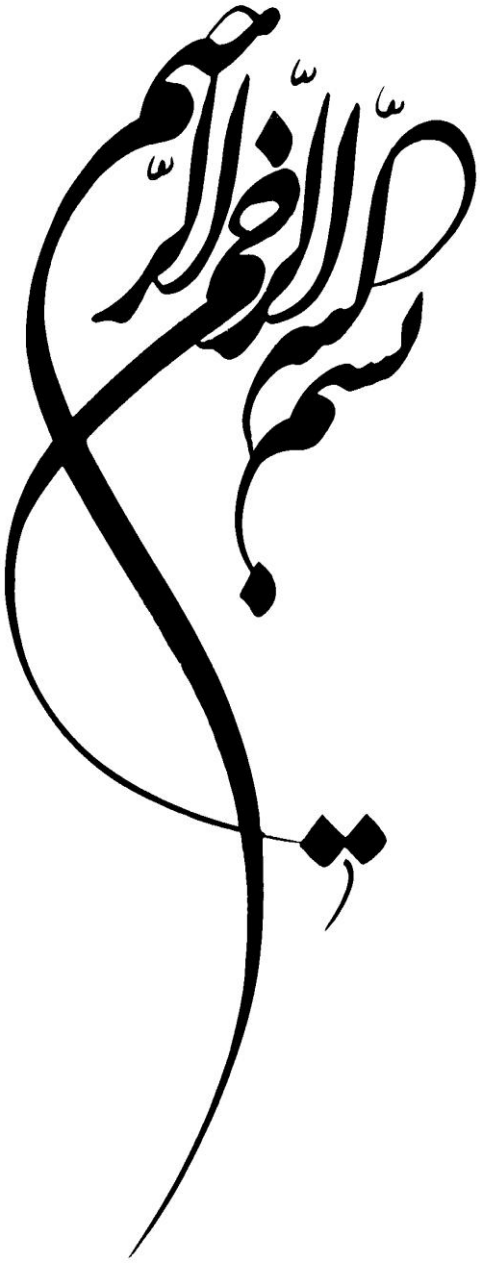

بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه اراک

دانشکده علوم پایه

کارشناسی ارشد زیست شناسی

(گرایش سلولی -تکوینی)

مطالعه مرگ سلولی در نورون‌های حسی عقده‌های ریشه پشتی نخاع موش بالغ

پژوهشگر

مهناز حدادی

اساتید راهنما

دکترحمید رضا مومنی

دکتر ملک سلیمانی مهرنجانی

استاد مشاور

سید محمد علی شریعت زاده

زمستان ۱۳۸۹

"بسمه تعالی"

پروردگارم...

کامم را به علم حقیقی و مورد رضایت خود مشتاق کن،

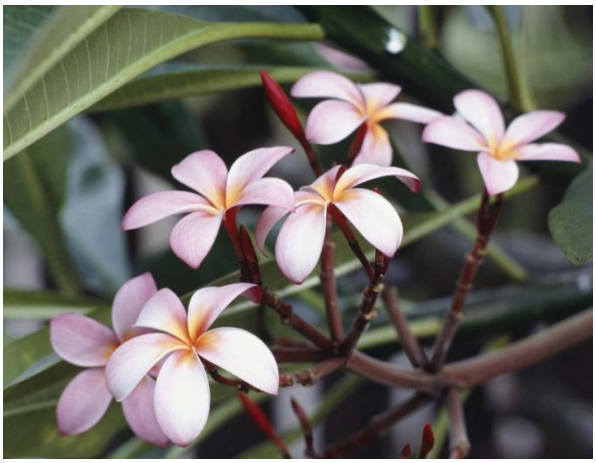
مبادا عمری ندانم که ندانم!

تو نیک شنوای راز نگفته و عالم به راه نرفته ای،

مرا در راه علمی قرار ده که خشیتم افزون شود...

