

## پیشگفتار

سرگیجه و عدم تعادل یکی از شایع ترین اختلالاتی است که متخصصان گوش حلق و بینی (ENT)، شنوایی شناس ها و نورولوژیست ها (متخصصین مغز و اعصاب و روانپزشکان و ...) با آن مواجه هستند. با توجه به ذهنی بودن ماهیت سرگیجه و عدم تعادل، صرف بیان مشکل از دید بیمار در تاریخچه گیری ممکن است چندان گره گشا نباشد.

از سوی دیگر انجام آزمون های جامع تعادل نظیر ویدئونیستاگموگرافی (VNG) فرآیندی زمانبر است و نیازمند انجام ملاحظات متعددی است.

به همین دلیل در کار بالینی، استفاده از آزمونهای سرپایی (Bedside Tests) در زمینه ارزیابی عملکرد تعادل می تواند در مدت زمان کوتاه اطلاعات تشخیصی ارزشمندی را در اختیار کلینیسین ها قرار دهد. با توجه به این قضیه و نبود کتاب اختصاصی در زمینه آزمون های سرپایی، مولفین کتاب حاضر با همفکری به ایده تالیف کتابی جامع و البته مختصر در این زمینه دست پیدا کردند.

از تمامی خوانندگان محترم تقاضا می شود که نقطه نظرات خود را در جهت تکمیل این کتاب به نویسندگان اعلام فرمایند تا در چاپ های بعدی از آن ها استفاده گردد.

مولفین

فصل اول:

آناتومی و فیزیولوژی

دستگاه دهلیزی

## ۱-۱ مقدمه

تعادل<sup>۱</sup> توسط مجموعه پیچیده ای از دستگاه های کنترل حسی-حرکتی پدید می آید. ورودی های تعادل شامل حس بینایی، حسی-پیکری و دستگاه دهلیزی<sup>۲</sup> می باشد. ادغام این ورودی های حسی و نیز خروجی حرکتی به چشم و عضلات بدن سبب حفظ تعادل می گردد (شکل ۱-۱).

عواملی نظیر بیماری، برخی داروها و فرآیند سالمندی می تواند بر روی یک یا چند مورد از این اجزا تاثیر بگذارد. علاوه بر مشارکت اطلاعات حسی، ممکن است عوامل روانشناختی نیز بر روی تعادل اثرگذار باشد.

## ۲-۱ ورودی حسی

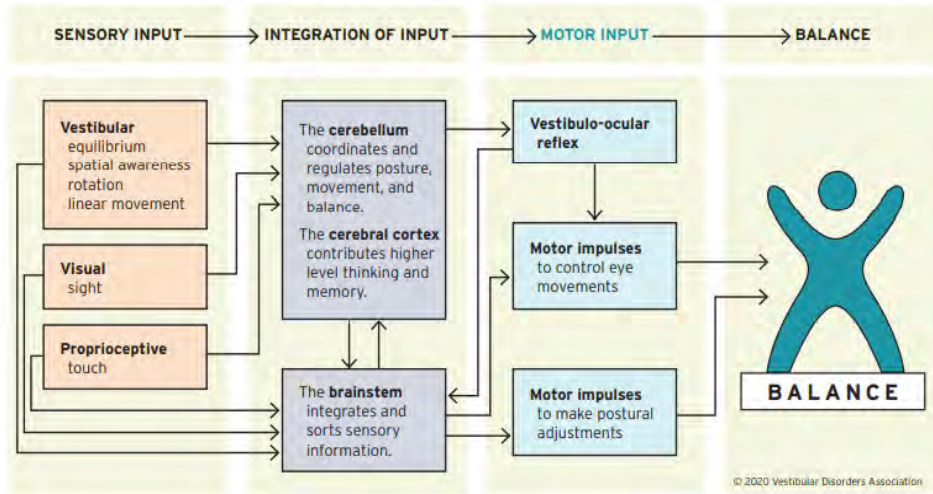
حفظ تعادل وابسته به اطلاعات دریافتی مغز از سه منبع محیطی چشم ها، عضلات و مفاصل و اندام های دهلیزی می باشد (شکل ۱-۱). هر سه این منابع اطلاعاتی، سیگنال هایی را به شکل ایмпالس های عصبی از انتهای عصبی خاصی به نام گیرنده های حسی<sup>۳</sup> به مغز ارسال می کنند.

