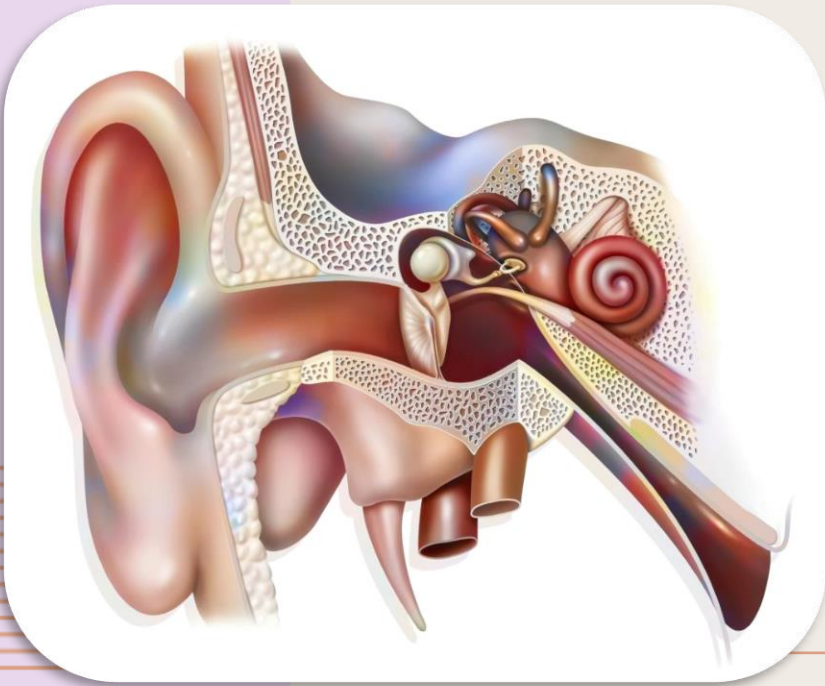


سیستم دهلیزی

VESTIBULAR SYSTEM

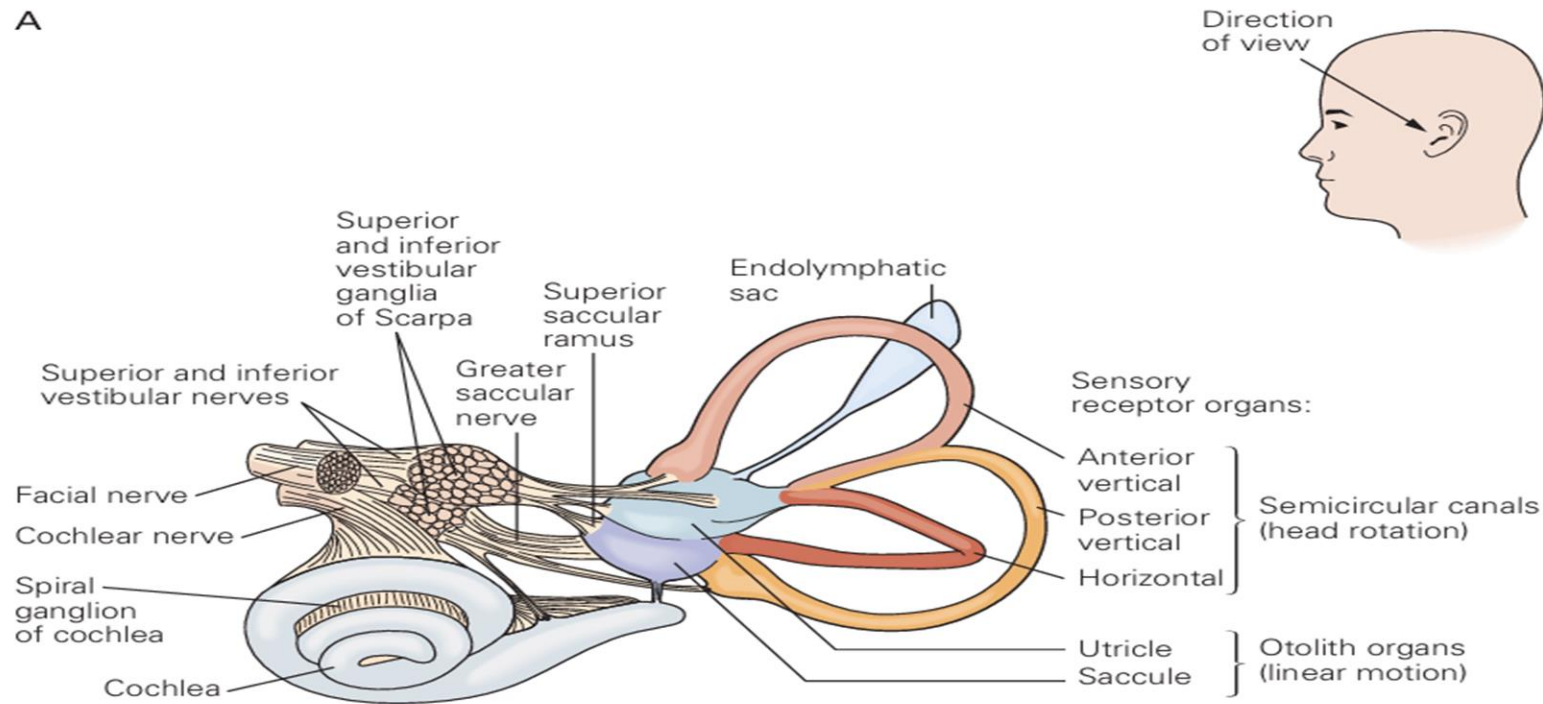


فهرست مطالب

- ✓ مقدمه
- ✓ آناتومی سیستم دهلیزی و ارتباطات آن
- ✓ اجزای سیستم دهلیزی
- ✓ شتاب زاویه ای
- ✓ شتاب خطی و جاذبه
- ✓ Hair cell & signal transduction
- ✓ اعصاب دهلیزی
- ✓ رفلکس دهلیزی _ چشمی (VOR)
- ✓ هسته های دهلیزی
- ✓ عملکرد VOR
- ✓ تطبیق پذیری
- ✓ اختلالات سیستم دهلیزی
- ✓ منابع

