الفصل السابع Chapter VII

النسيج العصبى Nervous Tissue

وهو النسيج الذي يتسلم الحوافز من المحيط ويحولها الى دفعات عصبية nervous umpulses ثم ينقلها الى اجزاء اخرى في جسم الكائن الحي ليحدث رد الفعل او الاجابة المناسبة لذلك الحافز. وتنجز هذه الوظائف خلايا متخصصة تدعى العصبات neurons او الخلايا العصبية nerve cells وتكوّن هذه الخلايا مع الخلايا الدبقية العصبية neuroglia ومواد اخرى بين خلوية مرافقة نسيج الجهاز العصبي.

يقسم الجهاز العصبي من الناحية التشريحية على قسمين :

أ- الجهاز العصبي المركزي Central Nervous System (CNS) :
ويتكون من الدماغ والحبل الشوكي.

ب- الجهاز العصبي المحيطي Peripheral Nervous System (PNS) :
ويشمل الاعصاب المحيطية peripheral nerves المتضمنة للاعصاب الشوكية spinal nerves والاعصاب القحفية cranial nerves والعقد العصبية nervous ganglia. ويتضمن ايضا الجهاز العصبي المستقل autonomic nervous system الذي يرتبط بالاعصاب الشوكية ويقسم من الاعصاب القحفية عن طريق روابط تدعى بالفروع الاتصالية rami communicantes.

ينقسم الجهاز العصبي المستقل وظيفياً على جزء ودي sympathetic وعلى جزء لا ودي parasympathetic. ويعمل الجزء الودي على تسريع ضربات

القلب وتوسيع الاوعية الدموية المزودة للعضلات وتوسيع الانابيب التنفسية وتوسيع البؤبؤ وابطاء الحركة الدودية للامعاء اما الجزء اللاودي فيعمل على ابطاء ضربات القلب وتضييق الاوعية الدموية المزودة للعضلات وكذلك تضييق الانابيب التنفسية والبؤبؤ وزيادة الحركة الدودية للامعاء وزيادة افراز الانزيمات المعوية.

العَصَبة او الخلية العصبية

تتألف الخلية العصبية من :

أ- جسد الخلية soma او جسم الخلية perikaryon or cell body.

ب- البروزات البرتوبلازمية protoplasmic processes المتدة من جسد الخلية. وتكون هذه البروزات على نوعين :

١- المحوار axon ويكون مفرداً دائماً ويكون سطحه أملس وقد يصل طوله الى ١٠٠ سم ويكون ذا قطر ثابت على عكس النوع الثاني من البروزات، وينتهي المحوار بتفرعات كثيرة تدعى التغصنات الانتهائية telodendria التي تكون متماسة عادة مع تغصنات خلية عصبية اخرى او مع جسدها (مع بعض الاستثناءات) وتنتهي التغصنات الانتهائية بانتفاخات صغيرة تدعى البراعم الانتهائية boutons terminaux وتدعى الروادف collaterals (مفرد رادف) وتكون هذه الروادف زوايا قائمة مع المحوار.

٢- التغصنات dendrons or dendrites وهي البروزات التي تنقل الدفعات العصبية الى داخل جسد الخلية. تتفرع التغصنات الى فروع كثيرة اولية وثانوية وثالثية... الخ وتكون سميكة عند منطقة اتصالها بالخلية ثم تصبح ادق مما هي عليه فأدق بزيادة تفرعها. ولا تكون معظم تغصنات الخلايا العصبية ملساء المحوار بل تكون بما يشبه الاشواك التي تدعى الاشواك

التغصنية dendritic spines او البراهم gemmules (مفرد بُرْهم) التي تمثل تماسك التشابك التعصبي.

تصنف الخلايا العصبية تبعا لعدد بروزاتها على مايأتي (شكل ٧-١):

أ- خلية عصبية احادية القطب Unipolar neuron

لهذا النوع من الخلايا بروز بروتوبلازمي واحد هو المحوار وفي هذه الحالة تنشأ الدفعة العصبية nervous impulse على سطح جسد الخلية نفسها. ويوجد هذا النوع في المراحل الجنينية وفي بعض الحيوانات الواطئة وهي نادرة الوجود في الفقريات البالغة.

