بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده علوم
گروه زیست شناسی

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد فیزیولوژی جانوری

اثر تحریک الکتریکی فازیک هسته قاعده ای ماینرت به دنبال محرومیت حسی بر خصوصیات پاسخی نورونهای قشربارل در موش صحرایی نر

استادتید راهنما:
دکتر مهدی عباس نژاد
دکتر وحید شیبانی

مؤلف:
فاطمه باقری پور

شهریور ۸۸

اثر تحریک الکتریکی فازیک هسته قاعده ای ماینرت به دنبال محرومیت حسی بر خصوصیات پاسخی نورون های قشر بارل در موش صحرایی نر

چکیده

مطالعات متعدد نشان داده اند که هسته قاعده ای ماینرت (NBM) نقش مهمی را در پردازش اطلاعات حسی بر عهده دارد. تحریک الکتریکی NBM منجر به آزاد شدن استیل کولین (Ach) در نواحی مختلف قشر می شود. Ach یک مدولاتور مهم در کورتکس مغز بوده و در بسیاری از اعمال مهم مغزی مانند برانگیختگی, توجه, یادگیری و حافظه به کار گرفته می شود . در این تحقیق ما به بررسی اثر تحریک الکتریکی NBM متعاقب ایجاد محرومیت حسی روی پاسخ نورون های قشر بارل پرداختیم. در این آزمایش از جابجایی کنترل شده ویسکر ها در حیواناتی که از روزهای ۰, ۴و ۷ پس از تولد همه ویسکرهایشان به جزیکی کنده شده بود و حیوانات کنترل (بدون محرومیت حسی) استفاده کردیم و هسته NBM در ۰, ۵۰, ۱۰۰, ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی ثانیه قبل از جابجایی ویسکرهای اصلی و کناری تحریک شد. مطالعات ما نشان داد که تحریک الکتریکی NBM موجب افزایش پاسخ ON به جابجایی ویسکر اصلی در گروه کنترل و گروه هایی که از روزهای ۰, ۴و ۷ پس از تولد ویسکرهایشان کنده شده بود گردید. این اثر در مورد ویسکر کناری محسوس نبود.زمان تاخیر پاسخ نورون ها به جابجایی ویسکر اصلی بعد از تحریک فازیک NBM در گروه کنترل و حیواناتی که از روزهای ۰, ۴و ۷ پس از تولد ویسکرهایشان کنده شده بود , افزایش پیدا کرد که این اثر در مورد ویسکر کناری هم مشاهده شد. در گروه کنترل و حیواناتی که از روزهای ۰, ۴و ۷ پس از تولد ویسکرهایشان کنده شده بود, اثر مهاری تحریک ویسکر کناری روی بزرگی پاسخ نورون ها, با تحریک NBM کاهش یافت . این یافته ها نشان می دهد که NBM, با تعدیل پاسخ نورون ها, باعث افزایش پاسخ دهی آنها به تحریکات حسی و نیز کاهش میدان مهاری آنها می شود.

کلمات کلیدی: هسته قاعده ای ماینرت, شکل پذیری وابسته به تجربه, استیل کولین, قشر بارل, موش صحرایی

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه و اهداف	۲
فصل اول: کلیات و مروری بر مطالعات گذشته	
۱-۲- سیستم حسی سه قلو	۷
۱-۱-۲- هسته های حسی ساقه مغز	۱۰
۲-۱-۲- تالاموس	۱۲
۳-۱-۲- قشر حسی پیکری	۱۵
۲-۲ ناحیه بارل	۱۵
۱-۲-۲- مرفولوژی و الکتروفیزیولوژی نورون های بارل	۱۶
۳-۲- هسته قاعده ای ماینرت (NBM)	۱۷
۴-۲- پلاستیسیته در قشر بارل	۲۱
۱-۴-۲- دوره نوزادی	۲۲
۱-۱-۴-۲- الف) تغییرات اناتومیک	۲۲
۲-۱-۴-۲- ب) تغییرات عملکردی	۲۳
۲-۴-۲- دوره بحرانی	۲۴
۳-۱-۴-۲- پردازش اطلاعات در قشر بارل	۲۵
۵-۲- تحریک جفتی ویسکرها و مهار جانبی	۲۶
فصل دوم: مواد و روشها	
۱-۳- فهرست مواد و وسایل	۳۰
۱-۱-۳- فهرست مواد مصرف شده	۳۰
۲-۱-۳- فهرست وسایل مورد استفاده	۳۰
۲-۳- حیوانات مورد مطالعه و آماده سازی برای ثبت خارج سلولی	۳۲