راز دل نهفتن دشوار است و گفتن دشوارتر، اضطراب وجودم را به یاد خود فرونشان که:

"الا به ذکر ا... تطمئن القلوب"



تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم

فرشتگان مهربانی که خداوند در گردونه این روزگار نامهربان عطایم کرده است.

خواهرانم آزاده و مرجان

که هر یک تکیه گاهی هستند برای بودنم و لحظه لحظه زندگیشان را سرشار از برکت و

روشنایی آرزو می‌کنم.

این پایان نامه را به اعتبار لحظاتی بی بازگشت از زندگیم که در کسوت مقدس دانش آموزی گذشته است با همه ضعف هایی که یقیناً حاصل ضعف من است...

تقدیم می‌دارم به:

اساتید گرانقدرم جناب آقای دکتر حمید رضا مومنی

و جناب آقای دکتر ملک سلیمانی مهرنجانی

درس‌های گران بهایی که در محضرشان آموختم پشتوانه ارزشمند راه زندگیم خواهد بود.

و مراتب تقدیر و سپاس خود را تقدیم می دارم به:

جناب آقای دکتر سید محمد علی شریعت زاده استاد مشاور اینجانب در این پایان نامه، بخاطر همکاری صمیمانه ایشان و همه اساتید خوبم که در محضرشان درس گرفتم، به پاس لحظاتی گران بها از وقتشان که در اختیار من حقیر گذاشتند.

خلاصه

کشت گانگلیون‌های ریشه پشتی نخاع، یکی از روش های آزمایشگاهی مهم جهت مطالعه رشد به خارج آکسون‌ها، ارزیابی بقا سلول‌ها و مکانیسم های دخیل در مرگ سلولی می باشد. در این تحقیق، طی کشت گانگلیون‌های ریشه پشتی نخاع موش بالغ، به نحوه مرگ نورون‌های حسی و همچنین مکانیسم دخیل در مرگ این نورون‌ها پرداخته شد.

در این پژوهش، پس از باز نمودن ناحیه پشتی موش های بالغ، یک جفت گانگلیون L5، خارج و سپس برای ۲۴،۴۸،۷۲و۹۶ در محیط کشت انکوبه شدند. برای مطالعه مورفولوژیکی مرگ نورون‌های حسی گانگلیون‌های ریشه پشتی نخاع از رنگ های فلئورسنت Hoechst33342 و Propidium Iodide و از تکنیک تانل برای مطالعه بیوشمیایی مرگ سلولی استفاده شد. به علاوه، برای بررسی مکانیسم آپوپتوزیس (وابسته یا غیر وابسته بودن آپوپتوزیس به caspase ها) از مهار کننده عمومی caspase ها یعنی Z-VAD.fmk و همچنین آنتی بادی Activated caspase-3 استفاده گردید. نتایج بررسی مورفولوژیکی نورون‌های حسی گانگلیون‌های کشت شده، نشان دهنده‌ی مشخصات مورفولوژیکی آپوپتوزیس شامل: چروکیدگی سیتوپلاسم، تراکم هسته و متراکم شدن کروماتین پس از گذشت ۷۲،۴۸،۲۴و۹۶ ساعت بود. علاوه بر آن، در این زمان‌ها تانل مثبت بودن نورون‌های حسی وقوع آپوپتوزیس را در این نورون ها تایید کرد. در زمان های ذکر شده، Z-VAD.fmk (۱۰۰میکرومولار)، توانست به طور معنی داری ($P<0.01$) کاهش قطر هسته نورون های آپوپتوتیک را نسبت به گروه کنترل مهار نماید. همچنین در این بازه های زمانی، به تدریج ایمیونوریکتیویتی قوی مربوط به Activated caspase-3 در هسته و سیتوپلاسم این نورون ها مشاهده شد.

به عنوان نتیجه گیری، بررسی مورفولوژیکی و بیوشیمیایی نورون‌های حسی گانگلیون های کشت شده ریشه پشتی نخاع موش بالغ تایید کننده‌ی وقوع مرگ سلولی از نوع آپوپتوزیس است.

