

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 lécích, 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
<b>I. OBECNÁ ČÁST . . . . .</b>	<b>15</b>
<b>1 Klinická anatomie rovnovážného ústrojí . . . . .</b>	<b>17</b>
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
<b>2 Vyšetřovací metody . . . . .</b>	<b>26</b>
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
<b>3</b>	<b>Periferní vestibulární syndrom harmonický . . . . .</b>	<b>54</b>
3.1	Definice . . . . .	54
<b>4</b>	<b>Centrální vestibulární syndrom neharmonický . . . . .</b>	<b>55</b>
4.1	Definice . . . . .	55
<b>5</b>	<b>Zásadní postupy v otoneurologické léčbě . . . . .</b>	<b>57</b>
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
<b>II.</b>	<b>SPECIÁLNÍ ČÁST . . . . .</b>	<b>65</b>
<b>6</b>	<b>Periferní poruchy . . . . .</b>	<b>68</b>
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
<b>7</b>	<b>Centrální vestibulární syndrom . . . . .</b>	<b>85</b>
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
<b>8</b>	<b>Symptomatické rovnovážné poruchy . . . . .</b>	<b>96</b>
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
<b>9</b>	<b>Instabilita, závratě starých lidí . . . . .</b>	<b>100</b>
<b>10</b>	<b>Psychogenní závraťové stavy . . . . .</b>	<b>101</b>
<b>11</b>	<b>Hysterické záchvaty . . . . .</b>	<b>102</b>
<b>12</b>	<b>Vestibulární příznaky neurotiků . . . . .</b>	<b>103</b>
<b>13</b>	<b>Schizofrenie a poruchy rovnováhy . . . . .</b>	<b>104</b>
<b>14</b>	<b>Kinetózy . . . . .</b>	<b>105</b>
<b>15</b>	<b>Mořská nemoc . . . . .</b>	<b>106</b>
<b>16</b>	<b>Posuzování pracovní schopnosti u rovnovážných poruch . . . . .</b>	<b>107</b>
	Postup při posuzování pracovní neschopnosti . . . . .	107
	<b>Literatura . . . . .</b>	<b>109</b>
	<b>Rejstřík . . . . .</b>	<b>118</b>



## 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 okohybnými 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.

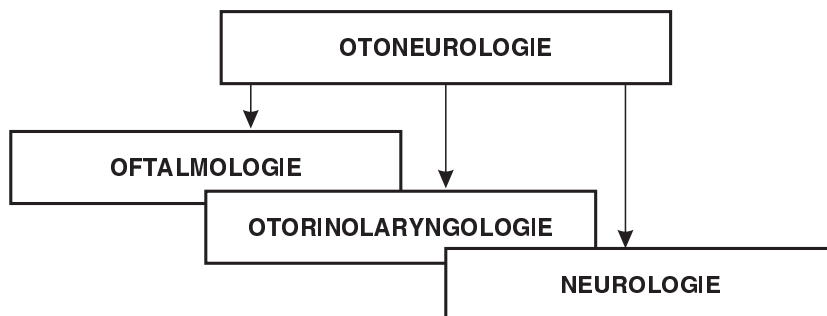
**TVM** (tractus vestibulospinalis medialis) – realizuje a kontroluje koordinované pohyby očí a hlavy v relaci se stimulací vestibulárních orgánů.

**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).

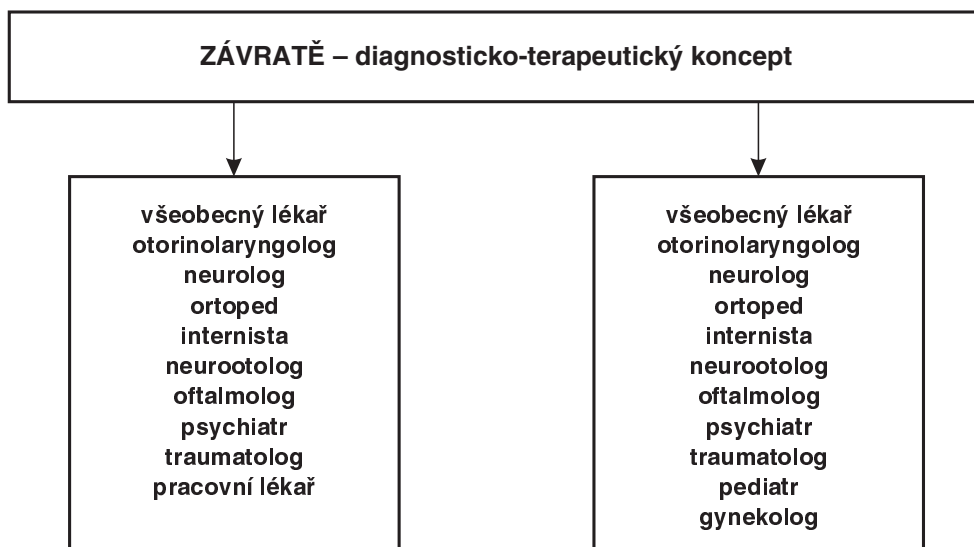


**Obr. 1** Otoneurologie jako mezioborová disciplína (Hahn, A.: *Závratě do kapsy* 1997, Triton 1998)

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 centrům 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 kanálcích 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.