۳-۳- ثبت خارج سلولی ۳۴

۳-۴- رنگ آمیزی سیتوکروم اکسیداز ۳۷

۳-۵- تحریک الکتریکی فازیک هسته (NBM) ۳۹

۳-۶- رنگ آمیزی نیسل ۳۹

۳-۷- روند انجام آزمایش ۴۲

۳-۷-۱- الف) جابجایی مکانیکی و کنترل شده ی ویسکرها ۴۳

۳-۷-۲- ب) بررسی اثر تحریک الکتریکی فازیک هسته (NBM) ۴۳

۳-۸- تجزیه تحلیل داد ه ها ۴۴

۳-۹- آزمون های آماری ۴۵

فصل سوم:نتایج

۴-۱- اثر محرومیت حسی بر بزرگی پاسخ ON نورون های لایه ۴ قشر بارل
به جابجایی ویسکر اصلی و کناری ۴۷

۴-۲- اثر محرومیت حسی بر بزرگی پاسخ OFF نورون های لایه ۴ قشر بارل
به جابجایی ویسکر اصلی و کناری ۴۸

۴-۳- اثر محرومیت حسی بر زمان تاخیر شروع پاسخ ON نورون های لایه ۴
قشر بارل در جابجایی ویسکر اصلی و کناری ۵۰

۴-۴- اثر محرومیت حسی بر زمان شروع تاخیر پاسخ OFF نورون های لایه ۴
قشر بارل به جابجایی ویسکر اصلی و کناری ۵۰

۴-۵- اثر محرومیت حسی بر CTR ON و CTR OFF نورون های لایه ۴
قشر بارل به جابجایی توام سبیل اصلی و کناری ۵۲

۴-۶- مقایسه درون گروهی و بین گروهی اثر تحریک الکتریکی هسته NBM
متعاقب محرومیت حسی بر بزرگی پاسخ ONنورون های لایه ۴ قشر بارل به

جابجایی ویسکر اصلی در گروه های کنترل، P0 ، P4 ، P7 ۵۴
۴-۷- مقایسه درون گروهی و بین گروهی اثر تحریک الکتریکی هسته NBM
متعاقب محرومیت حسی بر بزرگی پاسخ ONنورون های لایه ۴ قشر بارل به
جابجایی ویسکر کناری در گروه های کنترل، P0 ، P4 ، P7 ۵۶
۴-۸- مقایسه درون گروهی و بین گروهی اثر تحریک الکتریکی هسته NBM
متعاقب محرومیت حسی بر زمان تاخیر شروع پاسخ ON نورون های لایه ۴
قشر بارل به جابجایی ویسکر اصلی در گروه های کنترل، P0 ، P4 ، P7 ۵۸
۴-۹- مقایسه درون گروهی و بین گروهی اثر تحریک الکتریکی هسته
NBM متعاقب محرومیت حسی بر زمان تاخیر شروع پاسخ ONنورون های لایه
۴ قشر بارل به جابجایی ویسکر کناری در گروه های کنترل، P0 ، P4 ، P7 ۶۱
۴-۱۰- مقایسه درون گروهی و بین گروهی اثر تحریک الکتریکی هسته
NBM متعاقب محرومیت حسی بر CTR ON نورون های لایه ۴ قشر بارل
در گروه های کنترل، P0 ، P4 ، P7 ۶۴
۴-۱۱- مقایسه درون گروهی و بین گروهی اثر تحریک الکتریکی هسته NBM
متعاقب محرومیت حسی بر بزرگی پاسخ OFF نورون های لایه ۴ قشر بارل
به جابجایی ویسکر اصلی در گروه های کنترل، P0 ، P4 ، P7 ۶۶
۴-۱۲- مقایسه درون گروهی و بین گروهی اثر تحریک الکتریکی هسته NBM
متعاقب محرومیت حسی بر بزرگی پاسخ OFF نورون های لایه ۴ قشر بارل
به جابجایی ویسکر کناری در گروه های کنترل، P0 ، P4 ، P7 ۶۸
۴-۱۳- مقایسه درون گروهی و بین گروهی اثر تحریک الکتریکی هسته NBM
متعاقب محرومیت حسی بر زمان تاخیر شروع پاسخ OFF نورون های لایه ۴
قشر بارل به جابجایی ویسکر اصلی در گروه های کنترل، P0 ، P4 ، P7 ۷۰