سیستم دهلیزی چیست ؟

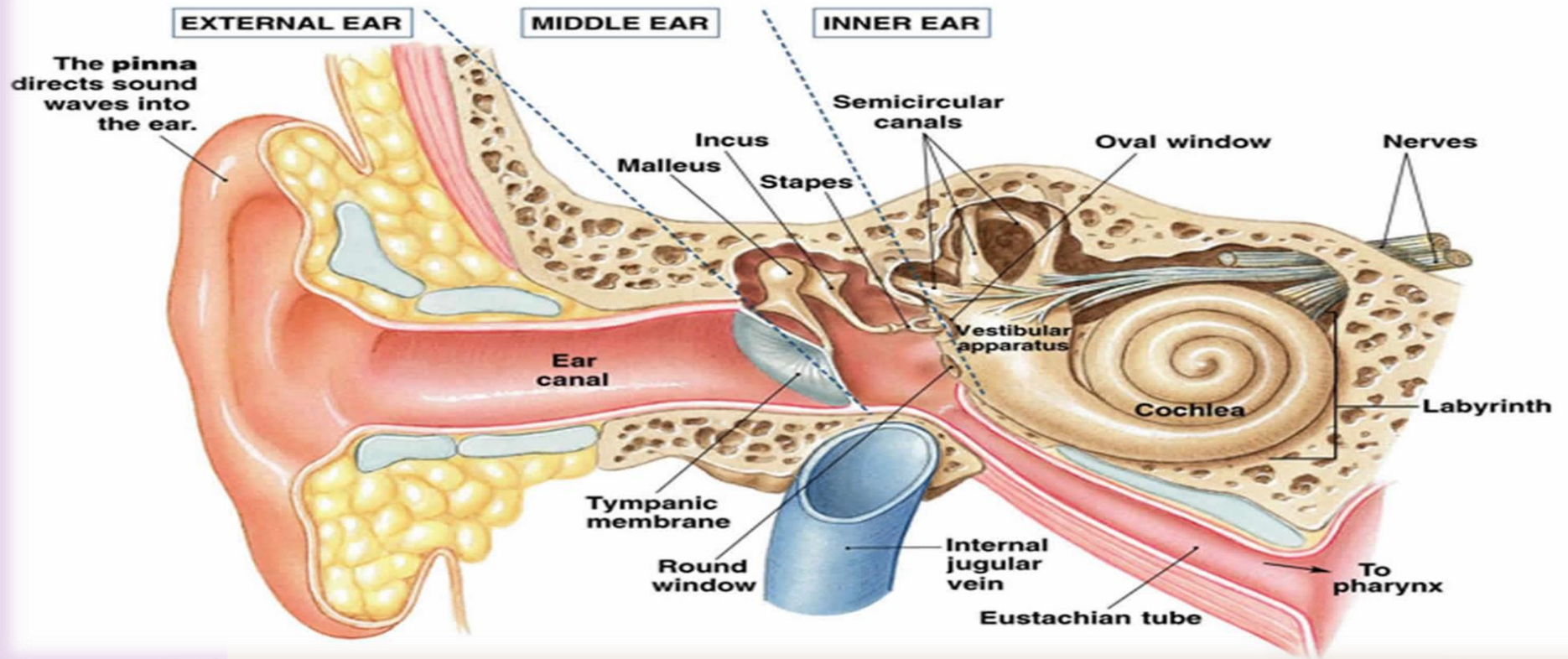
A



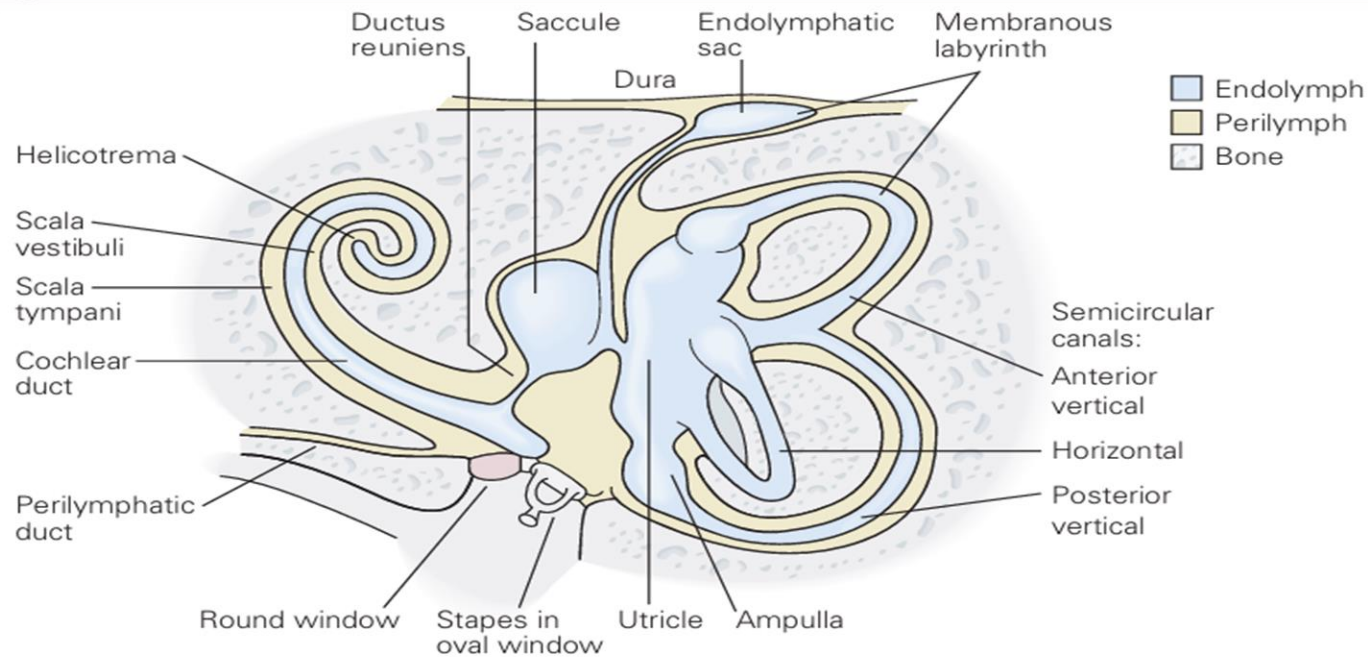
سیستم دهلیزی گوش (Vestibular System) بخش تخصصی و بسیار پیچیده‌ای از گوش داخلی است که وظیفه‌ی اصلی آن **حفظ تعادل**، **تشخیص وضعیت و حرکت سر**، و **تثبیت نگاه** می‌باشد.

این سیستم مجموعه‌ای از گیرنده‌های مکانیکی -حسی (mechanoreceptors) واقع در لایرنه غشایی گوش داخلی است که تغییرات شتاب زاویه‌ای و شتاب خطی و همچنین وضعیت سر نسبت به جاذبه را تشخیص می‌دهد. و از طریق عصب دهلیزی به هسته‌های دهلیزی ساقه مغز و مخچه ارسال می‌کند.

از نظر تکاملی، دستگاه دهلیزی از **پلاکود گوش (otic placode)** که یک ضخیم‌شدگی اکتودرمی در جنین است، منشأ می‌گیرد. این ساختار در مراحل اولیه رشد جنینی به گوش داخلی تبدیل می‌شود.