---

<sup>1</sup> Balance

<sup>2</sup> Vestibular System

<sup>3</sup> Sensory Receptors



شکل ۱-۱. تعادل حاصل مجموعه پیچیده ای از اندام های حسی و حرکتی است.

### ۱-۳ یکپارچه سازی ورودی های حسی

اطلاعات تعادلی مربوطه به اندام های حسی محیطی - چشم ها، عضلات و مفاصل و دستگاه دهلیزی به ساقه مغز ارسال می گردد. در ساقه مغز این اطلاعات مرتب شده و با اطلاعات موجود در مخچه<sup>۱</sup> (مرکز هماهنگی مغز) و قشر مغز (مرکز تفکر و حافظه) یکپارچه می شود (شکل ۱-۱). مخچه اطلاعاتی در مورد حرکات خودکار ارائه می دهد که از طریق قرارگیری مکرر در معرض حرکات خاص فراگرفته می شود.

برای مثال، یک تنیس باز با تمرین مکرر با توپ یاد می گیرد که کنترل تعادل را در طول حرکت بهینه کند. مشارکت های قشر مغز شامل اطلاعاتی است که قبلاً آموخته شده اند؛ برای مثال از آنجایی که پیاده روی های یخی لغزنده هستند، برای پیمایش ایمن باید از الگوی حرکتی متفاوتی استفاده نمود.

<sup>۱</sup> Cerebellum

## ۴-۱ پردازش ورودی های حسی متناقض

اگر ورودی حسی دریافتی از چشم ها، عضلات و مفاصل یا اندام های دهلیزی با یکدیگر در تضاد باشند، ممکن است فرد دچار سردرگمی شود. برای مثال، این امر ممکن است زمانی اتفاق بیفتد که شخصی در کنار اتوبوسی که در حال دور شدن است، ایستاده باشد. تصویر بصری اتوبوس بزرگ در حال حرکت ممکن است این توهم را برای عابر پیاده ایجاد کند که او به جای اتوبوس در حال حرکت است. با این حال، در همان زمان، اطلاعات حس عمقی از عضلات و مفاصل او نشان می دهد که او واقعا حرکت نمی کند.

اطلاعات حسی مربوط به اندام های دهلیزی ممکن است به رفع این تضاد حسی کمک نمایند. علاوه بر این تفکر و حافظه ممکن است فرد را وادار کند که از اتوبوس در حال حرکت به پایین نگاه کند تا به دنبال تایید بصری باشد که بدنش نسبت به پیاده رو حرکت نمی کند. بنابراین مغز به کمک ورودی های مختلف، به طور مرتب در حال شناسایی موقعیت ما در فضا است (حس عمقی)<sup>۱</sup> و یکی از ورودی های مهم در حفظ تعادل، دستگاه دهلیزی می باشد.

## ۵-۱ آناتومی و فیزیولوژی دستگاه دهلیزی

در یک طبقه بندی کلی، دستگاه دهلیزی به دو بخش محیطی<sup>۲</sup> و مرکزی<sup>۳</sup> تقسیم می شود. بخش محیطی از گیرنده های حسی دهلیزی موجود در لایبرنت دهلیزی (که در گوش داخلی قرار گرفته است) شروع و به انتهای الیف های شاخه تعادلی عصب هشتم ختم می شود. بخش مرکزی دستگاه دهلیزی از هسته های دهلیزی ساقه مغز شروع شده و تا مراکز بالاتر ادامه می یابد.