۴-۱۴- مقایسه درون گروهی و بین گروهی اثر تحریک الکتریکی هسته NBM متعاقب محرومیت حسی بر زمان تاخیر شروع پاسخ OFF نورون های لایه ۴ قشر بارل به جابجایی ویسکر کناری در گروه های کنترل، P0 ، P4 ، P7 ۷۲

۴-۱۵- مقایسه درون گروهی و بین گروهی اثر تحریک الکتریکی هسته NBM متعاقب محرومیت حسی بر CTR OFF نورون های لایه ۴ قشر بارل در گروه های کنترل، P0 ، P4 ، P7 ۷۴

۴-۱۶- خلاصه ی نتایج ۷۶

فصل چهارم: بحث و نتیجه گیری

۵-۱- اثر محرومیت حسی بر بزرگی پاسخ نورون ها ۷۹

۵-۲- اثر محرومیت حسی بر زمان تاخیر شروع پاسخ نورون ها ۸۰

۵-۳- اثر محرومیت حسی بر CTR Index به عنوان شاخص مهار جانبی ۸۰

۵-۴- اثر تحریک الکتریکی فازیک هسته NBM به دنبال محرومیت حسی بر بزرگی پاسخ نورون ها لایه ۴ قشر بارل ۸۲

۵-۵- اثر تحریک فازیک هسته NBM به دنبال محرومیت حسی بر مهار جانبی ناشی از جابجایی جفتی ویسکرها ۸۵

نتیجه گیری ۸۹

پیشنهادات ۸۹

منابع ۹۰

فهرست نمودارها

عنوان	صفحه
نمودار ۱ . اثر محرومیت حسی بر بزرگی پاسخ OFF , ON نورون های لایه ۴ قشر بارل به جابجایی ویسکر اصلی و کناری	۴۹
نمودار ۲ . اثر محرومیت حسی بر زمان تاخیر پاسخ OFF , ON بین گروه کنترل با گروه P7،P4،P0	۵۱
نمودار ۳ .اثر محرومیت حسی بر میزان CTR OFF , CTR ON بین گروه کنترل و گروهP7،P4، P0	۵۳
نمودار ۴ . مقایسه درون گروهی و بین گروهی اثر تحریک الکتریکی هسته NBM متعاقب محرومیت حسی بر بزرگی پاسخ ON نورون های لایه ۴ قشر بارل به جابجایی ویسکر اصلی در گروه های کنترل P7, P4, P0	۵۵
نمودار ۵ . مقایسه درون گروهی و بین گروهی اثر تحریک الکتریکی هسته NBM متعاقب محرومیت حسی بر بزرگی پاسخON نورون ه‌ای لایه ۴ قشر بارل به جابجایی ویسکر کناری در گروه های کنترل P7, P4, P0	۵۷
نمودار ۶ . مقایسه درون گروهی و بین گروهی اثر تحریک الکتریکی هسته NBM متعاقب محرومیت حسی بر زمان تاخیر شروع پاسخ ON نورون های لایه ۴ قشر بارل به جابجایی ویسکر اصلی در گروه های کنترل P7, P4, P0	۶۰
نمودار ۷ . مقایسه درون گروهی و بین گروهی اثر تحریک الکتریکی هسته NBM متعاقب محرومیت حسی بر زمان تاخیر شروع پاسخ ON نورون های لایه ۴ قشر بارل به جابجایی ویسکر کناری در گروه های کنترل P7, P4, P0	۶۳
نمودار ۸ . مقایسه درون گروهی و بین گروهی اثر تحریک الکتریکی هسته	