ب- خلية عصبية ثنائية القطب Bipolar neuron

جسد الخلية مغزلي الشكل، له بروزان احدهما تغصن ينشأ من قطب وأخر محوار ينشأ من القطب المعاكس لجسد الخلية وبهذا يكون مسير الدفعة العصبية من النهاية الحرة او من اي جزء من التغصن الى جسد الخلية ومنه ضمن المحوار الى مكان انتهائه. ويوجد هذا النوع في النسيج الظهاري العصبي لحاسة الشم olfactory epithelium وفي شبكية العين retina.

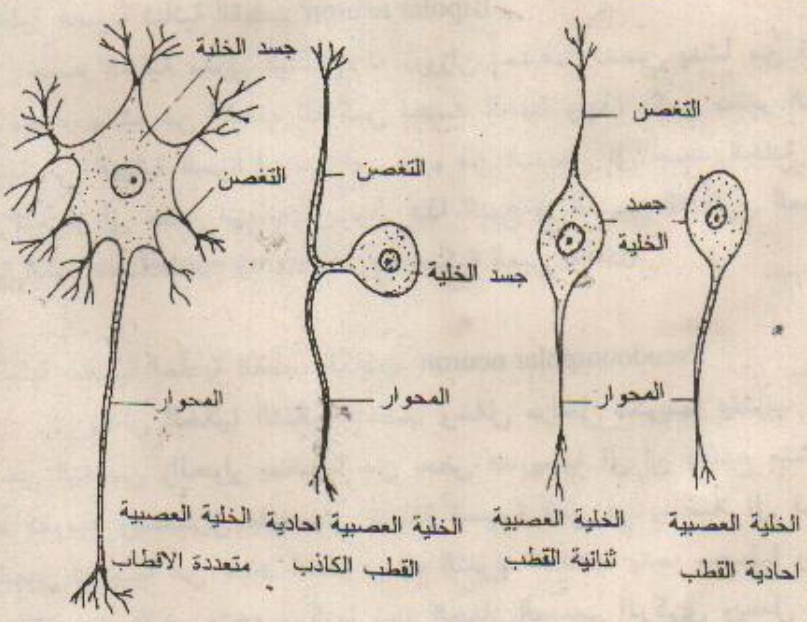
جـ- خلية عصبية احادية القطب الكاذب Pseudounipolar neuron

في بعض الخلايا الثنائية القطب وخلال مراحل تكوينها يقترب منشأ كل من التغصن والمحوار بعضهما من بعض تدريجيا الى ان يصبح منشأهما واحد تقريبا ويستمران ملتحمين مسافة قصيرة قبل أن ينفصلا الى فرعين متشابهين تركيبيا من حيث القطر وعدم التفرع. احدهما يتجه محيطيا ويعمل عمل التغصن والاخر يتجه مركزيا نحو الجهاز العصبي المركزي ويعمل بصفة محوار وتدعى مثل هذه الخلايا باحادية القطب الكاذب pseudounipolar.

وتوجد مثل هذه الخلايا في مجموعة العقد العصبية الشوكية والنخاعية rebrospinal ganglia.

د- خلية عصبية متعددة الاقطاب Multipolar neuron

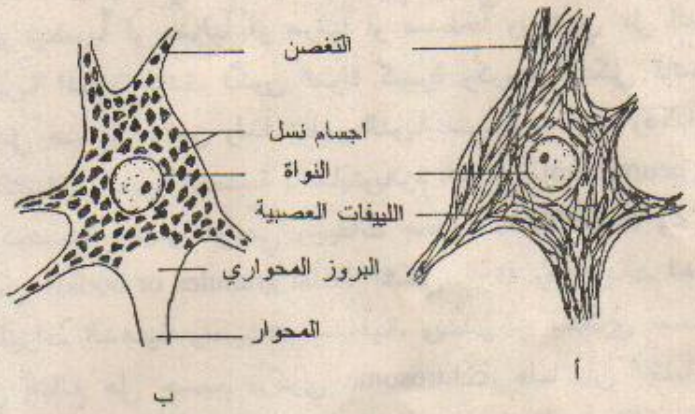
لهذه الخلية اكثر من بروزين ويكون اطولها المحوار. ويكون جسد الخلية ذا اشكال مختلفة تبعا لموقع وعدد البروزات البروتوبلازمية التي تخرج منه وبهذا تكون هرمية او مخروطية او نجمية الشكل. وكلما ازداد عدد التغصنات وتفرعاتها كان التعرض الى مواقع التحفيز أوسع مما هو عليه. ان هذا النوع من الخلايا العصبية هو اكثر الانواع الاربعة انتشارا. ويوجد في النسيج العصبي للجهاز العصبي المركزي (الدماغ والحبل الشوكي) وفي العقد العصبية المستقلة autonomic ganglia.