B

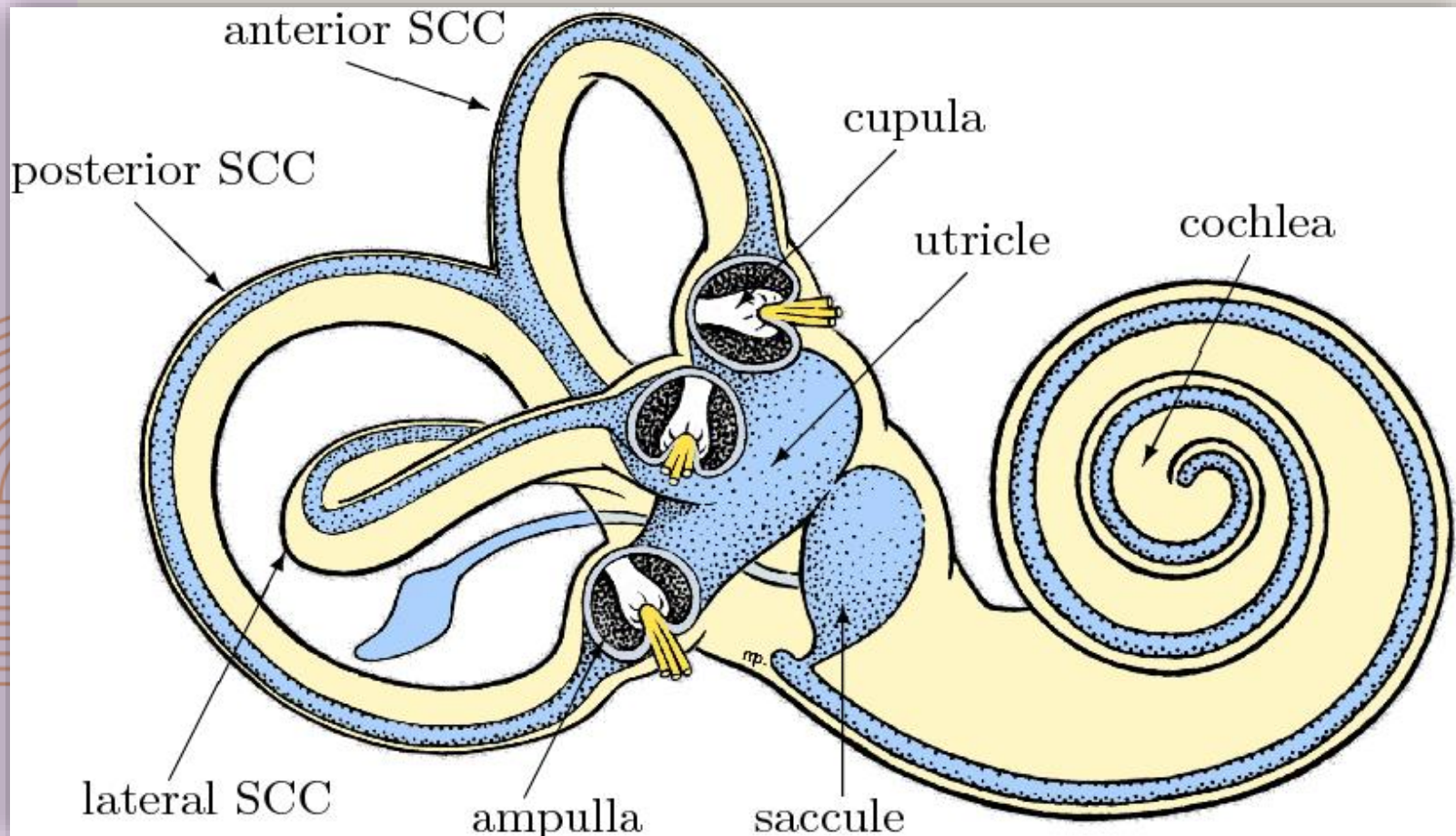


اجزای اصلی سیستم دهلیزی

1. مجراهای نیم دایره (semicircular canal) 2. اندام های اتولیتی (otolith organs)

- Utricle
- Saccule

- Anterior
- Posterior
- Horizontal



سه مجاری نیم دایره ای شتاب زاویه ای را تشخیص میدهند و بزرگی و جهت گیری آنها به مغز گزارش میدهند.

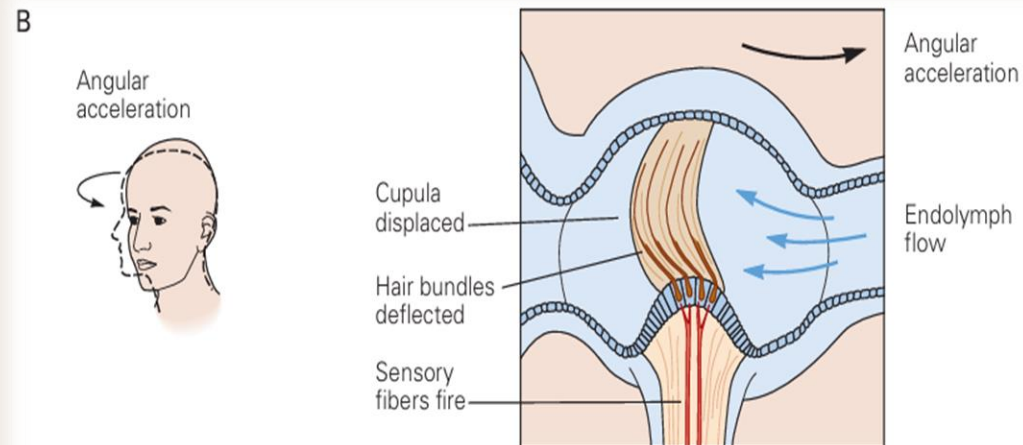
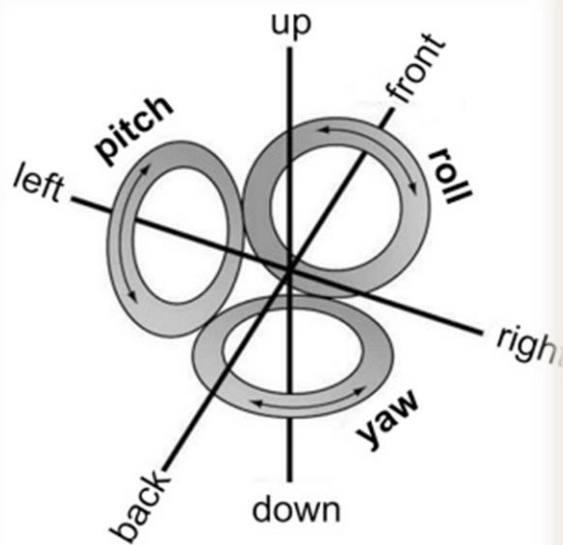
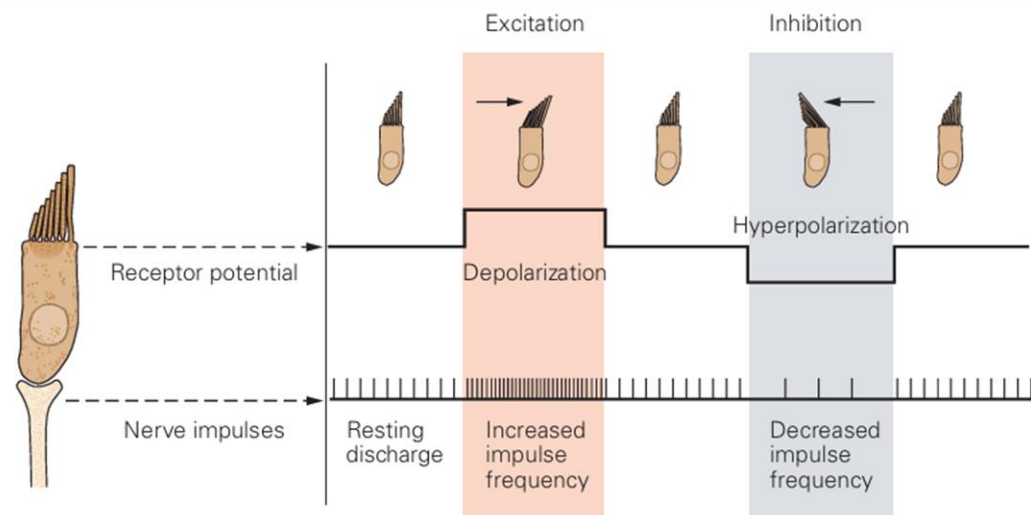
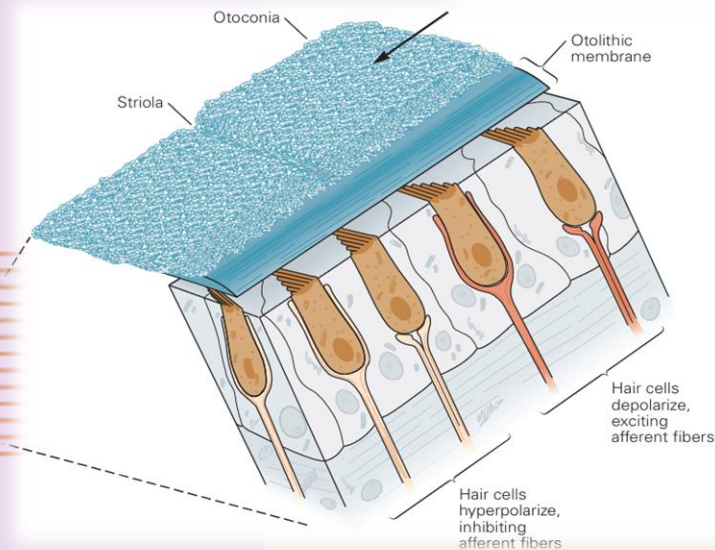
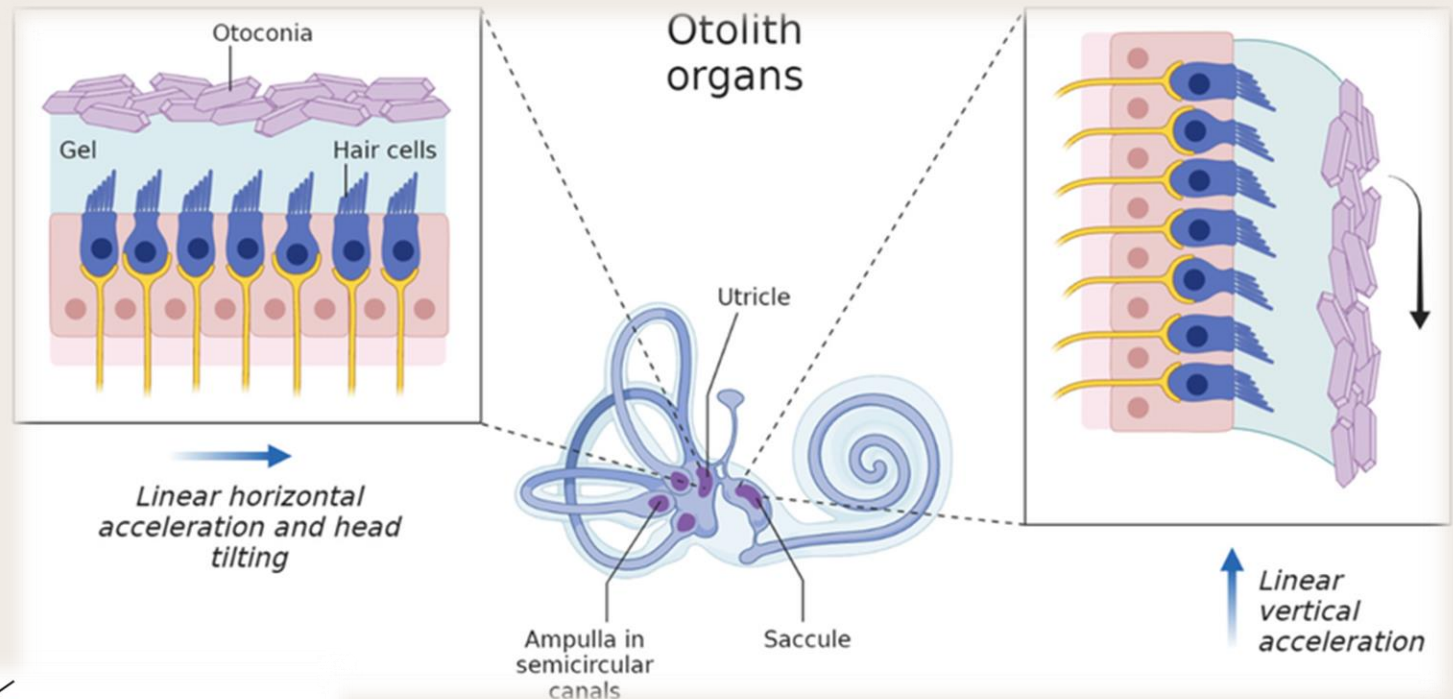