همچنین، کاربرد مهار کننده عمومی caspase ها و آنتی بادی Activated caspase-3 بیانگر اثبات دخالت caspase ها در آپوپتوزیس این نورون های حسی می‌باشد.

کلمات کلیدی: گانگلیون‌های ریشه پشتی، نخاع، نورون حسی، آپوپتوزیس، کاسپاز، موش بالغ.

فهرست عناوین

عنوان **صفحه**

فصل اول (مقدمه و مروری بر مطالعات گذشته).....۱

۱-۱. دستگاه عصبی.....۲

۱-۱-۱. بافت عصبی.....۲

۱-۱-۱-۱. تقسیم بندی نورون ها.....۴

۱-۱-۱-۲. نوروگلی.....۵

۱-۱-۲. دستگاه عصبی مرکزی.....۶

۱-۱-۲-۱. مغز.....۶

۱-۱-۲-۲. طناب نخاعی.....۶

۱-۱-۲-۲-۲. برش عرضی طناب نخاعی.....۶

۱-۱-۳. دستگاه عصبی محیطی.....۷

۱-۱-۳-۱. اعصاب ۷

۱-۱-۳-۲. عقده های عصبی یا گانگلیون ها ۸

۱-۱-۳-۲-۱. عقده های جمجمه ای نخاعی.....۱۰

۱-۱-۳-۲-۱- ۱.جنین شناسی و بافت شناسی عقده ریشه خلفی نخاع.....۱۰

۱-۱-۳-۲-۲. عقده های خودکار سمپاتیک و پاراسمپاتیک.....۱۳

۱-۲. تاریخچه و مفهوم مرگ سلولی.....۱۴

۱-۲-۱. نکروزیس.....۱۵

۱-۲-۲. آپوپتوزیس.....۱۶

۱-۲-۲-۱.خصوصیات سلول های آپوپتوزیس.....۱۸

- تغییرات مورفولوژیک.....۱۸

- تغییرات بیوشیمیایی.....۱۸
۱-۲-۲-۲.مسیرهای وقوع آپوپتوزیس.....۱۹
- مسیر وابسته به نشانه های محرک مرگ (مسیر خارجی).....۱۹
- مسیر میتوکندریایی(مسیر داخلی).....۲۰
۱-۲-۲-۳.تفاوت های آپوپتوزیس و نکروزیس از دیدگاه سلولی و مولکولی.....۲۲
- تغییرات مورفولوژیک.....۲۲
- تغییرات بیوشمیایی.....۲۳
۱-۲-۲-۴.القاء آپوپتوزیس در سیستم عصبی.....۲۴
۱-۲-۳.کاسپازها.....۲۴
۱-۴.تکنیک ها ۲۷
۱-۴-۱.ایمینوهیستوشیمی.....۲۷
۱-۴-۱-۱.آنتی ژن و آنتی بادی ها.....۲۸
۱-۴-۱-۲.کمپلکس های آنتی ژن- آنتی بادی.....۲۹
۱) روش های مستقیم.....۳۰
۲) روش های غیر مستقیم.....۳۰
۱-۴-۲. روش های تشخیص آپوپتوزیس.....۳۲
۱-۴-۲-۱.مطالعه ی بیوشیمیایی آپوپتوزیس.....۳۲
۱-۴-۲-۱-۱.تانل.....۳۲
۱-۴-۲-۲.مطالعه مورفولوژیک آپوپتوزیس.....۳۳
۱-۴-۲-۲-۱.میکروسکوپ فلئورسانس ورنگ آمیزی فلئورسنت.....۳۳
۱-۵. مروری بر مطالعات گذشته.....۳۶
۱-۶. اهداف.....۴۲