شكل ٧-١ انواع الخلايا العصبيه

جسد الخلية

يتراوح حجم جسد الخلية بين صغير وكبير. والكبير منها يمثل اكبر الخلايا الموجودة في الجسم. ويختلف شكل جسد الخلية اذ يكون مستديراً او بيضوياً او مغزلياً او هرمياً او مسطحاً ويحتوي على النواة التي تكون مركزية الموقع عادة. تكون النواة كبيرة وكروية الشكل فاتحة اللون لأحتوائها على صبغين دقيق ولذا تظهر النوية متميزة بوضوح ودكناء اللون. ويدعى سايتوبلازم الخلية العصبية بالسايتوبلازم العصبي neuroplasm ويحتوي على المايتوكوندريا وجهاز كولجي وليفات عصبية neurofibrils وحبيبات او اجسام نسل Nissl granules or bodies (شكل ٧-٢) ومحتويات اخرى غير حية كالقطيرات الدهنية وحبيبات صباغية. ويندر ان يحتوي جسد الخلية العصبية في البالغ على جسيم مركزي centrosome، علما بأن الخلية العصبية ليس لها قابلية الانقسام. وتظهر الليفات العصبية تحت المجهر الالكتروني مكونة من خيوط دقيقة هي الخيوط العصبية neurofilaments ومن نبيبات عصبية neurotubules وتكون هذه الليفات متشابكة بعضها مع بعض ومنتشرة في جسد الخلية وفي بروزاتها . اما حبيبات نسل فيمكن رؤيتها بوضوح عند صبغ الخلايا بالملونات القاعدية. وتحتوي هذه الحبيبات على بروتين نووي ريبي ribonucleoprotein ويعتقد انها تقوم بخزن المواد البروتينية التي تستعملها الخلية عند القيام بوظيفتها. وقد اوضح المجهر الالكتروني ان اجسام نسل عبارة عن تركيز للشبكة البلازمية الداخلية الخشنة السطح او الحبيبية التي تلتصق عليها الرايبوسومات الحرة التي تقع بين اغشية الشبكة البلازمية الداخلية. وتنتشر حبيبات نسل في السايتوبلازم وفي التفصنات ولكنها تكون خالية من جزء جسد الخلية المقابل لقاعدة المحوار. يدعى هذا الجزء من جسد الخلية بالبرور المحوري axon hillock. ولا توجد هذه الحبيبات في المحوار نفسه ايضا.



شكل ٧-٢ أ - الليفات العصبية في جسد الخلية العصبية
ب - اجسام نسل في جسد الخلية العصبية

الالياف العصبية Nerve fibers

تطلق عبارة الليف العصبي على كل بروز طويل سواء أكان محواراً ام تغصناً. وتصنف هذه الالياف على نوعين :