NBM متعاقب محرومیت حسی بر CTR ON نورون های لایه ۴
قشر بارل در گروه های کنترل P7, P4, P0 ۶۵
نمودار ۹ . مقایسه درون گروهی و بین گروهی اثر تحریک الکتریکی
هستهNBM متعاقب محرومیت حسی بر بزرگی پاسخ OFF نورون های
لایه ۴ قشر بارل به جابجایی ویسکر اصلی در گروه های کنترل P7, P4 ,P0 ۶۷
نمودار ۱۰ . مقایسه درون گروهی و بین گروهی اثر تحریک الکتریکی
هستهNBM متعاقب محرومیت حسی بر بزرگی پاسخ OFF نورون های
لایه ۴ قشر بارل به جابجایی ویسکر کناری در گروه های کنترل P7, P4 ,P0 ۶۹
نمودار ۱۱ . مقایسه درون گروهی و بین گروهی اثر تحریک الکتریکی
هستهNBM متعاقب محرومیت حسی بر زمان تاخیر شروع پاسخ نورون های
لایه ۴ قشر بارل به جابجایی ویسکر اصلی در گروه های کنترل P7, P4, P0 ۷۱
نمودار ۱۲ . مقایسه درون گروهی و بین گروهی اثر تحریک الکتریکی
هستهNBM متعاقب محرومیت حسی بر زمان تاخیر شروع پاسخ نورون های
لایه ۴ قشر بارل به جابجایی ویسکر کناری در گروه های کنترل P7, P4, P0 ۷۳
نمودار ۱۳ . مقایسه درون گروهی و بین گروهی اثر تحریک الکتریکی
هستهNBM متعاقب محرومیت حسی بر CTR OFF نورون های لایه ۴
قشر بارل در گروه های کنترل P7, P4, P0 ۷۵

فهرست تصاویر

عنوان	صفحه
شکل ۱-۲ نمایی شماتیک از مسیر پردازش اطلاعات حسی از ویسکرها به قشر بارل	۹
شکل ۲-۲ نمایش شماتیک ارتباطات متقابل هسته های تالاموسی VPMو P0M را با قشر بارل نشان می دهد	۱۴
شکل ۱-۳- یک نمونه از پاسخ نورون لایه ۴ به جابجایی ویسکر اصلی	۳۶
شکل ۲-۳- برش عرضی از ناحیه بارل با استفاده از رنگ آمیزی سیتوکروم اکسیداز	۳۸
شکل ۳-۳- مسیر عبور الکترود تحریکی و محل تخریب هسته NBM	۴۱

مقدمه و اهداف

مقدمه

قشر مغز پیچیده ترین ساختار شناخته شده در طبیعت است. این بخش انواع گوناگون اطلاعات را مورد پردازش قرار می دهد و بسیاری از توانایی های منحصر به فرد انسان از عملکرد قشر ناشی می شود.در تقسیم بندی آناتومیک ،قشر مغز به چندین ناحیه با عملکرد مشخص تقسیم می شود .یکی از این نواحی ،ناحیه حسی پیکری است و محل دریافت و پردازش اطلاعات حسی پیکری می باشد. در جوندگان بخش نسبتا زیادی از قشر حسی پیکری را ناحیه ویسکر ها (سبیل ها)ی صورت به خود اختصاص داده است. در این جانوران سبیل ها گیرنده های لمسی اصلی (محیطی) هستند که نقش اساسی را در کنترل تعادل، جهت یابی، یادگیری فضایی، حرکت حیوان، تشخیص اشیاء ، درک عمق، تشخیص و افتراق میزان زبری اشیاء، شنا کردن، کسب غذاو رفتارهایی مانند خشم ، شکارو جنسی به عهده دارند(۱۰،۴۶). جانوران با حرکت دادن سرتاسری و ریتمیک سبیلها به سمت جلو و عقب که به آن ویسکینگ[1] می گویند، اشیاء و محل آنها را در محیط تشخیص می دهند(۶۰).در موش و چندین گونه دیگر از پستانداران همبستگی آناتومیک و فیزیولوژیک واضحی بین گیرنده های محیطی (سبیلها) و نورون های لایه IV قشر حسی[2] وجود دارد.بارل ها اطلاعات آوران محیطی را از طریق تالاموس می آید ،تغییر شکل داده و برای جمع بندی و پردازش بیشتر ، در سا یر لایه های ستون قشری توزیع می کنند(۷۰).