فصل دوّم (روش تحقیق)..... ۴۳

۲-۱. حیوانات..... ۴۴

۲-۲. تشریح حیوان و برداشتن گانگلیون های ریشه پشتی نخاع..... ۴۴

۲-۳. محیط کشت..... ۴۵

۲-۴. مراحل فیکس و برش گیری گانگلیون های ریشه پشتی نخاع..... ۴۶

۲-۵. رنگ آمیزی فلئورسنت..... ۴۷

۲-۶. مهار کننده ی عمومی Caspaseها..... ۴۸

۲-۷. تکنیک تانل..... ۴۹

۲-۸. مطالعه ی ایمینوهیستوشیمی..... ۵۰

۲-۹. روش اندازه گیری قطر هسته..... ۵۲

۲-۱۰.روش آماری آنالیز داده ها..... ۵۲

فصل سوّم (نتایج)..... ۵۳

۳-۱- نتایج..... ۵۴

۳-۱-۱. مطالعه مورفولوژیکی مرگ سلولی در نورون های حسی گانگلیون های ریشه پشتی نخاع..... ۵۴

۳-۱-۲. مطالعه بیوشیمیایی مرگ سلولی در نورون های حسی گانگلیون های ریشه پشتی نخاع..... ۵۶

۳-۱-۲-۱. تکنیک تانل..... ۵۶

۳-۱-۳. آپوپتوزیس وابسته به caspase در نورون‌های حسی گانگلیون‌های ریشه پشتی نخاع..... ۵۸

۳-۱-۳-۱.کاربرد مهار کننده عمومی caspaseها..... ۵۸

۳-۱-۳-۲.کاربرد تکنیک ایمینوهیستوشیمی با استفاده از آنتی بادی-Activated-caspase-3 ۶۰

۳-۱-۵.مطالعه کمی (اندازه گیری قطر هسته نورون های حسی گانگلیون های ریشه پشتی نخاع) ۶۲

فصل چهارم (بحث و نتیجه گیری) ۶۴

۴-۱- بحث و نتیجه گیری ۶۵

۴-۱-۱. بررسی مورفولوژیکی و بیوشیمیایی آپوپتوزیس ۶۶

۴-۱-۲. نقش caspase ها ۶۷

- نتیجه گیری ۷۲

-پیشنهادات ۷۳

فصل پنجم (ضمیمه) ۷۴

۵-۱- PBS (phosphate buffer saline) ۷۵

۵-۲- فیکساتیو Stefanini ۷۵

۵-۳. روش تهیه محلول تریتون x-100 در سدیم سیترات ۷۵

۵-۴. جداول مربوط به اندازه گیری قطر هسته نورون های حسی ۷۶

فهرست مراجع ۷۸

فهرست اشکال

شکل ۱-۱. ساختمان یک نورون و انشعابات متصل به آن.....۴

شکل۱-۲. تصویر شماتیک از انواع نورون ها.....۵

شکل ۱-۳. تصویر شماتیک از گانگلیون ریشه پشتی نخاع.....۹

شکل ۱-۴. تصویر شماتیک از عقده های خودکار سمپاتیک و پاراسمپاتیک.....۱۴

شکل۱-۵. مسیرهای وقوع آپوپتوزیس.....۲۱

شکل۱-۶. نمایی شماتیک از تغییرات موفولوژیک طی نکروزیس و آپوپتوزیس.....۲۳

شکل ۱-۷. انواع کاسپازها (آغازگر و اجرایی).....۲۶

شکل ۱-۸. تصویر نشان دهنده یک مولکول ایمنوگلوبولین G(IgG) است.....۲۹

شکل۱-۹. روش مستقیم و روش غیر مستقیم در ایمینوهیستوشیمی.....۳۱

شکل۱-۱۰. تکنیک تانل و نحوه عملکرد آن در شناسایی مرگ سلولی از نوع آپوپتوزیس.....۳۳