Figure 40-2 Hair cells in the vestibular labyrinth transduce mechanical stimuli into neural signals. At the apex of each cell is a hair bundle, the stereocilia of which increase in length toward a single kinocilium. The membrane potential of the receptor cell depends on the direction in which the hair bundle is bent. Deflection toward the kinocilium causes the cell to depolarize and thus increases the rate of firing in the afferent fiber. Bending away from the kinocilium causes the cell to hyperpolarize, thus decreasing the afferent firing rate. (Adapted, with permission, from Flock 1965.)



اندام های اتولیتی شتاب خطی را تشخیص می دهند . Utricle برای تشخیص حرکت خطی سربه صورت افقی و saccule برای تشخیص حرکت خطی سربه صورت عمودی میباشد .

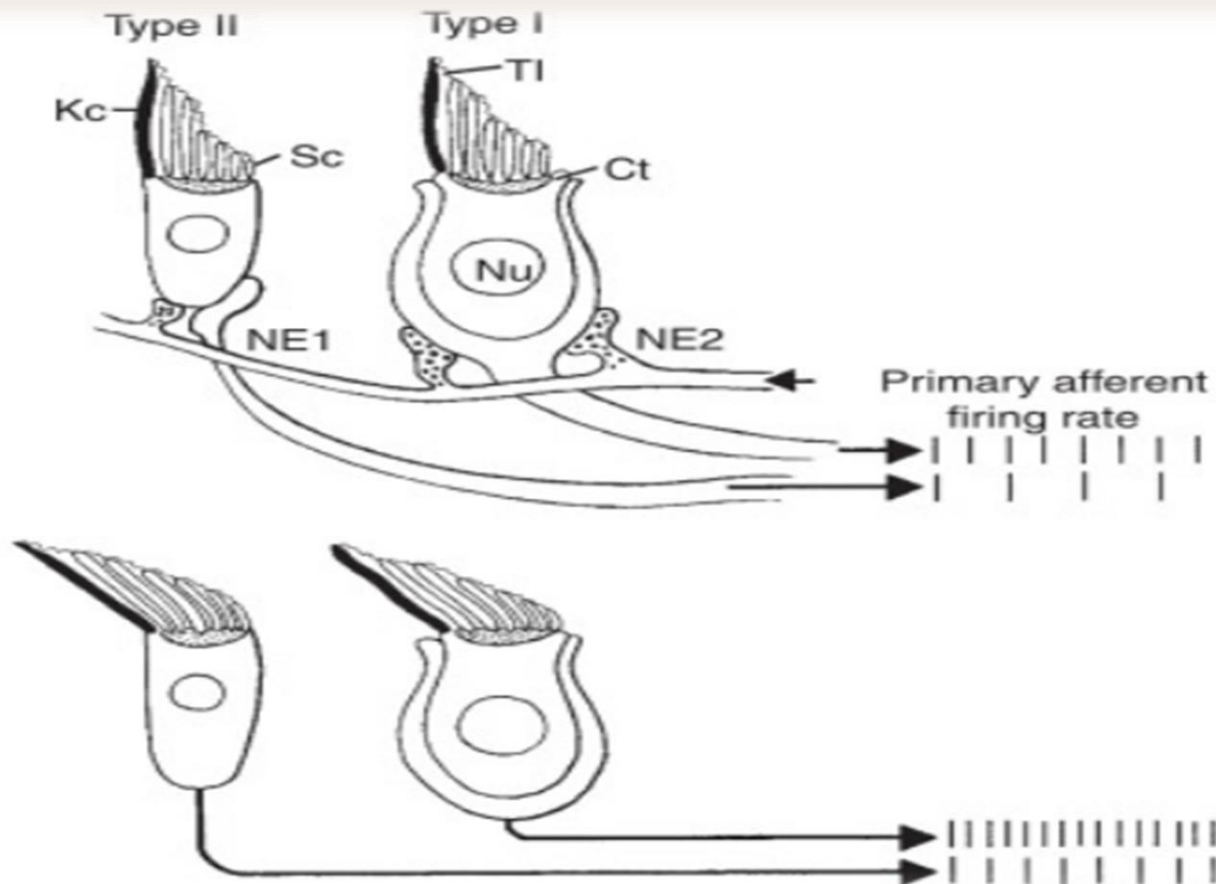




زیر ساختار سلول های مویی و مکانیزم تبدیل سیگنال

Hair cells :

- Type I : مرتبط هستند phasic معمولاً به پاسخ های سریع و
- Type II : در سیگنال دهی تونیک نقش دارند