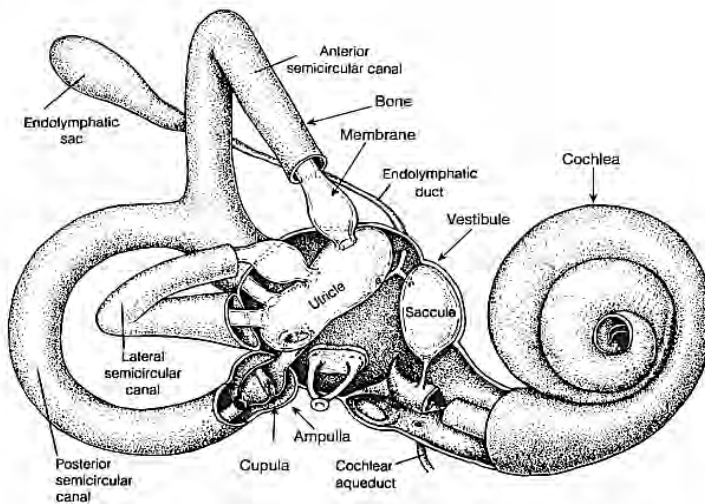
---

<sup>۱</sup> Proprioception

<sup>۲</sup> Peripheral

<sup>۳</sup> Central

لابیرنت دهلیزی گوش داخلی در درون استخوان گیجگاهی<sup>۱</sup> و خارج و عقب حلزون واقع شده است. این بخش شامل دو بخش لابیرنت استخوانی<sup>۲</sup> و لابیرنت غشایی<sup>۳</sup> می باشد. لابیرنت استخوانی در افراد بزرگسال حاوی یک پوسته نازک است و شامل حلزون در بخش قدامی، دهلیز در بخش وسط و مجاری نیم دایره<sup>۴</sup> در بخش خلفی آن می باشد. در بخش دهلیزی لابیرنت غشایی، پنج ساختار گیرنده مجزا واقع شده اند که شامل سه مجرای نیم دایره ای و دو اندام اتولیتی<sup>۵</sup> می باشد. در شکل ۱-۲ لابیرنت غشایی، لابیرنت استخوانی و اجزای سازنده آنها به نمایش درآمده است.



شکل ۱-۲. لابیرنت استخوانی و غشایی.

سه مجرای نیم دایره افقی، قدامی و خلفی در سه سطح مختلف سر قرار گرفته و به حرکات چرخشی سر پاسخ می دهند. دو اندام اتولیتی اتریکول و ساکول، به حرکات خطی سر و جهت سر نسبت به جاذبه پاسخ می دهند.

<sup>۱</sup> Temporal Bone

<sup>۲</sup> Bony Labyrinth

<sup>۳</sup> Membranous Labryinth

<sup>۴</sup> Semicircular Canals

<sup>۵</sup> Otolithic Organs

### ۱-۵-۱ دهلیز

دهلیز در بخش مرکزی لابیرنت استخوانی قرار دارد و بصورت یک اتاقک کوچک مسطح واقع بین گوش میانی و عمق مجرای شنوایی داخلی می باشد. بر روی دیواره خارجی و قدامی دهلیز، مدخلی برای دریچه بیضی وجود دارد که توسط صفحه پایه<sup>۱</sup> رکابی و لیگامان حلقوی بسته می ماند.

بر روی دیواره داخلی دهلیز بخش های مختلف قرار دارد. فرورفتگی ساکول که در قسمت قدامی، ماکولای ساکول<sup>۲</sup> را در خود جای داده است؛ ستیغ دهلیزی که پشت فرورفتگی ساکول واقع شده است؛ فرورفتگی حلزونی که در انتهای پایینی ستیغ دهلیزی واقع شده و فیبرهای عصب حلزونی را حمل می کند؛ فرورفتگی اتریکول که در بالا و پشت ستیغ دهلیزی واقع شده و حاوی ماکولای اتریکول<sup>۳</sup> است؛ مدخل قنات دهلیزی که در زیر فرورفتگی بیضوی اتریکول قرار دارد و مجرای آندولنفاتیک و عروق خونی متعدد کوچکی را حمل می کند. همچنین بر روی دیواره فوقانی و خلفی دهلیز، پنج مدخل وجود دارد که منجر به شکل گیری مجاری نیم دایره می شود.

### ۱-۵-۲ مجاری نیم دایره

سه مجرای نیم دایره فوقانی(قدامی)، خلفی(تحتانی) و افقی(خارجی) در بالا و بخش پشتی دهلیز واقع شده اند. هر یک از این مجاری در حدود دو سوم یک دایره را اشغال کرده اند و از نظر طول با هم برابر نیستند. مجاری نیم دایره ای دارای یک انتهای آمپولی و یک انتهای غیر آمپولی هستند. در انتهای هر یک از مجاری نیم دایره بخشی بنام آمپول<sup>۴</sup> وجود دارد که حاوی اپیتلیوم حسی دهلیزی است و به درون بخش دهلیزی متسع می شود.