١- الالياف العصبية النخاعينية او النخاعية

Myelinated or medullated nerve fibers

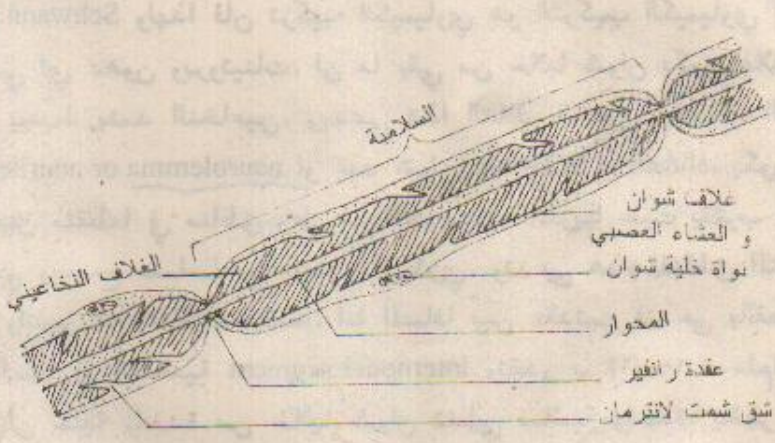
٢- الالياف العصبية غير النخاعينية او غير النخاعية

Unmyelinated or non-medullated nerve fibers

يتالف هذا النوع من لب مركزي central core ومن اسطوانة محورية axis cylinder او المحور الذي هو استمرار لسايتوبلازم جسد الخلية. ويحاط اللب المركزي بغلاف دهني ابيض white fatty sheath او غمد النخاعين myelin sheath (شكل ٧-٣). ولقد وجد بوساطة المجهر الالكتروني (شكل ٧-٤) ان الغلاف الدهني يتالف من طبقات ملتفة دائريا حول المحور المركزي وان اصل هذه الطبقات هو الغشاء البلازمي لخلية تدعى خلية شوان Schwann's cell ولهذا فان تركيبه الكيمياوي هو التركيب الكيمياوي للغشاء البلازمي اي دهون وبروتينات. ان ما بقي من خلايا شوان يكون غلافا اخر رقيقا يحيط بغمد النخاعين. ويدعى هذا الغلاف الخلوي بالغشاء العصبي neurolemma or neurilemma او غمد شوان sheath of Schwann. يكون غمد النخاعين متقطعا في مناطق وعلى مسافات منتظمة تقريبا حيث يقترب الغشاء العصبي ويصبح متماسا مع المحور المركزي. وتدعى هذه المناطق المتخصرة بعقد رانفير nodes of Ranvier. اما المسافة بين عقدتين فتدعى بالقطعة ما بين العقد او السلامية internodal segment وتقدر بـ (١,٠-٠,٦ ملم)، وقد وجد ان خلية واحدة من خلايا شوان تغطي سلامية واحدة. يظهر الغمد النخاعيني واضحا في الالياف العصبية المثبتة برابع اوكسيد الاوزميوم osmium tetroxide وتظهر فيه ايضا شقوق بوضع مائل مع المحور المركزي، وتدعى هذه الشقوق بشقوق شمت لانترمان Schmidt-Lanterman clefts. اما في التحضيرات الاعتيادية فيظهر غمد النخاعين بمظهر شبكي نتيجة لذوبان مادته الدهنية وبقاء مادته البروتينية. وتدعى هذه الشبكة بالشبكة العصبية القيراتينية neurokeratin network.

يمكن متابعة تكوين غمد النخاعين بدراسة التكوين الجنيني للالياف العصبية النخاعينية. ففي الالياف العصبية النخاعينية في الجهاز العصبي المحيطي تكون خلايا شوان Schwann's cell بالقرب من المحور وتكون مرتبة على طوله.

ويتكون لكل خلية اخدود طويل في غشائها البلازمي متاخماً للمحوار، باستمرار النمو يستقر المحوار في هذا الاخدود وتقترب حافتاه بعضهما من بعض مكونين مايسمى بالمحوار المتوسط الداخلي inner mesaxon. ويزداد طول المحوار المتوسط الداخلي تدريجيا وخلال ذلك يلتف حلزونياً حول المحوار مكونا عدة طبقات من الغشاء البلازمي لهذه الخلية. وتكوّن هذه الطبقات مجتمعة الغمد النخاعيني.