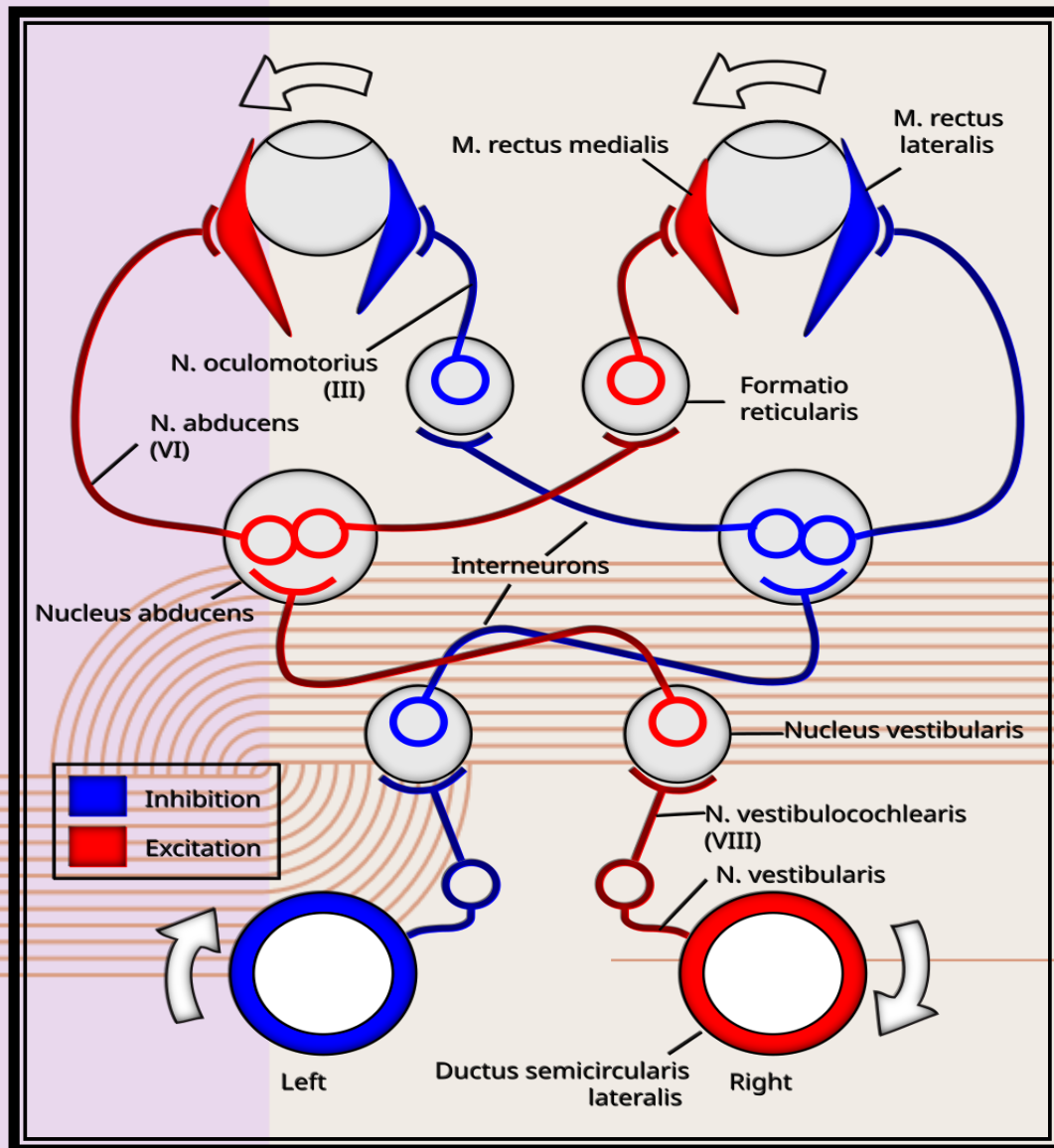


مسیرهای عصبی دهلیزی Vestibular Pathways

- ✓ عصب دهلیزی بخشی از عصب گوش-دهلیزی است و معمولاً به دو شاخه فوقانی superior و تحتانی inferior تقسیم می‌شود.
- ✓ شاخه فوقانی عمدتاً آورانهایی از کریستاهای مجاری نیم دایره افقی و قدامی و از اوتریکل را حمل می‌کند.
- ✓ شاخه تحتانی بیشتر از کریستای کانال خلفی و از ساکول آوران دارد.
- ✓ سیگنال‌های آوران از سلول‌های مویی توسط نورون‌هایی منتقل می‌شوند که جسم سلولی آن‌ها در گانگلیون اسکاریا قرار دارد. این نورون‌ها بخشی از عصب هشتم مغزی هستند.
- ✓ اطلاعات دهلیزی به هسته‌های دهلیزی ساقه مغز و همچنین به مخچه، به‌ویژه لوب فلوکولونودولار، ارسال می‌شود. این مسیرها پایه‌ی کنترل حرکات چشم، تعادل و هماهنگی حرکتی هستند.
- ✓ در ساقه مغز چهار هسته اصلی دهلیزی وجود دارد. هر هسته الگوی اتصالات و عملکرد متمایزی دارد و ورودی‌های آوران را دریافت و خروجی‌هایی به ساقه، مخچه، نخاع و قشر می‌فرستد.

رفلکس دهلیزی - چشمی (VOR)

سیستم دهلیزی سرعت و حرکت سر را احساس میکند و رفلکس دهلیزی - چشمی از این اطلاعات برای ثبت تصاویر روی شبکیه چشم در هنگام حرکت سر استفاده میکند .



✓ 3 رفلکس دهلیزی - چشمی مختلف وجود دارد:

1. رفلکس دهلیزی چشمی چرخشی
2. رفلکس دهلیزی چشمی انتقالی
3. رفلکس چرخش معکوس چشمی

رفلکس دهلیزی _ چشمی چرخشی

- این رفلکس چرخش سر را جبران میکند و ورودی آن عمدتاً از مجاری نیم دایره ای است .
- فاز آهسته : وقتی سر در یک جهت میچرخد چشم ها شروع به چرخش در جهت مخالف میکنند .
 - فاز سریع : با ادامه یافتن چرخش و رسیدن به حد نهایی دامنه حرکتی چشم ها , حرکاتی سریع برای تنظیم مجدد انجام میشود . (نیستاگموس)

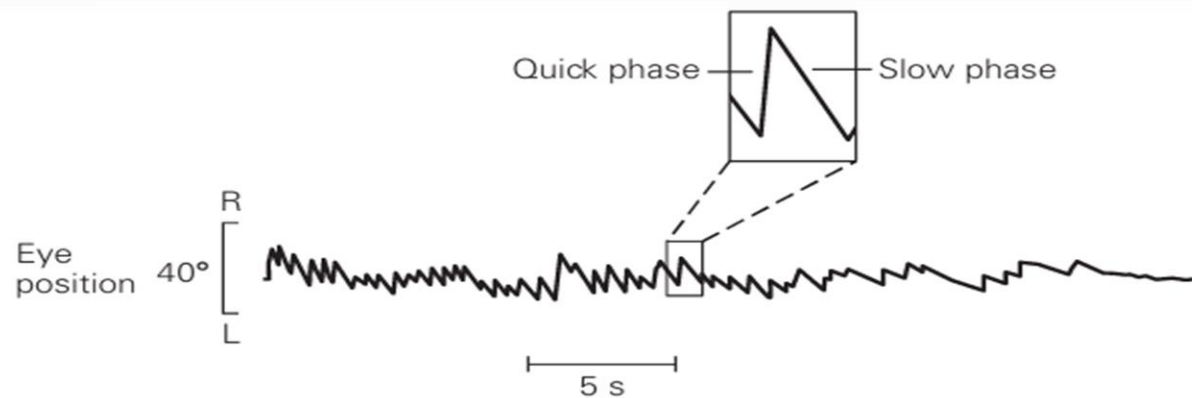


Figure 40-8 Vestibular nystagmus. The trace shows the eye position of a subject in a chair rotated counterclockwise at a constant rate in the dark. At the beginning of the trace the eye moves slowly at the same speed as the chair (slow phase) and occasionally makes rapid resetting movements (quick phase). The speed of the slow phase gradually decreases until the eye no longer moves regularly. (Reproduced, with permission, from Leigh and Zee 1991.)

رفلکس دهلیزی - چشمی انتقالی :

✓ این رفلکس حرکات خطی سرو انحرافات را جبران میکند . ورودی آن عمدتاً از اندام های اوتولیتی میباشد .
بسته به اینکه جسمی که به آن نگاه میکنیم در چه فاصله ای از ما قرار دارد سرعت حرکت چشم افزایش یا کاهش میابد.



رفلکس چرخش معکوس چشمی

✓ کج شدن سر در صفحه عمودی (از پس سر تا بینی امتداد دارد) را جبران میکند . عمدتاً ورودی های آن از اندام های اتولیتی هستند.

چرخش چشم در خلاف جهت انحراف سر اتفاق میافتد تا کجی تصویر بر بروی شبکیه کاهش یابد.