1- Whisking

2- Barrel cortex

یکی از مهمترین ویژگی های قشر، شکل پذیری وابسته به تجربه[1] نام داردکه نه تنها در طی تکوین مغز، بلکه در تمام دوران زندگی در قشر دیده می شود. به دلیل اهمیت این پدیده مطالعات زیادی برای فهمیدن مکانیسم عمل و عوامل موثر بر آن انجام شده است .یکی از مدل های رایج برای بررسی و مطالعه پدیده فوق الذکر مدل راه سبیل [2] است . زیرا نه تنها در این مدل یک نقشه توپوگرافیک دقیق از گیرنده های حسی فولیکول سبیل ها در لایه IV وجود دارد ، بلکه ایجاد و ارزیابی پلاستیسیته نیز در این مدل میسر است. در این مدل برخی از سبیل ها در فواصل زمانی مشخص کنده می شوند و این امر موجب تغییر در الگوی اطلاعات ورودی به قشر حسی می ش ود که در نتیجه آن الگوی پاسخ نورون های قشر حسی – پیکری به محرک های حسی تغییر می کند و در واقع نوعی یادگیری ایجاد می شود(۳۴،۷۴). متعاقب ایجاد پلاستیسیته اندازه بارل ها تغییر می کندکه احتمالا علت آن می توا ند ناشی از تغییر در الگوی آوران های تالاموسی، قشری (۲۶) و یا تغییر در انشعابات نورون ها باشد(۵۵).علاوه بر آن در این شرایط برخی تغییرات عملکردی مثل تغییر در میزان پاسخ نورون ها به محرک های حسی و تغییر در میدان دریافتی نورون ها رخ می دهد(۲۹،۳۴،۷۴). القاء پلاستیسیته واجد دوره بحرانی [3] است (۳۴،۷۴).در قشربارل دور ه بحرانی برای القاء پلاستیسیته در لایه IV تا روز چهارم پس از تولد(۲۸)و بر اساس برخی مطالعات تا روز هفتم پس از تولد گزارش شده است(۲۶).

1- Experience dependent plasticity

2- wisker Pathway

3- Critical Period

بارل ها علاوه بر آوران های تالاموسی ، اعصاب کاتکولامینرژیک، سروتونرژیک و کولینرژیک را نیز دریافت می کنند. اطلاعات اندکی در مورد نقش این اعصاب در پردازش اطلاعات حسی وجود دارد (۸).آزاد شدن Ach در قشر به وسیله نورون های کولینرژیک خود قشر (۲۰٪) و یا نورون های کولینرژیک هسته قاعده ای ماینرت[1] (۸۰٪) صورت می گیرد (۲۴،۴۹). NBM به نواحی از قاعده مغز جلویی گفته می شود که در طول حاشیه طرفی و قدامی کپسول داخلی و در طول حاشیه میانی گلوبوس پالیدوس قرار گرفته است. تحریک الکتریکی NBM منجر به آزاد شدن Ach در نواحی مختلف قشر می شود(۴۰). طی بیست سال گذشته تحقیقات متعددی پیرامون تاثیر استیل کولین در عملکرد قشر مغز انجام گرفته است که در بیشتر این تحقیقات اثر مستقیم Ach روی قشر مطالعه شده است(۱). از طرف دیگر نورون های NBM فیبر های خود را غیر از قشر به محل های دیگری (تالاموس و ساختمان های زیر قشری) می فرستد که ممکن است بخشی از اثرات NBM روی قشر با واسطه این ساختمان ها صورت گیرد (۳۷). نکته قابل توجه دیگر آن است که فقط ۳۰٪ نورون های NBM کولینرژیک هستند(۶۵) مطالعات اخیر نشان داده است که نورون های گابارژیک (۳۵-۳۰٪) و نورون های دیگری که احتمالا مح توی پپتیدها و گلوتامات هستند در NBM وجود دارند که این نورون ها نیز فیبر های خود را به قشر مغزی فرستاده و روی تحریک پذیری آن تاثیر می گذارند(۳۶)، لذا تحریک فارماکولوژیک و موضعی قشر مغز با استیل کولین تنها می تواند بخشی از اثرات با میانجگری NBM را بازسازی کرد در حالی تحریک الکتریکی NBM و یا تخریب آن الگوهای آزمایشی بهتری هستند که می توانند نقش این هسته را به طور کامل تر مورد ارزیا بی قرار