شکل ۱-۱۱. (A) عملکرد میکروسکوپ فلئورسنس. (B) نمای کلی میکروسکوپ
فلئورسنس.....۳۴

شکل۱-۱۲. ساختار شیمیایی مولکول Propidium iodide.....۳۵

شکل۱-۱۳. ساختار شیمیایی مولکول های Hoechst33342, Hoechst33258.....۳۶

شکل۲-۱. موش های ماده ی بالغ نژاد Balb/c.....۴۴

شکل۲-۲. نحوه تشریح حیوان و خارج نمودن گانگلیون های ریشه پشتی نخاع.....۴۵

شکل۲-۳.(A) دستگاه Cryostat نمای خارجی و نمای داخلی. (B-C) استریومیکروسکوپ.....۴۶

شکل۲-۴. میکروسکوپ فلئورسنس مجهز به دوربین.....۴۸

شکل ۳-۱. مشخصات مورفولوژیکی آپوپتوزیس در نورون‌های حسی گانگلیون‌های کشت شده ریشه
پشتی نخاع.....۵۵

شکل۳-۲. بررسی قطعه قطعه شدن DNA طی مرگ سلولی آپوپتوزیس در گانگلیون‌های کشت شده ی ریشه پشتی نخاع با استفاده از تکنیک تانل(TUNEL) . ۵۷

شکل۳-۳. آپوپتوزیس وابسته به caspase در نورون های حسی گانگلیون های کشت شده ریشه پشتی نخاع ۵۹

شکل۳-۴. ایمیونوریکتیویتی آنتی بادی Activated caspase-3 در نورون‌های حسی گانگلیون‌های ریشه پشتی نخاع ۶۱

فصل اول

مقدمه

۱-۱. دستگاه عصبی

دستگاه عصبی از نظر اجزای تشکیل دهنده و نحوه عملکرد به بخش های زیر تقسیم می‌شود:

۱) دستگاه عصبی مرکزی Central Nervous System(CNS)

۲) دستگاه عصبی محیطی Periferal Nervous System(PNS)

دستگاه عصبی مرکزی شامل مغز و طناب نخاعی است. هر دوی این بخش ها به وسیله یک محفظه استخوانی یعنی جمجمه و ستون مهره ها در بر گرفته می‌شوند.

دستگاه عصبی محیطی شامل عقده ها یا گره های عصبی و اعصاب بیرون از دستگاه عصبی مرکزی است. دستگاه عصبی با داشتن نورون ها، هدایت تحریکات را به عهده دارد. تحریکات را حس می کند و به مغز می فرستد و در مقابل بخش تحریک شده که تحریک را حس کرده است واکنش نشان می‌دهد. این تحریکات اکثر اوقات از طریق نورون های واسط صورت می‌گیرد. زیرا به ندرت یک نورون بسیار بلند در بدن یافت می‌شود. تحریکات باعث تولید مواد شیمیایی می‌شوند، این واسطه های شیمیایی از راس انشعابات انتهایی آکسون و دندریت که غالب اندامک های جسم سلولی را دارا هستند، تولید می‌شوند.

۱-۱-۱. بافت عصبی

بافت عصبی از دو دسته سلول عمده تشکیل شده است که شامل حدود یک تریلیون نورون و رقمی حدود ۱۰ تا ۵۰ برابر بیشتر سلول های نوروگلی می‌باشد. سلول عصبی یا نورون واحد ساختمانی دستگاه عصبی است. غالب سلول های عصبی از نظر ساختمانی دارای چهار بخش اساسی زیر می باشند:

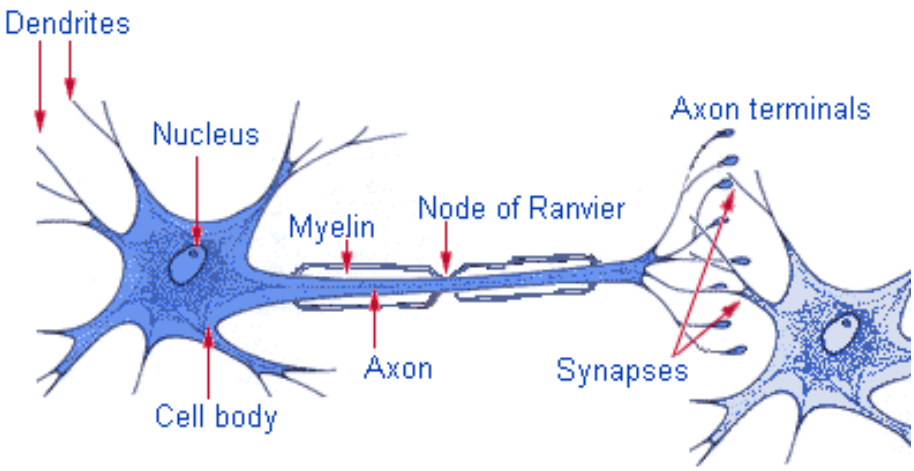
۱) جسم سلولی یا پریکاریون Cell body or Prikarion: حجیم ترین قسمت سلول و حاوی هسته و عمده ی ارگانل های سلولی است. جسم سلولی نورون ها می‌تواند کروی، تخم مرغی یا چند وجهی باشد. اندازه جسم سلولی نیز بین ۴ الی ۱۳۵ میکرون متفاوت است. جسم سلولی