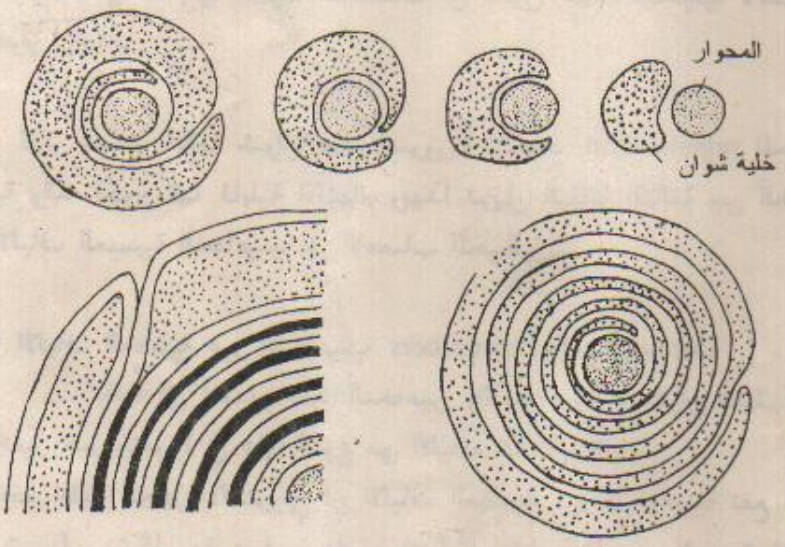


شكل ٧-٣ رسم تخطيطي لجزء من ليف عصبي نخاعيني

ويظهر الغمد النخاعيني تحت المجهر الالكتروني مكوناً من حلقات سميكة تتبادل مع حلقات نحيفة. ولقد وجد ان الحلقة السميكة تتكون نتيجة لألتحام السطوح الداخلية للغشاء البلازمي لخلية شوان ويدعى بالخط الدوري period

line. اما الحلقة النحيفة فتتكون من التحام السطوح الخارجية للغشاء البلازمي وتدعى بالخط الداخل دوري intraperiod line. ان ما بقي من المحوار المتوسط في خارج الغمد النخاعيني الذي يرتبط بما بقي من الغشاء البلازمي لخلية شوان يدعى بالمحوار المتوسط الخارجي outer mesaxon.

واظهر المجهر الالكتروني ايضا ان مناطق شقوق شمت لانترمان هي المناطق التي لم يحصل فيها التحام الغشاء البلازمي لخلية شوان سواء أكان من سطوحها الخارجية او من سطوحها الداخلية (شكل ٧-٤).



شكل٧-٤ رسوم تخطيطية توضح مراحل تكوين غلاف النخاعين (عن لسين بتصرف)

يكوّن الغمد النخاعيني في الالياف العصبية للجهاز العصبي المركزي الخلايا الدبقية القليلة التغصنات بالطريقة التي تكوّن خلية شوان غمد النخاعين من حيث الاساس علما ان هناك اختلافات مهمة بينهما هي:

١- كمية السايتوبلازم الباقية مع الغمد النخاعيني قليلة في الخلية الدبقية القليلة التغصنات.
٢- ان جسد الخلية الدبقية قليلة التغصنات لا يكون على تماس مباشر بالغمد النخاعيني خلافا لما هو عليه في خلية شوان.
٣- بامكان الخلية الدبقية القليلة التغصنات ان تكون غمداً نخاعينياً لاكثر من محوار واحد.

لقد عدت خلايا شوان هذه ضرورية لتجدد regeneration المحاوير العصبية وقد تكون لها قابلية الالتهام وبهذا تزيل البقايا التالفة من الخلايا. تكثر الالياف العصبية النخاعينية في الاعصاب المحيطية.

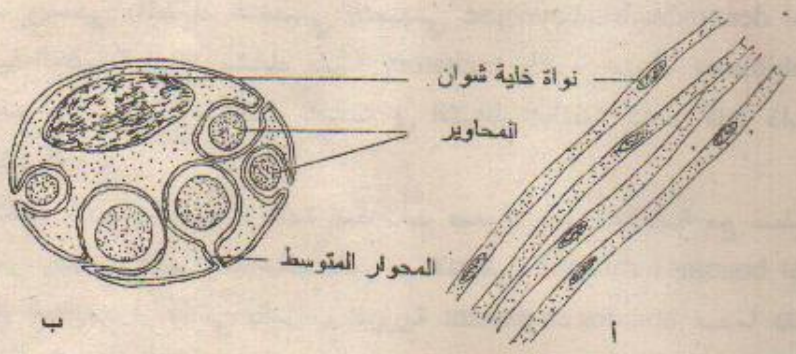
الالياف العصبية غير النخاعينية Unmyelinated nerve fibers

نظراً الى انعدام غمد النخاعين والاكتفاء بغمد شوان فقط كانت عقد رانفير غير متميزة في هذا النوع من الالياف (شكل ٧-٥).