1- Nucleus Basalis Meynert (NBM)

دهند،ثبت های طولانی مدت از قشر بارل نشان داده که تحریک الکتریکی NBM پاسخ بر انگیخته تقریبا بیشتر نورون ها را تغییر می دهد. همچنین بزرگی پاسخ نورون ها کاهش می یابد بعلاوه تحریک الکتریکی NBM زمان پاسخ دهی نورون ها را به طور معنی داری کاهش می دهد ولی فعالیت خودبه خودی نورون ها[1] تغییری نمی کند(۱) .از آنجایی که تحریک الکتریکی NBM به تنهایی الگوی پاسخ نورون های قشر بارل را تغییر می دهد (۱) و با توجه به اینکه پلاستیسیته وابسته به تجربه ویژگی های پاسخی نورون های قشر بارل را در پاسخ به خم نمودن سبیل تحت تاثیر قرار می دهد (۶۶)در تحقیق حاضر اثر تحریک الکتریکی فازیک NBM بر ویژگی پاسخ های نورون های قشر بارل کورتکس در پاسخ به خم نمودن مکانیکی سبیل ها متعاقب ایجاد پلاستیسیته وابسته به تجربه مورد بررسی قرار می گیرد.

1- Spontaneous Activity

فصل اول

کلیات و مروری بر

مطالعات گذشته

کلیات و مروری بر مطالعات گذشته

۲-۱- مسیر حسی سبیل ها

مسیر حسی ویسکرها از اهمیت ویژه ای در موش صحرایی برخوردار است ، بطوری که در کنار عصب گیری وسیع آن، موش صحرایی فعالانه از ویسکرهای خود، در طی رفتارهای کاوش ، تمایز بافت اجسام[۱] ، جهت یابی فضایی، شنا، ادراک عمق[۲] و یادگیری استفاده می کند . سیستم حسی سه قلو کار انتقال و پردازش اطلاعات دریافتی از ویسکرهای روی پوزه جوندگان را بعهده دارد . این سیستم، شامل گیرنده ها، اعصاب آوران و سلول های گانگلیونی، هسته های حسی عصب سه قلو ، تالاموس و قشر حسی پیکری است(۷۶).

گیرنده های سیستم سه قلو، بر روی پوست صورت، مخاط بینی، دهان و ساختمان های عمقی تر مانند عضلات صورت و تاندون ها یافت می شود. در کنار این ها، ساختمان های تخصص یافته ای مانند دندان ها، زبان، ملتحمه، قرنیه و ویسکرها نیز توسط این سیستم عصب دهی می شوند(۷۶). در جوندگان ترتیب قرار گرفتن ویسکرها تا حد زیادی ثابت است. در موش صحرایی ، نامگذاری و ترتیب قرار گرفتن ویسکر ها بدین گونه است که ویسکرهایی که در آخرین و عقب ترین ستون قرار دارند، چهار عدد هستند که از بالا به پایین به ترتیب آلفا، بتا، گاما و دلتا نامیده