هسته های دهلیزی

✓ هسته های دهلیزی سیگنال های دهلیزی را با سیگنال های نخاع و مخچه و سیستم بینایی ادغام میکند .

• **Medial** ← از مجراهای نیم دایره ای و اندام های اتولیتی ورودی دریافت میکند.

• **Lateral** ← از اندام های اتولیتی ورودی دریافت میکند.

• **Superior** ← از مجراهای نیم دایره ای ورودی دریافت میکند.

• **Descending** ← از مجراهای نیم دایره ای خلفی و اندام های اتولیتی ورودی دریافت میکند.

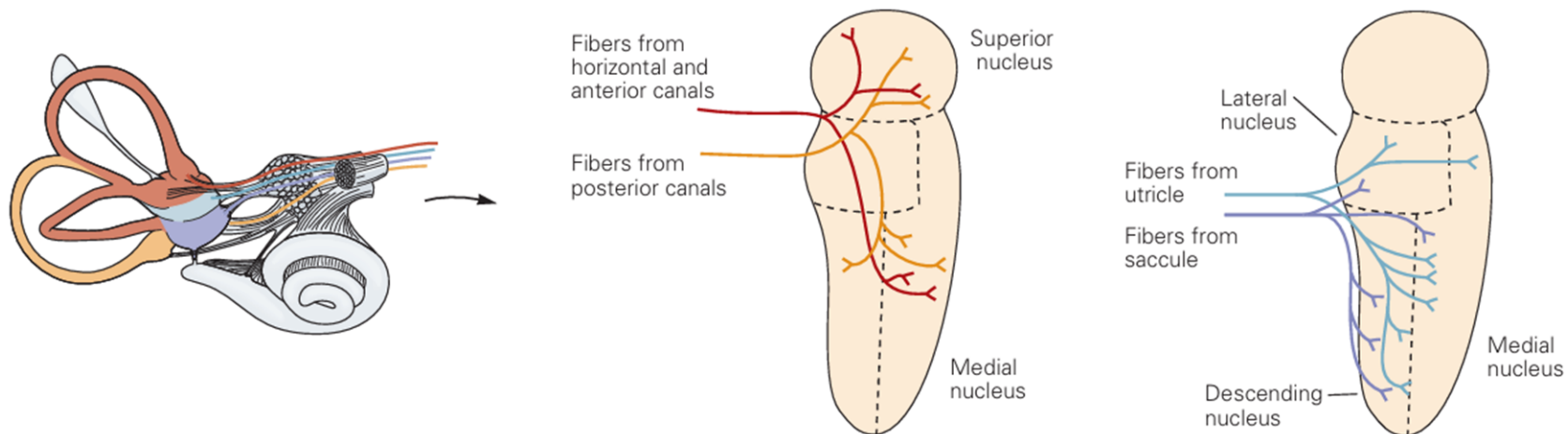
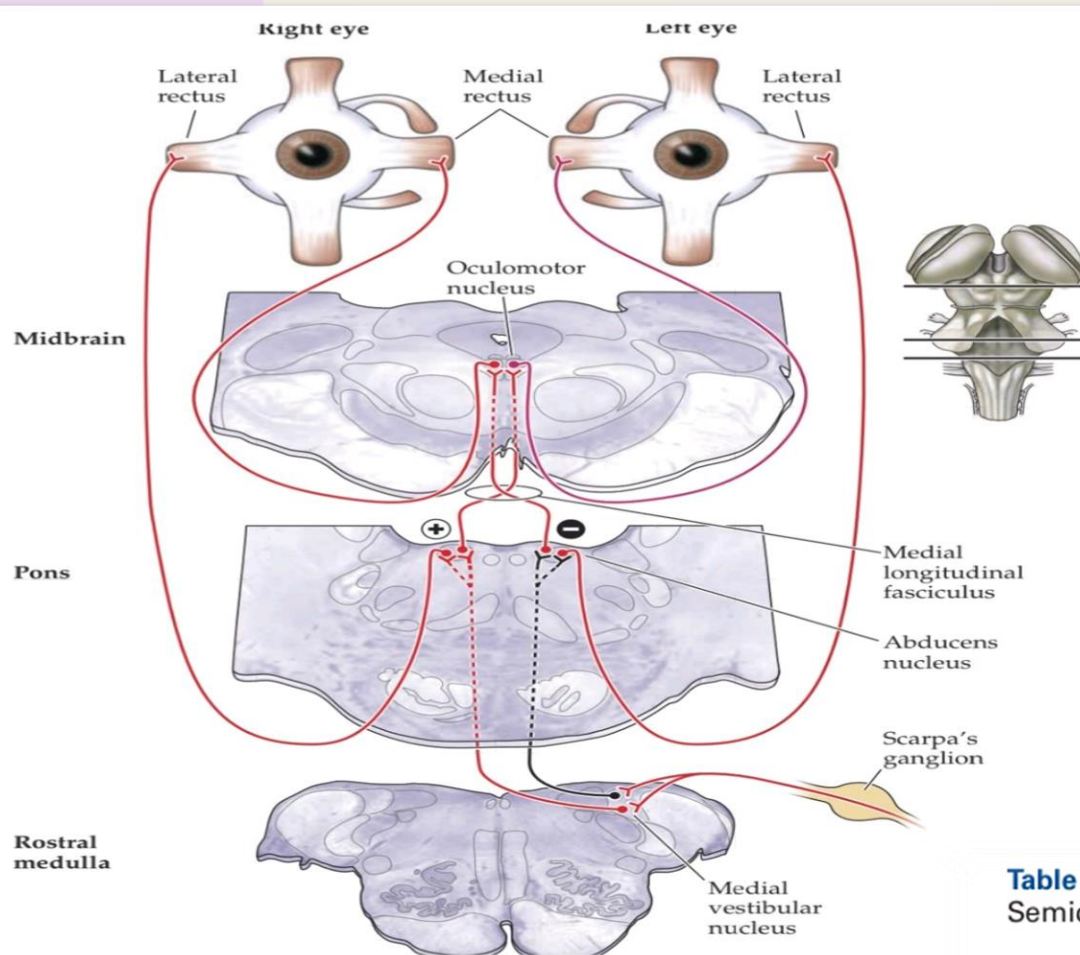


Figure 40-10 Sensory inputs to the vestibular nuclei.

Neurons in the superior and medial vestibular nuclei receive input predominantly from the semicircular canals but also from the otolith organs. Neurons in the lateral vestibular nucleus (Deiters' nucleus) receive input from the semicircular canals

and otolith organs. This nucleus is concerned predominantly with postural reflexes. The descending vestibular nucleus receives input predominantly from the otolith organs. (Adapted, with permission, from Gacek and Lyon 1974.)

عملکرد رفلکس دهلیزی - چشمی



✓ این مسیرهای تحریکی و مهارى هر کدام 3 جفت مجراهای نیم دایره ای را به 4 عضله خارجی چشم متصل میکند .

