fixovaného bodu na sítnici.
- c) Vedení vestibulárních informací k posturálním svalům a vnímání i zpracování zpětných informací od nich.

Rovnovážné ústrojí zajišťuje rovnováhu, a hraje tak velkou roli v subjektivním prožívání pohybu a orientaci v prostoru.

V této části práce je podán stručný přehled anatomických spojení v oblasti vestibulárních receptorů.

1.1 Vestibulární receptory

Vestibulární receptory jsou lokalizovány v horní části blanitého labyrintu, v oblastech vestibulu a polokruhových kanálků, kde je situováno pět vlastních čivných elementů rovnovážného ústrojí: utrikulus a sakulus se statickými makulami a tři polokruhové kanálky s kristami v jejich ampulární části (viz obr. 3, 4a a 4b v bar. příloze).

Makuly reagují na lineární zrychlení, ampuly v polokruhových kanálkách jsou stimulovány úhlovým zrychlením.

Engström (1962) popisuje detailně struktury a funkce vláskových buněk ve vnitřním uchu. V principu rozeznáváme dva druhy vláskových buněk – typ I a typ II. Vláškové buňky typu I jsou citlivější nežli typu II. Podle Lindemana (1967) jsou tyto buňky rovněž citlivější na poškození.

Apikální konec nese váček s asi 40 stereociliemi. Základ tohoto váčku je tvořen tvrdou kutikulou. Stranou od těchto stereocilií je ještě kinocilium. Když jsou stereocilie ohnuty směrem ke kinociliím, jsou vláskové buňky depolarizovány, a tak stoupá jejich náboj (potenciál). Pohyb proti stereociliím pak vede k tzv. hyperpolarizaci a poklesu jejich aktivity.

Comis a spolupracovníci (1990) vyšetřili vláskové buňky makul a krist. Nalezli zkřížené a přímé spojení ve vláskových buňkách auditivních a vestibulárních receptorů.

Vestibulární vláskové buňky mají ještě řadu horizontálních spojení, která se nalézají bezprostředně pod jejich připojením ke kutikulární destičce. Na povrchu membrán je podél stereociliární vrstvy charakteristická vrstva s větší denzitou.

Vláskové buňky v krystách jsou obdařeny gelatinózní substancí. Angulární zrychlení v rovině polokruhových kanálků (*Breuer 1874, Flock 1977, 1982*) způsobuje, že se tekutina v duktu tlačí na kupulu, a tak jsou stimulovány aferentní dráhy.

Vláskové buňky v makulách jsou v gelatinózní otolitické membráně. Ta má na horní ploše tzv. otokonie (krystaly calcium carbonatum). Otolitická membrána se pohybuje paralelně s lineárním zrychlením. Makuly utrikulu jsou horizontální a jsou stimulovány pohybem v této rovině, zatímco makuly v sakulu jsou vertikální a jsou stimulovány pohybem vertikálním.

1.2 Vestibulární nerv a jádra, oční pohyby

Osmý mozkový nerv tvoří aferentní dráhy od vestibulárních a kochleárních receptorů blanitého labyrintu, které začínají již ve vláskových buňkách. Tyto buňky jsou specifické, pseudosmyslové. Jsou spojeny preganglionárními synaptickými fibrilami. Od těchto synapsí, které jsou lokalizovány okolo vnějších vláskových buněk, probíhají fibrily mediálně podél bazilární membrány. Vláskové buňky jsou elementární sensorické měniče signálů labyrintu. Vlastní signály z vestibulárního labyrintu jsou pak vedeny bipolárními neurony ke čtyřem párovým vestibulárním jádrům uloženým na spodině čtvrté komory. Tato oblast již patří k centrální části rovnovážného ústrojí (tj. čtyři párová vestibulární jádra na spodině čtvrté komory).

Od této mediální nukleární oblasti pak odstupují vzestupné a sestupné dráhy do dalších anatomických struktur, které se podílejí na udržování rovnováhy. K těmto drahám patří:

- dráha okulovestibulárního (nystagmického) reflexu,
- vestibulocerebellární dráhy,
- vestibulospinální dráhy,
- vestibulokortikální dráhy,
- vestibulární část VIII. hlavového nervu,
- cerebellovestibulární spojení,
- cervikovestibulární spojení,
- kortikovestibulární spojení,
- spojení k diencefalu,
- spojení k ostatním kraniálním nervům,
- spojení s kontralaterálními homonymními vestibulárními jádry.