1- Texture Discriminatio

۲ - Depth Perception

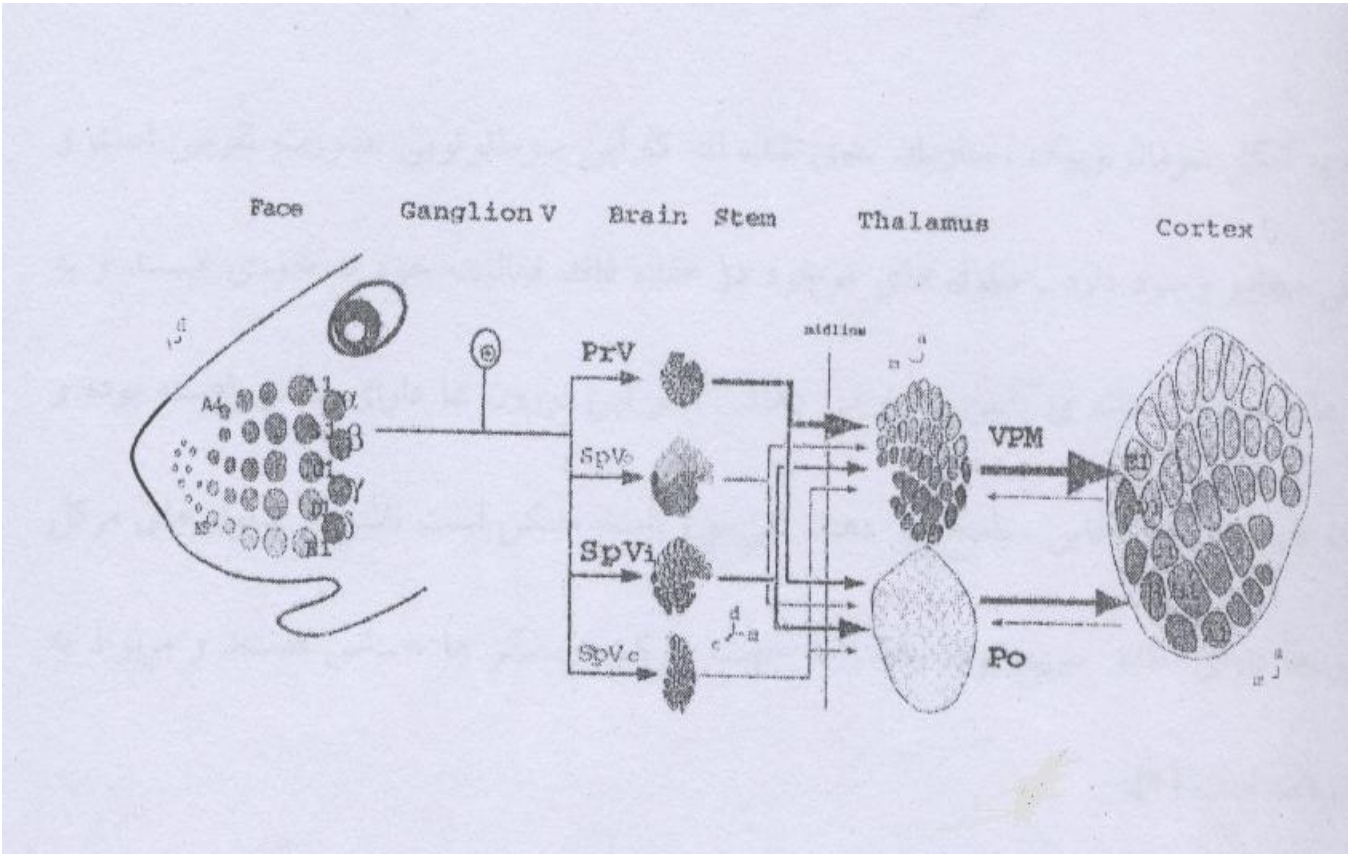
می شوند، در جلوی این ویسکرها، پنج ردیف از ویسکرها که با حروف A تا E نامیده می شوند ، مشاهده می شود که در هشت ستون قرار می گیرند ، هر ویسکر با حرف مربوط به ردیف و عددی که از سمت عقب به طرف پوزه ی حیوان افزایش می یابد مشخص می شود(۱۹).