<sup>1</sup> Footplate

<sup>2</sup> Sacculle

<sup>3</sup> Utricle

<sup>4</sup> Ampulla

آمپولاهای مجاری نیم دایره ای عمودی یا بعبارتی مجاری نیم دایره فوقانی و خلفی در انتهای قدامی-خارجی خود به یکدیگر نزدیک می شوند؛ اما آمپولای مجرای افقی در کف دهلیز قرار گرفته است. انتهای غیر آمپولی مجاری فوقانی و خلفی با هم تلاقی کرده و شاخه مشترکی را می سازند که در وسط دیواره خلفی به دهلیز باز می شوند. انتهای غیر آمپولی مجرای افقی کمی زیر مجرای مشترک به دهلیز باز می شود.

مجرای افقی از سمت غیر آمپولی به طرف آمپول، ۳۰ درجه در سطح افق، رو به بالا و جلو حرکت می کند. ضمن اینکه مجرای افقی دو طرف همراستا می باشند. درمقابل، مجاری نیم دایره ای عمودی مشابه ساکول در سطح عمودی سر و تقریباً عمود بر مجرای نیم دایره افقی واقع شده اند. این دو مجرای نیم دایره در دو سطح عمود بر هم و هر کدام با ۴۵ درجه زاویه نسبت به سطح ساجیتال<sup>۱</sup> قرار گرفته اند. مجرای فوقانی در هر سمت با مجرای خلفی سمت مقابل یک راستا قرار دارند. مجاری نیم دایره ای به اتریکول متصل هستند.

### ۱-۵-۳ مایعات دهلیزی

مجرای آندولنفاتیکی از ساک آندولنفاتیک شروع شده و به پرده های مننژ مغز ختم می شود. دو مایع آندولنف<sup>۲</sup> و پری لنف<sup>۳</sup> در طول حلزون و دستگاه دهلیزی گوش داخلی جریان دارند. مایع آندولنف از طریق مجرای آندولنفاتیک به ساک آندولنفاتیک متصل می شود. مایع پری لنف اطراف لابیرنت غشائی را احاطه کرده و از طریق قنات حلزونی به مایع مغزی-نخاعی (CSF)<sup>۴</sup> باز می شود.

<sup>۱</sup> Sagittal

<sup>۲</sup> Endolymph

<sup>۳</sup> Perilymph

<sup>۴</sup> Cerebrospinal Fluid



### ۱-۵-۴ گیرنده های حسی دهلیزی

گیرنده های حسی دهلیزی، همانند حلزون شامل سلولهای مویی با شمار زیادی استریوسیلیا<sup>۱</sup> و سلولهای پشتیبان هستند. دو نوع سلول مویی دهلیزی بنام های نوع I و نوع II وجود دارد که از نظر شکل، پایانه های آورانی و جریان های یونی با یکدیگر متفاوت هستند. گیرنده حسی دهلیزی در مجاری نیم دایره ای در بخش زینی شکلی به نام کریستا<sup>۲</sup> و در اتریکول و ساکول در منطقه ای به نام ماکولا<sup>۳</sup> واقع شده اند. در اطراف گیرنده های حسی، سلولهای بینابینی و پس از آنها بجز ساکول سلول های تیره<sup>۴</sup> قرار دارند که این بخش احتمالاً محل ترشح و جذب آندولنف است.

هر سلول مویی حاوی ۵۰ تا ۱۰۰ استریوسیلیا و یک زائده منفرد بلند به نام کینوسیلیوم<sup>۵</sup> است. این زوائد توسط فیلامان های کوچکی به هم متصل شده اند. استریوسیلیاها از نظر ارتفاع در چند ردیف به صورت صعودی مرتب شده اند؛ به گونه ای که بلندترین استریوسیلیا نزدیک کینوسیلیوم قرار دارد. این سلولها از نظر ظاهر، شباهت کلی به سلولهای مویی داخلی و خارجی حلزونی دارند. تعداد سلولهای مویی در مجاری نیم دایره ای حدود ۲۳,۰۰۰ و در ماکولا حدود ۴۰,۰۰۰ عدد است.

سلول مویی نوع I، قمقمه ایی شکل هستند و کاملاً به شکل یک جام توسط یک پایانه آورانی احاطه شده اند که یک جریان پتاسیمی یکطرفه از سلول به درون آنها وجود دارد. سلول مویی نوع II، استوانه ایی شکل هستند و توسط تکه های سیناپسی ساده با فیبرهای آوران دهلیزی ارتباط دارند (شکل ۱-۳).