لقد اظهر المجهر الالكتروني ان الالياف العصبية غير النخاعينية تقع ضمن خلية شوان بشكل مفرد او مجاميع في اخدود او اخاديد متعددة (شكل ٧-٥ ب) وان مناطق اقتراب اجزاء الغشاء البلازمي لخلية شوان في الحالة المفردة او المتعددة تمثل المحاوير المتوسطة (mesaxon) التي لا تلتف حلزونيا في هذه الحالة. وترتبط خلايا شوان بعضها ببعض نهاية بنهاية على شكل سلسلة على طول الليف او الالياف العصبية بشكل مستمر مكونة مايسمى بغمد شوان او الغشاء العصبي. وفي مناطق الارتباط هذه توجد تداخلات للغشاء

البلازمي للخليتين المتجاورتين.

وتوجد الالياف العصبية غير النخاعينية والمغمدة بغمد شوان في الاعصاب القحفية والشركية اما الألياف العصبية غير النخاعينية التي لا تكون مغمدة بخلايا شوان فتوجد في المادة السنجابية للدماغ والحبل الشوكي.



الالياف كما تظهر تحت المجهر الضوئي — مقطع مستعرض للالياف كما تظهر تحت المجهر الالكتروني

شكل ٧-٥ الالياف العصبية غير النخاعينية

المشابك Synapses

المشابك هي مواقع لأنتقال الدفعات العصبية بين الخلايا العصبية باتجاة واحد. وقد تكون المشابك كهربائية electrical synapses وامثلتها قليلة نسبيا اذ يكون انتقال الاشارة الكهربائية من خلية الى اخرى عن طريق رابط فسحي gap junction ذي مقاومة واطئة. اما المشابك الكيميائية chemical

synapses فهي اكثر شيوعا وهنا تنتقل الدفعة العصبية بوساطة مادة عصبية ناقلة neurotransmitter substance. ويكون التماس عادة بين المحور لعصبة وتغصن لعصبة اخرى ويدعى اذ ذاك بالمشبك المحواري التغصني axodendritic synapse او يكون بين المحور لعصبة وجسد العصبة الاخرى فيدعى بالمشبك المحواري الجسدي axosomatic synapse ولكن يكون احيانا بين المحاوير فيدعى بالمشبك المحواري المحواري axoaxonic synapse (شكل ٧-٦ أ) او بين التغصنات ويسمى بالمشبك التغصني التغصني dendrodendritic synapse اما من الناحية الوظيفية فهناك مشابك مثيرة excitatory واخرى مثبطة inhibitory وعلى الرغم من وجود اختلافات شبكية في الانماط المختلفة كانت كلها ذات مظاهر مشتركة.

وتظهر الفروع المحوارية عادة انتفاخات صغيرة تكون متماسة مع سطح عصبي اخر وتدعى هذه الانتفاخات بالبراعم الانتهائية boutons terminaux اذا كانت عند النهايات او تدعى بالبراعم المرورية boutons en passant عندما تقع مجاورة لذلك السطح العصبي.

ويتكون المشبك بصورة نموذجية من ثلاثة عناصر (شكل ٧-٦ ب) هي :