Toto jsou základní anatomická spojení. Existují mnohá další, účelem monografie však není poukazovat na detailní anatomickou strukturu rovnováhy.

Mozek člověka se skládá z velkého a malého mozku a mozkového kmene. Vestibulární systém je zastoupen ve všech těchto částech. Na různých úrovních probíhají neustále multisenzorické interakce. Při tom hrají zásadní roli informace od vlastního vestibulárního endorgánu, dále od systému propioceptivního a očního. Od této mediální oblasti pak odstupují vzestupné a sestupné dráhy do dalších anatomických struktur, které se podílejí na udržování rovnováhy.

1.3 Tractus vestibulospinalis

Rozeznáváme tractus vestibulospinalis lateralis a medialis. Tyto nervové dráhy umožňují kontrolu svalové orientace v oblasti krku a hlavy, kontrolují a řídí tonus posturálních svalů (viz dále). Jsou důležité při regulaci rovnováhy a držení těla (obr. 5).

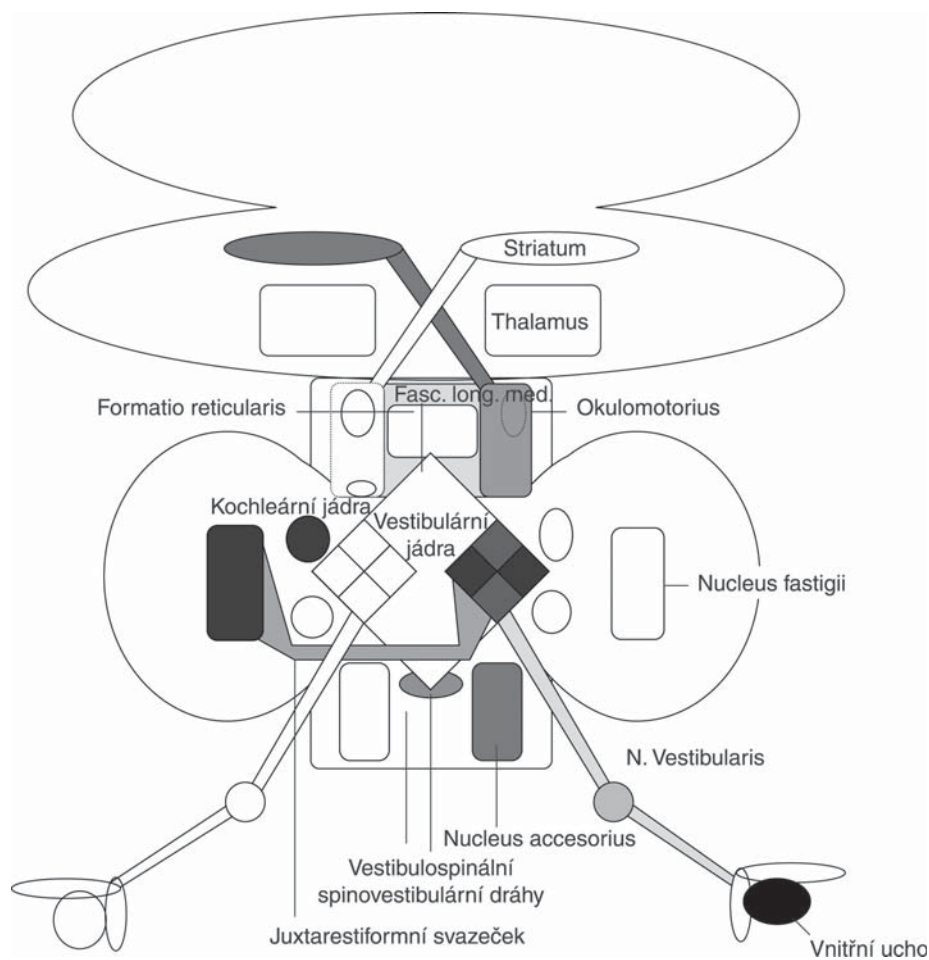
1.3.1 Tractus vestibulospinalis lateralis (TVL)

Tractus vestibulospinalis lateralis odstupuje primárně od Deitersova jádra a je somatotopicky organizován. Projekce od Deitersova jádra probíhá celou páteří a má rovněž spojení s vermis cerebelli (jak aferentními, tak eferentními fibrilami). Hlavní úloha, kterou má tractus vestibulospinalis lateralis, je kontrakce extenzorů a relaxace flexorů krku, trupu a dolních končetin. Tak je uskutečňována kontrola držení těla.