نورون‌ها حاوی هسته، هستک های واضح، شبکه آندوپلاسمی خشن، پلی زوم های آزاد، دستگاه گلژی و تعداد متوسطی میتوکندری است.

۲) دندریت Dendrite: رشته ها یا زوائد سیتوپلاسمی که از جسم سلولی خارج می‌شوند، بعضی کوتاه بوده به نام دندریت، که در دریافت تحریکات شرکت می‌کند. معمولا"تعداد آنها زیاد، دارای انشعابات فراوان و در افزایش سطح سلولی نقش مهمی دارند و از نظر ساختمانی شبیه پریکاریون یا جسم سلولی است، ولی فاقد هسته و دستگاه گلژی است (گایتون و دیگران، ۱۳۷۹).

۳) آکسون Axon: زائده ای است طویل که از محل خاص به جسم سلولی متصل شده است. هر آکسون از ناحیه ای به نام ریشه آکسون Axon Hillock از جسم سلولی منشا می‌گیرد که به دلیل نداشتن اندامک های موجود در جسم سلولی یا دندریت ها، از آنها شناخته می‌شود. بخشی از آکسون که به جسم سلولی نزدیکتر است و بخشی از جسم سلولی که آکسون با آن پیوند می‌خورد، برروی هم قطعه ابتدایی Initial Segment خوانده می‌شوند (گایتون و دیگران، ۱۳۷۹).

۴) پایانه آکسون Axon terminal: آکسون ها در انتها به شاخه های ظریفی تقسیم می‌شوند و در انتهای هر شاخه ظریف برجستگی کوچکی وجود دارد که پایانه آکسونی نامیده می‌شود. این پایانه ها مسئول انتقال پیام شیمیایی به سلول های بعدی هستند (شکل ۱-۱).



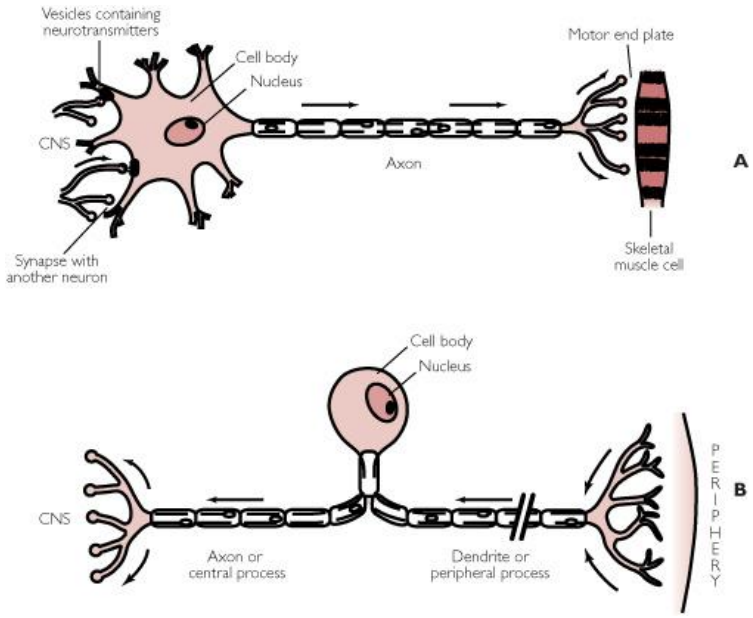
شکل ۱-۱. ساختمان یک نورون و انشعابات متصل به آن. (www.google.com)