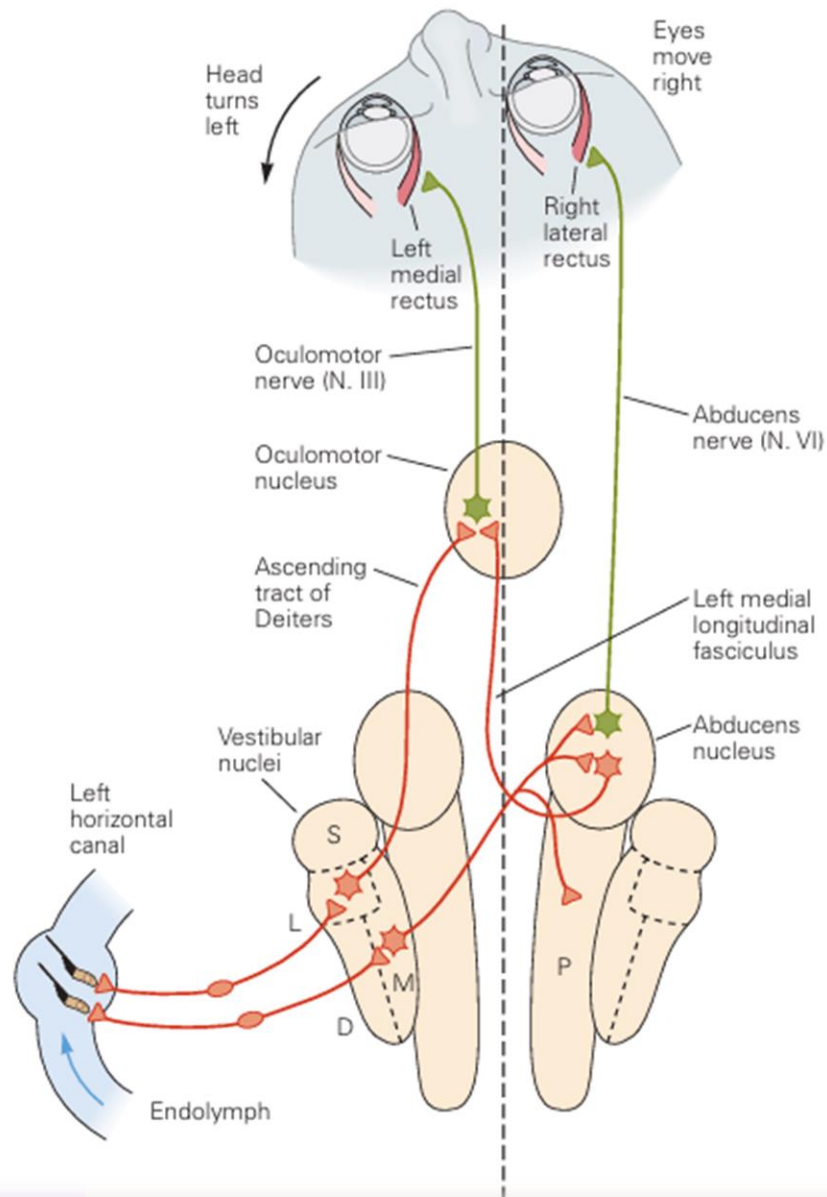
✓ عضلات چشمی هدف کانال های نیم دایره ای:

Table 40-1 Primary Muscle Targets of the Semicircular Canals

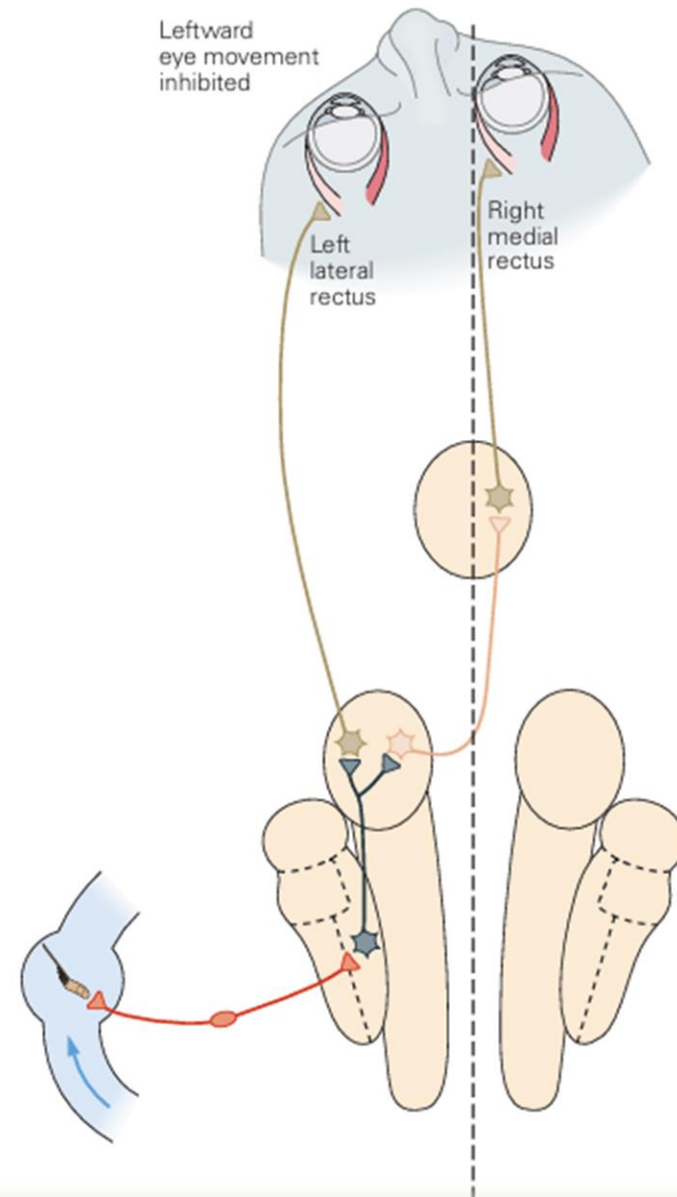
Canal	Ipsilateral muscles	Contralateral muscles
Horizontal	Excite medial rectus Inhibit lateral rectus	Excite lateral rectus Inhibit medial rectus
Anterior	Excite superior rectus Inhibit inferior rectus	Excite inferior oblique Inhibit superior oblique
Posterior	Excite superior oblique Inhibit inferior oblique	Excite inferior rectus Inhibit superior rectus

مسیر های تحریکی و مسیر های مهارى

A Excitatory connections



B Inhibitory connections



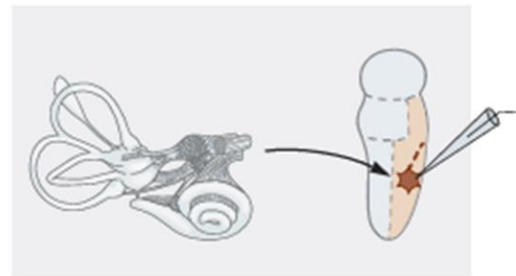
پاسخ به چرخش در یک میمون

Figure 40-12 Individual neurons in the medial vestibular nucleus of a monkey receive both visual and vestibular signals. Each panel shows the spike rate of a single neuron over time. The angular velocity of the turntable used to rotate the subject or visual scene is shown below the plot. (Adapted, with permission, from Waespe and Henn 1977.)

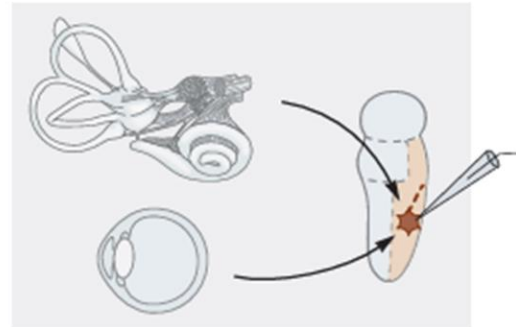
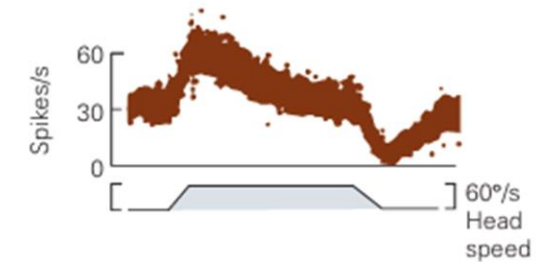
A. When the animal is rotated in the dark, the activity of the neuron gradually falls to the baseline even while the animal is still rotating.