1.3.2 Tractus vestibulospinalis medialis (TVM)

TVM se skládá z myelinizovaných vláken, která se nalézají ve střední části mozkového kmene a pod ním. Tato dráha dosahuje kraniálně až do intersticiálního jádra (Cajal).

Od ní probíhá dráha středním mozkem k mostu a ke kraniální části prodloužené míchy. TVM má velmi úzké vztahy k jádrům III., IV. a VI. mozkového nervu (část okulovestibulárního reflexního oblouku), dále k dorzálnímu kochleárnímu jádru a ke XII. nervu. Tak je tvořena dráha z fibril od jednoho jádra mozkového nervu k druhému v oblasti mozkového kmene. Kontinuita TVM s předním intersegmentálním traktem míšním umožňuje spojení těchto jader s krčními předními šedými fascikly, a to zejména s těmi, jež inervují krční svalstvo. Čtyři vestibulární jádra přinášejí základní informaci k TVM, který realizuje a kontroluje koordinované pohyby očí a hlavy v relaci se stimulací vestibulárních nervů. Některé fibrily procházejí prostřednictvím TVM až do talamu.



Obr. 5 Poloschematické zobrazení rovnovážného ústrojí

1.4 Řízení očních pohybů a jejich poruchy

V zásadě má člověk dva druhy očních pohybů: pomalé – sledovací pohyby a rychlé pohyby – sakády.

Mají-li být pohybující se předměty vnímány, musí být zobrazeny v bodě nejostřejšího vidění, tzv. *fovea centralis*. K tomu slouží pomalé oční pohyby. Když sledujeme nový cíl, pak se tento cíl musí zobrazit v oblasti *fovea centralis*. K této pohledové přeorientaci slouží rychlé oční pohyby.

Koordinace obou očí umožňující jejich pohyb s velmi přesnou a jemnou modulací je uložena v paramediální pontinní oblasti retikulární formace (PPRF). Toto supranukleární pohledové centrum je situováno vpravo a vlevo od střední oblasti retikulární formace v oblasti pons varoli. K jemným horizontálním očním pohybům dostává pohledové centrum impulzy z oblasti velkého mozku. Podněty pro vyvolání sakadických pohybů jsou generovány v premotorické oblasti frontálního zrakového pole parietofrontálního laloku.

Impulzy pro pomalé sledovací pohyby vycházejí z okcipitálního kortexu. Sakadický systém probíhá z premotorické frontální oblasti přes přední kličku capsula interna k mezimozku. Zde se pak sbíhají zkřížené dráhy ve výši n. oculomotorius a n. trochlearis a mají polysynaptické spojení se supranukleárním pohledovým centrem paramediální oblasti retikulární formace.

1.5 Neuronální spojení vestibulárního aparátu s centrálním nervovým systémem (CNS)

Vzorky impulzů vznikající v rovnovážném ústrojí jsou zpracovány a modifikovány ve fossa rhomboides. Jádra statoakustického systému zde vstupují do zmnožených integračních neuronů retikulární formace.

Systém svazků běžících retikulárních formací probíhá v síťovitém uspořádání dále rostrálně do talamu.

Z cytoarchitektonických a funkčních důvodů je možné rozdělit retikulární formaci na tři longitudinální zóny nebo sloupce. U tzv. úhlu mostomozečkového laterálně od fossy rhomboides jsou vestibulární části VIII. mozkového nervu. Vestibulární část osmého nervu je rozdělena do skupiny čtyř jader, do tzv. arey vestibularis, a vytváří svazečky jednak sestupné, jednak vzestupné. V těchto jádrech jsou lokalizovány převodní systémy, které spojují vestibulární informace s extrapyramidovým motorickým systémem, a podstatně tak slouží ke vzpřímenému držení těla. Z vestibulární nukleární oblasti odstupuje fyziologicky starý, poměrně tenký svazek k vestibulární části mozečku (tzv. přímá sensorická dráha mozečku). Z vestibulárních nervů odstupují rovněž eferentní dráhy k míše (tractus vestibulospinalis).