۱-۱-۱-۱- تقسیم بندی نورون ها بر اساس وظیفه

۱) نورون های حسی (آوران): نورون های حسی دندریت های بلند و آکسون کوتاه دارند و پیام های عصبی را از گیرنده های حسی به سمت مراکز عصبی هدایت می‌کنند. اجسام سلولی این نورون ها در گانگلیون‌های نزدیک به طناب نخاعی یا در نزدیکی محلی که اعصاب جمجمعه ای از آنها منشا می‌گیرند، قرار دارند. اغلب نورون های حسی یک قطبی هستند.

۲) نورون های حرکتی (وابران): نورون های حرکتی آکسون بلند و دندریت کوتاه دارند و پیام ها را به اندام های واکنش مانند ماهیچه ها و غده ها می‌رسانند. جسم سلولی، دندریت ها و بخش کوچکی از آکسون در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد، بیشتر آکسون در خارج از دستگاه عصبی مرکزی است. اغلب نورون های حرکتی موجود در CNS چند قطبی هستند.

۳) نورون های ارتباطی: نورون های ارتباطی بین نورون های آوران و وابران تماس برقرار می کنند. به طور کامل در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارند و ٪ ۹۹ کل نورون ها را به خود اختصاص می‌دهند (شکل ۱-۲).



شکل۱-۲. تصویر شماتیک از انواع نورون ها (A: نورون حرکتی، B: نورون حسی). (www.Answer.com)

۱-۱-۲-۱-۲. نوروگلی (Neuroglia)

نوروگلی ها انواع متعددی دارند و به عنوان مهمترین بافت حمایت کننده نورون ها محسوب می شوند. این سلول ها عبارتند از: سلول های شوان و سلول های ماهواره ای Satellite cell در PNS، آستروسیت ها و اولیگودندروسیت ها در CNS و میکروگلیا و سلول های اپاندیم در هر دو بخش (گایتون، ۱۳۷۹.گانونگ، ۱۳۷۹).

۱-۱-۲. دستگاه عصبی مرکزی

همانطور که قبلاً اشاره شد، شامل مغز و طناب نخاعی است که در زیر به شرح آن پرداخته می‌شود.

۱-۱-۲-۱. مغز

مغز مرکب از ۶ زیر مجموعه است که عبارتند از: نیمکره های مغز، مغز دوم، مغز میانی، پل مغزی، پیاز مغز (بصل النخاع) و مخچه (گایتون، ۱۳۷۹).

۱-۱-۲-۲. طناب نخاعی

طناب نخاعی محل انجام بسیاری از اعمال دستگاه عصبی است. این اندام راه ارتباطی مغز و دستگاه عصبی محیطی است. بخش بالای آن در مجاورت اولین مهره ی گردن و انتهای آن در سطح دومین مهره ی کمری است. طول آن در مرد و زن به ترتیب ۴۵و۴۲ سانتیمتر است. علت کوتاهتر بودن طناب نخاعی از ستون مهره ها این است که در دوران جنینی سرعت رشد این طناب کمتر از سرعت رشد ستون مهره ها است. طناب نخاعی هم مانند ستون مهره ها دارای نواحی گردنی، سینه ای، کمری و خاجی است و این نامگذاری بر اساس محل ورود و خروج اعصاب تنظیم شده است (گایتون، ۱۳۷۹).

۱-۱-۲-۲-۱. برش عرضی طناب نخاعی

در برش عرضی طنای نخاعی معلوم می‌شود که این طناب از دو بخش اصلی تشکیل شده است. یک بخش مرکزی خاکستری و یک بخش محیطی سفید. بخش عصبی سفید شامل مسیرهای عصبی یا دسته های آکسونی است و بخش خاکستری شامل اجسام سلولی نورون‌های فاقد میلین و دندریت های آنها است.