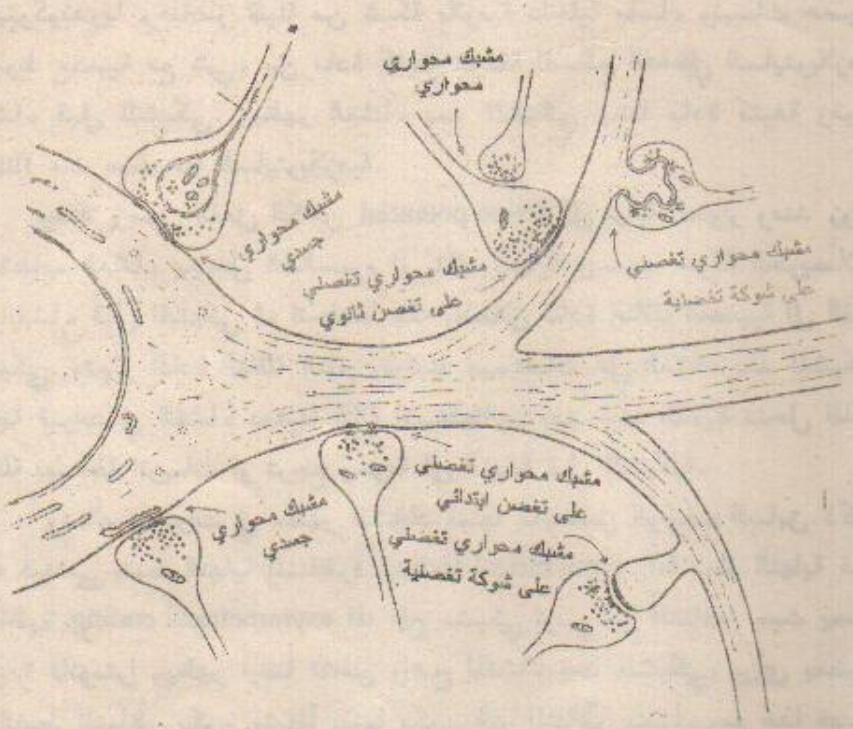
١- عقدة قبل مشبكية presynaptic knot.

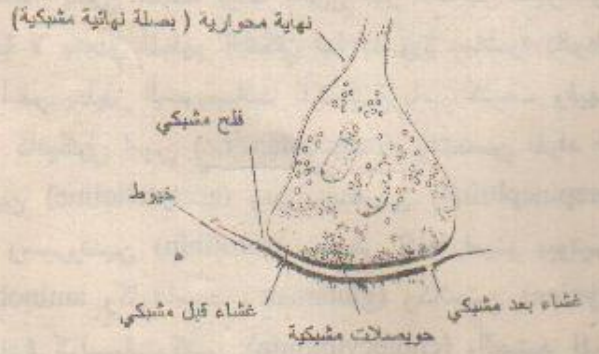
٢- فلح مشبكي synaptic cleft وهي فسحة ضيقة خارج خلوية قدرت بـ ٢٠ نانومتراً.

٣- عنصر بعد مشبكي postsynaptic element (تغصن او جسد الخلية عادة).

وتكون الاغشية قبل المشبكية وبعد المشبكية في منطقة المشبك متوازية بعضها مع بعض ومفصولة بفلح مشبكي تقطعه خيوط تربط الوريقات الخارجية للغشائين وتوجد احياناً مادة كثيفة تقسم الفلح على جزئين.

ويقع ضمن العقدة قبل المشبكية تجمعات لحويصلات مشبكية synaptic vesicles (قطرها بين ٤٠ و ٦٠ نانومترا مملوءة بمادة ناقلة عصبية)





الشكل ٧-٩ أ- انماط المشابك العصبية (عن بيلي)
ب- مكونات المشبك العصبي (عن جنكورا وجماعته)

ومايتوكوندريا وعناصر قليلة من شبكة بلازمية داخلية ملساء ونبيبات عصبية وخيوط عصبية مع شيء من مادة كثيفة مرافقة للسطح الداخلي السايتوبلازمي للغشاء قبل المشبكي. ويظهر الغشاء بعد المشبكي ايضا مادة كثيفة زغبية fluffy عند سطوحها السايتوبلازمية.