Informace pocházející z labyrintů modulovaných vestibulárními jádry jsou poté zpracovávány v malém mozečku, aby tak byla modifikována opěrná i cílová motorika a pohybové programy. Určité dráhy z nucleus vestibularis inferior a medialis probíhají k fasciklu longitudinalis medialis jako tzv. tractus vestibularis spinalis medialis směrem k horní hrudní míše. Od ní jsou svaly krku, horních končetin a horní části trupu reflektoricky kontrolovány vestibulárním aparátem.

1.6 Funkce malého mozku

Malý mozek má mnoho důležitých funkcí při kontrole vzpřímené pozice, normálního tonu svalů, skeletu a udržování tělesné rovnováhy. Moduluje inervační aktivitu jednotlivých pohybů a jejich průběh, kontroluje a optimalizuje opěrnou motoriku, „přepočítává“ prostřednictvím kybernetických spojů společný účinek opěrné a cílové motoriky a slouží rovněž k jemnému nastavení rychlé cílové motoriky. Mikroskopický obraz malého mozku ukazuje jeho vrstvitou stavbu. Dosahuje u dospělého člověka díky četným záhybům plochy 1000–1600 cm². V mediálních řezech imponuje jeho sestavení do tzv. arbor vitae. Jeho povrch dělíme na tři části:

1. vrstva zevní, asi 1 mm silná, tzv. molekulární (stratum moleculare),
2. vrstva zrnitá (tzv. stratum granulosum),
3. oblast Purkyňových buněk (stratum ganglionare).

Tyto vrstvy jsou tvořeny jednak neurony a jednak glií. Vrstva, která je nejbohatší na buňky, je vrstva zrnitá (2) – buněčné elementy jsou zde v těsném sousedství. Těla buněk jsou uspořádána do neuropilstruktur, do tzv. parenchymatózních ostrůvků, v nichž jsou propojeny jejich dendrity. Pravidelně rozdělené stejně dlouhé Purkyňovy buňky jsou překvapivě dlouhé hruškovité elementy se šířkou 30–35 η M a výškou 50–70 η M, jejichž báze je otočena směrem k zrnité vrstvě. Dendrity Purkyňových buněk jsou hojné a tvoří prakticky vrstvu zasahující až do povrchu mozečku. Na podráždění, změnu polohy a zrychlení reagují Purkyňovy buňky velmi specificky. Tyto buňky mají klidovou frekvenci 10–80 impulzů za sekundu a mohou reagovat i na minimální podněty. Mají také velmi silnou frekvenční modulační možnost.

Tímto cytoarchitektonickým uspořádáním je zajištěno, že malý mozek má především své uplatnění v trojdimenzionálním prostoru – tzn. jak celulární, tak neuronální vrstva má trojrozměrné uspořádání.

V integraci a koordinaci malého mozku s ostatními smyslovými orgány a motorickými centry jsou zúčastněny nejen vestibulární orgány a malý mozek, ale i bazální ganglia, talamus a ostatní subkortikální centra, jejichž spojení pomocí aferentních drah teprve umožňuje provedení cílených pohybů. Cílová motorika se naopak musí na úrovni kmene mozkového úzce spojovat s opěrnou motorikou, protože každý cílený pohyb je zajištěn jenom za předpokladu nového nastavení opěrné motoriky.

Malý mozek reguluje nejen rozdělení tonu všech svalů, ale rovněž ovlivňuje reflexní mechanismus centrálního nervového systému. Vzpřímená chůze člověka vede k měnícímu se působení asymetrických sil na páteř s velkým úhlovým zrychlením ve vertikální ose. To musí být opět vyrovnáno protipohyby paží a ramen. Eferentní tlumící mechanismy, které jsou odpovědné za řádnou činnost centrálního nervového systému, mohou přímo zasahovat do vestibulární jaderné oblasti. Tyto neuronální funkční mechanismy jsou zvláště citlivé na nedostatečné zásobení kyslíkem a na poškozující noxy.