وسعت ماده‌ی سفید و خاکستری در طول نخاع یکسان نمی باشد. در نواحی خاجی و کمری نسبت ماده ی خاکستری به سفید بیشتر است، دلیل این اختلاف وجود تعداد زیادی از نورون های واسطه ای و حرکتی است که نواحی پایینی بدن را عصب دهی می‌کنند، در حالی که سایر بخش های نخاع (بجز نواحی کمری و خاجی) نسبت ماده ی سفید بیشتر از ماده ی خاکستری است و دلیل آن حضور تعداد زیاد دستجات پایین رو عصبی است (گانونگ، ۱۳۷۹. گایتون،۱۳۷۹. اسنل، ۱۳۸۴).

۱-۱-۳. دستگاه عصبی محیطی

همانطور که ذکر شد، شامل اعصاب و عقده های عصبی یا گانگلیون ها است که در زیر به شرح آنها می‌پردازیم.

۱-۱-۳-۱. اعصاب

اعصاب دسته هایی از آکسون های نورونی و غلاف آنها هستند که از CNS به سوی ساختارهای محیطی مثل عضلات و غدد یا از اندامکهای حسی به سمت CNS کشیده شده اند.۴۳ جفت عصب از دستگاه عصبی مرکزی منشا می‌گیرند و دستگاه عصبی محیطی را می‌سازند (اسنل، ۱۳۸۴).

۱۲ جفت عصب از مغز به نام اعصاب جمجمه ای (Cranial Nerves)

۳۱ جفت عصب از طناب نخاعی به نام اعصاب نخاعی (Spinal Nerves)

اعصاب محیطی دو دسته اند:

۱)اعصاب آوران (Afferent) یا حسی

۲)اعصاب وابران (Efferent) یا حرکتی

بخش آوران، پتانسیل های عمل را از اندام های حسی به CNS منتقل می‌کند و بخش وابران پتانسیل های عمل را از CNS به اندام های هدف منتقل می‌کند. بخش وابران دستگاه عصبی محیطی، خود بر دو قسمت می‌شود:

۱) دستگاه عصبی پیکری (Somatic Nervous System)

۲) دستگاه عصبی خود مختار (Autonomic Nervous Sestem)

دستگاه عصبی پیکری پتانسیل های عمل را از CNS به عضلات اسکلتی منتقل می کند و دستگاه عصبی خود مختار نیز شامل بخش سمپاتیکی و بخش پاراسمپاتیکی می‌باشد (گانونگ و دیگران، ۱۳۷۹. گایتون و دیگران، ۱۳۷۹).

۱-۱-۳-۲. عقده های عصبی یا گانگلیون ها (The ganglia)

از نظر بافت شناسی یک عقده عصبی یا گانگلیون عبارت از توده برجسته ای است که خارج از دستگاه اعصاب مرکزی قرار داشته و حاوی تعدادی نورون و رشته عصبی می باشد. این رشته ها بعضی دندریت و اکسون نورون های عقده ای می‌باشند و عده دیگر رشته هایی هستند که به منظور سیناپس با نورون‌های عقده ای وارد عقده عصبی می‌گردند (کوئیرا و دیگران، ۱۳۸۲).

نورون هایی که در عقده عصبی قرار دارند معمولاً به نام سلول گانگلیونی (ganglion cell) نامیده می‌شوند. هر عقده عصبی از اطراف به وسیله کیسه همبندی محصور شده است و در داخل آن گاهی فقط چند نورون و زمانی تا ۵۰۰۰۰ سلول گانگلیونی وجود دارد، بنابراین عقده های عصبی از نظر اندازه متفاوتند. تنه سلول گانگلیونی یا نورون به وسیله کپسولی مرکب از یک ردیف سلول های نازک احاطه شده است که به نام سلول های ماهواره ای یا سلول های کپسولی (Capsule cell)