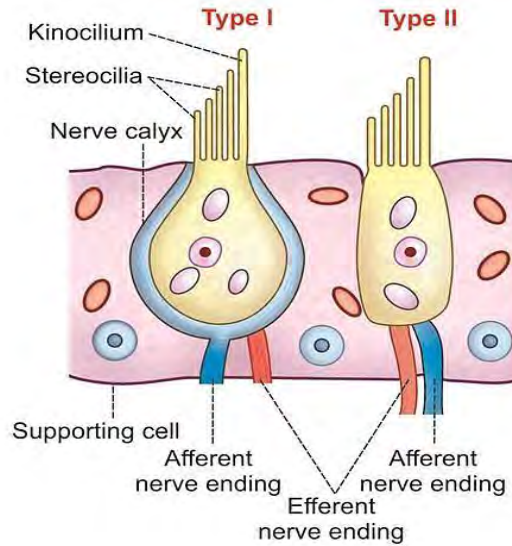
<sup>1</sup> Stereocilia

<sup>2</sup> Crista

<sup>3</sup> Macula

<sup>4</sup> Dark Cells

<sup>5</sup> Kinocilium

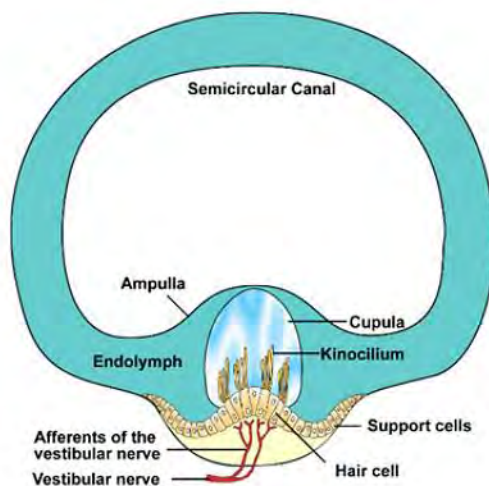


شکل ۱-۳. سلول های نوع I و II دهلیزی

### ۱-۵-۵ اپی تلیوم حسی مجاری نیم دایره

کریستا عمود بر محور طولی مجرای نیم دایره ایی واقع شده است. سلولهای مویی نوع I نزدیک به نواحی مرکزی کریستا تجمع یافته اند، درحالی که سلولهای نوع II در نواحی محیطی آن قرار دارند. کریستا به طور کامل توسط یک غشای ژلاتینی به نام کوپولا<sup>۱</sup> پوشانده شده است که یک بخش مقاوم در برابر نفوذ مایع را در عرض آمپولا ایجاد می نماید (شکل ۱-۴).

<sup>1</sup> Cupula



شکل ۱-۴. اپی تلیوم حسی مجرای نیم دایره دهلیزی

کوپولا توده ژلاتینی از جنس موکوپلی ساکارید است که از راس کریستا تا سقف دیواره های آمپول گسترده شده و بخشی از استریوسیلاهای سلول را در خود جای داده است. کوپولا با وزن مخصوصی برابر با آندولنف و آب در حقیقت در حالت بی وزنی نسبی قرار گرفته و به شتاب زاویه ای حساس می باشد.

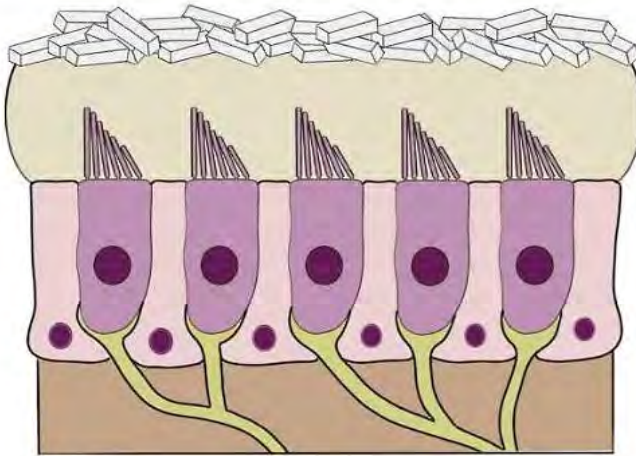
### ۱-۵-۶ اپی تلیوم حسی اندام های اتولیتی