B. When the animal is rotated in the light, the discharge is maintained throughout rotation.

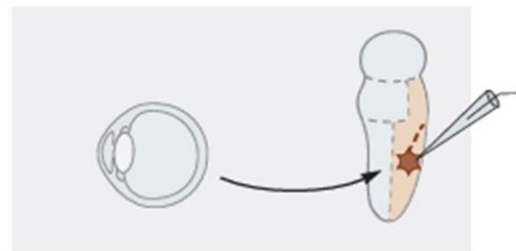
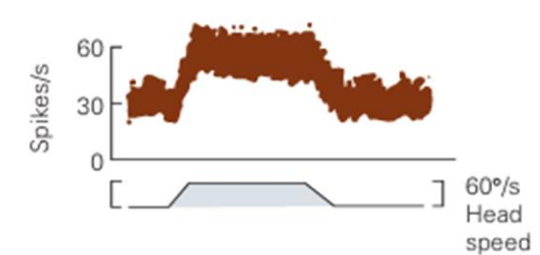
C. When the animal is still while the visual scene rotates around it, the neuron in the steady state responds as if the animal were rotating in the light, although it takes somewhat longer for the neuron to reach a constant level of activity. The similarity of response between body rotation in the light and rotation of the visual scene may explain why people sometimes feel they are moving when in fact the visual scene is moving.



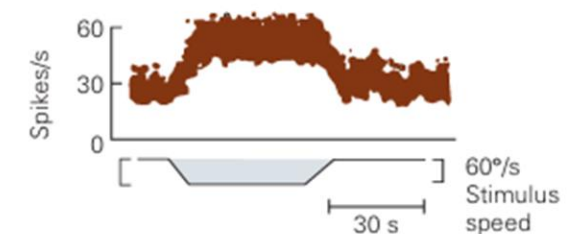
A Body rotation in dark



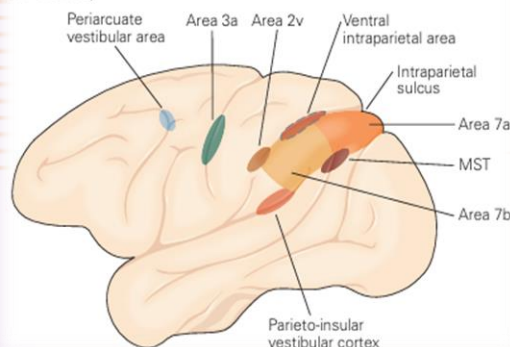
B Body rotation in light



C Rotation of visual scene



A Monkey

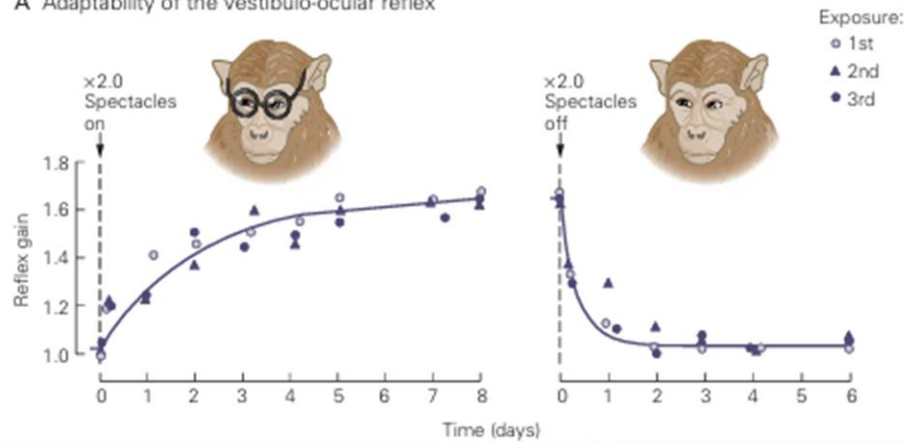


B Human

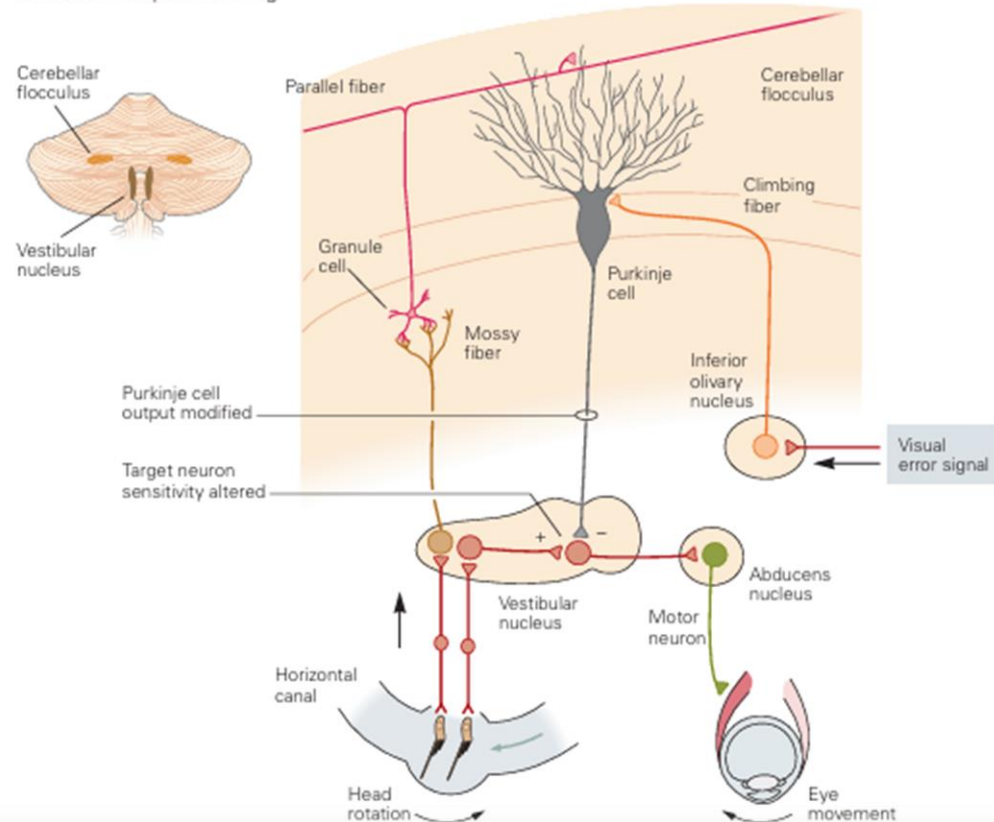


تطبيق پذیری رفلکس دهلیزی چشمی

A Adaptability of the vestibulo-ocular reflex



B Sites of adaptive learning



اختلالات سیستم دهلیزی چشمی

سیستم دهلیزی-چشمی در مرز بین گوش داخلی، ساقه مغز، مخچه و عضلات خارج چشمی عمل می کند؛ بنابراین اختلالات آن می توانند محیطی یا مرکزی باشند.



Ménière's Disease

فزایش حجم
اندولنف در
گوش داخلی
باعث افزایش
فشار در
لایبرنت غشایی
می شود.

این فشار
عملکرد
سلول های مویی
را مختل می کند

باعث
سیگنال های
ناپایدار دهلیزی
می شود.

سرگیجه
حمله ای و کاهش
شنوایی و وزوز
گوش

Oscillopsia (نوسان دید)

در صورت نارسایی
دوطرفه دهلیزی یا
نقص شدید
VOR، چشم ها
نمی توانند حرکت
سر را جبران کنند.

تثبیت
تصویر
ناکارآمد

دید لرزان
هنگام راه رفتن

احساس حرکت
تصویر، تشدید
در تاریکی،
اختلال شدید
عملکردی

(References)

- **Michael E. Goldberg Mark F. Walker A. J. Hudspeth**
Principles of Neural Science, Fifth Edition, Part VI , The Vestibular System
- **Goldberg, J. M., Wilson, V. J., Cullen, K. E., et al. (2012).**
The Vestibular System: A Sixth Sense.
Oxford University Press.
- **Khan, S., Chang, R. (2013).**
Anatomy of the vestibular system: A review.
- **Bhattacharyya, N., et al. (2017).**
Clinical practice guideline: Benign paroxysmal positional vertigo (BPPV).
- **Strupp, M., Brandt, T. (2009).**
Vestibular neuritis.
- **Lopez-Escamez, J. A., et al. (2015).**
Diagnostic criteria for Menière's disease.
- **Dieterich, M., Brandt, T. (2015).**
The bilateral vestibulopathy syndrome.

(از توجه شما سپاسگزارم)