آرایش و عصب دهی فولیکول ویسکرها در گونه هایی از جوندگان شبیه است. سلول های مرکل [۱] ، انتهاهای لانسئولات[۲] و انتهاهای عصبی آزاد در فولیکولها یافت می شوند . شاخه های افتالمیک ، ماگزیلاری و ماندیبولار عصب سه قلو[۳] ، مسئول عصب دهی گیرنده های صورت هستند که از میان آنها شاخه ماگزیلاری به ویسکرها می رسد. اجسام سلولی بیشتر فیبرهای آوران در عقده عصب سه قلو قرار دارند. سلول های عقده عصب سه قلو به صورت سلول های تک قطبی کاذب هستند. سلول های موجود در عقده به شکل سوماتوتوپیک، سازمان بندی شده اند که این سوماتوتوپی بصورت تقریبی است و تداخلی از نواحی مج‌اور وجود دارد .سلول های موجود در عقده فاقد فعالیت خود به خودی هستند و به حرکت ویسکرها، غالبا با آستانه پایین پاسخ می دهند. اکثر این نورون ها دارای تطابق آهسته بوده و بیشتر آنها به یک جهت از جابه جایی ، پاسخ می دهند. این نوع پاسخ ممکن است ناشی از سلول های مرکل باشد. سایر نورون ها دارای تطابق سریع بوده و کمتر به جهت حرکت ویسکرها حساس هستند و مربوط به پایانه هایس لانسئولات است(۷۶)، شکل ۱-۲.

1- Merkel

2- Lanceolate

3- Trigeminal Nerve



شکل ۱-۲- نمایی شماتیک از مسیر پردازش اطلاعات حسی از ویسکرها به قشر بارل. اطلاعات حسی از ویسکرها به هسته حسی سه قلو در ساقه ی مغز ، تالاموس و قشر حسی پیکری اولیه می رسند. هر ویسکر در ارتباط با یک بارلیت در ساقه ی مغز، یک بارلوئید در تالاموس و یک بارل در قشر است(۸۵).

PrV,nucleus principalis of the trigeminus;SpVo,spinal nucleus of the trigeminus pars oralis;SpVi,spinal nucleus of the trigeminus pars interpolaris;SpVc,spinal nucleus of the trigeminus pars audalis;VPM,ventral posterior medial nucleus of the thalamus;and PoM, posterior nucleus of the thalamus.

۱-۱-۲- هسته های حسی ساقه مغز

هسته های حسی سه قلو از مغز میانی تا قسمت فوقانی طناب نخاعی گردنی امتداد یافته است و شامل:

هسته مزانسفال[۱] ، هسته حسی اصلی[۲] و هسته نخاعی[۳] است. هسته نخاعی خود به بخش های دهانی، میان قطبی[۴] و دمی[۵]تقسیم می شود (۷۶). سازمان بندی پایانه های آوران و یسکرها در هسته ی حسی اصلی و نخاعی شبیه ترتیب قرار گرفتن ویسکرها بر روی پوزه حیوان است و هر ویسکر در ارتباط با یک مجموعه سلولی بنام بارلیت[۶] در این هسته ها است. هسته ی مزانسفالیک ، حاوی نورون هایی است که در ارتباط با عضلات جویدنی و گیرنده های پریودونتال[۷] دندان ه‌ای فک بالایی و پایینی است. هسته حسی اصلی در بخش جانبی پل مغز قرار دارد و شامل تراکمی از نورون های کوچک و متوسط است که بیشتر آنها حاوی گابا هستند، بعلاوه تعدادی نورون های بزرگ نیز دیده شده است. عمده پروجکشن این هسته، به تالاموس طرف مقابل است، هر چند که ارتباطاتی با تالاموس همان طرف در موش صحرائی گزارش شده است (۷۶).

1- Mesancephal Nucleus

2- Principal Sensory Nucleus

3- Spinal Trigeminal Nucleus

4- Interpolar

5- Caudal

6- Barrelett

7- Periodental