سلولهای مویی در اتولیتها در یک بخش اختصاصی از نوروپیتلیوم به نام ماکولا واقع شده اند. در اتریکول و ساکول، اپی تلیوم حسی حاوی سلولهای مویی و نگهدارنده در زیر توده ژلاتینی به نام غشا اتولیتی<sup>۱</sup> با وزن مخصوصی برابر آب قرار گرفته است. این غشا بر سطح ماکولا گسترده شده است و بخشی از استریوسیلا سلول گیرنده شتاب خطی

<sup>۱</sup> Otolithic Membrane

درون این غشا قرار دارند. بر سطح فوقانی این غشا اتولیتیک، هزاران بلور کربنات کلسیم به نام اتوکنیا<sup>۱</sup> قرار دارد (شکل ۱-۵).

اطراف ماکولا را اپی تلیوم غیر حسی احاطه کرده است. ماکولا در اتریکول به شکل صدف است. ماکولای اتریکول در قسمت تحتانی ت قدامی اتریکول و ۳۰ درجه به سمت بالا واقع شده است. ماکولا در ساکول شبیه قلاب است. ماکولای ساکول عمود بر ماکولای اتریکول می باشد.



شکل ۱-۵. اپی تلیوم حسی اتولیت

### ۷-۵-۱ لایرنت دهلیزی محیطی

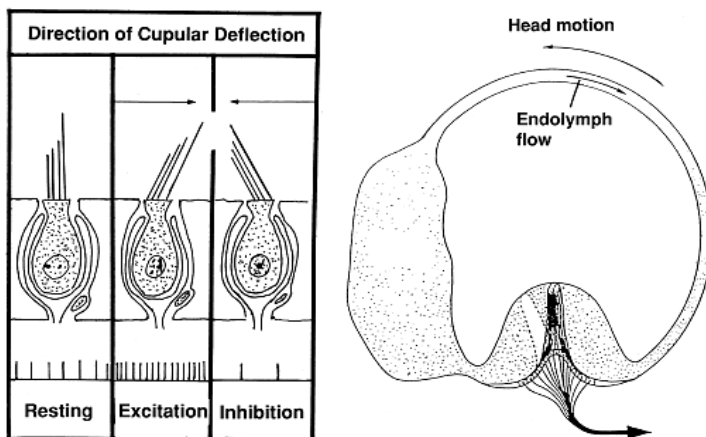
لایرنت غشایی شامل فضاهای پر از مایع است که در این فضاها شناسایی حرکت و عمل و تبدیل آن به انرژی انجام می شود. در اطراف لایرنت غشایی، مایعی به نام پری لوف وجود دارد که مشابه مایع CSF است. درون لایرنت غشایی، جایی که گیرنده های

<sup>۱</sup> Otoconia

دهلیزی واقع شده اند، مایعی به نام آندولنف وجود دارد که شبیه مایعات داخل سلولی است.

بدلیل آنکه آندولنف حاوی میزان زیادی یون پتاسیم است، در عمل تبدیل انرژی اهمیت دارد. تعادل دقیق بین ترکیبات یونی آندولنف و پری لنف توسط سلولهای ترشحی اختصاصی درون لابیرنت غشایی و ساک آندولنفاتیک حفظ می شود. ساختار سلولهای تشکیل دهنده ساک آندولنفاتیک نشان دهنده فعالیت متابولیکی بالای آنهاست و نشان می دهد که این سلولها احتمالاً علاوه بر جذب، در ترشح آندولنف نیز نقش داشته دارند.

در حین حرکات چرخشی سر، آندولنف موجود در مجاری نیم دایره ای به دلیل نیروی اینرسی<sup>۱</sup> و کشش ویسکوزیته در جهت مخالف با حرکات سر جابجا می شود و این جابجایی سبب حرکت کوپولا در جهت مخالف حرکت سر می شود (شکل ۱-۶). خم شدن استریوسیلیاها رو به سمت کینوسیلیوم سبب ایجاد دیپولاریزیشن و افزایش نرخ تخلیه عصبی می شود. در مقابل، خم شدن استریوسیلیاها به دور از کینوسیلیوم سبب ایجاد هایپرپولاریزیشن و کاهش نرخ تخلیه عصبی می گردد.



شکل ۱-۶. حرکت کوپولا و نحوه ایجاد پاسخ تحریک و مهار در حرکت چرخشی سر

<sup>۱</sup> Inertia