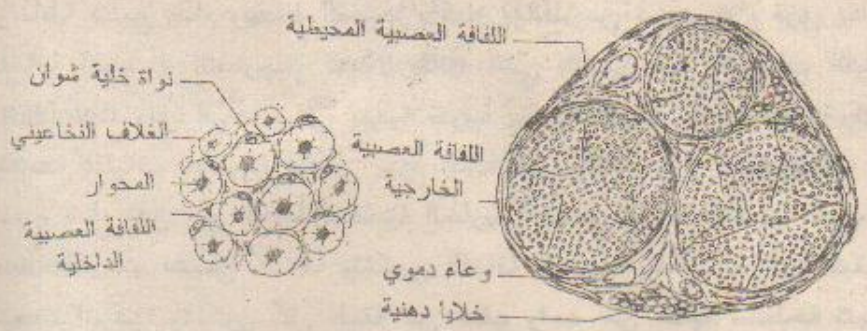
وعند وصول الفعل الكامن action potential الى نهاية المحور وعند زوال استقطاب الغشاء يدخل الكالسيوم الى تلك النهاية ويسبب حركة الحويصلات الى الغشاء قبل المشبكي ثم اتحادها معه وانطلاق المادة الناقلة العصبية الى الفلح المشبكي. وتعبر المادة الناقلة الفلح وترتبط بمستلمات على الغشاء بعد المشبكي مكونة قنوات في الغشاء يعقبها ازالة الاستقطاب. بعد هذه الدورة تنحل المادة الناقلة بوساطة انزيمات او ترجع بسرعة الى النهاية قبل المشبكية.

وهناك تغايرات في مظهر المشابك فمنها ماينطبق الوصف السابق ذكره عليه فيدعى بنمط النهاية المتناظرة symmetrical ending. اما نمط النهاية غير المتناظرة asymmetrical ending فله فلح مشبكي اوسع من المتناظر حيث يصل الى ٣٠ نانومترا ويظهر ايضا تثخن واضح للغشاء بعد المشبكي. ورأى بعضهم ان النمط المتناظر يكون مثبطاً بينما يكون غير المتناظر مثيراً. ومع هذا فهناك انماط متوسطة لا يتعلق المظهر الشكلي لها بصورة مباشرة بالوظيفة الفسلجية. وهناك نمط اخر يظهر الحويصلات المشبكية بلب كثيف وفيها تكون المادة الناقلة بشكل كاتيكول امين (catecholamine). وتتضمن المواد الناقلة العصبية اسيتيل كولين (acetylcholine) ونورايبينفرين (norepinephrine) ودوبامين (dopamine) وسيروتنين (serotinin) وحمض كاما امينو بيوتيرك (gamma-aminobutyric acid) وكلوتاميت (glutamate) وكلاسين (glycine) وانواع من الببتيدات كمادة كوليسايتوكنين (cholecytokinin) والببتيد المعوي الفعال في الاوعية vasoactive intestinal peptide.

تركيب العصب المحيطي The structure of peripheral nerve

يتالف العصب من عدد كبير من الالياف العصبية اجتمعت سوية بوساطة نسيج ضام ويحاط العصب باكمله بغلاف من نسيج ضام قوي يدعى اللفافة العصبية الخارجية epineurium التي تتكون من الاورمات الليفية fibroblasts ومن الياف بيض مرتبة طوليا بصورة رئيسة واوعية دموية ولمفية. وتتجمع الالياف العصبية بشكل حزم fascicles وتحاط كل حزمة بغلاف من نسيج ضام ادق من اللفافة العصبية الخارجية تدعى اللفافة العصبية المحيطية perineurium (شكل ٧-٧). وتتكون اللفافة العصبية المحيطية من طبقات متحدة المركز. وتتكون كل طبقة من صف واحد من خلايا مسطحة شبيهة بالخلايا الظهارية ذات اتصال وثيق فيما بينها مكونة بذلك غلافاً اسطوانياً متكاملاً حول حزمة الالياف العصبية. ويوجد بين الطبقات الاسطوانية لهذه اللفافة صفاحات قاعدية. وتمتد من اللفافة العصبية المحيطية شرائط من النسيج الضام الدقيق حول الالياف العصبية وبينها مكونة اللفافة العصبية الداخلية endoneurium. وتتكون هذه اللفافة من الياف بيض وشبكية دقيقة واورمات ليفية مسطحة طويلة. وتعمل هذه اللفافة على تماسك الالياف العصبية بعضها مع بعض في داخل الحزمة. ويحتوي العصب المحيطي على الياف عصبية نخاعينة واخرى غير نخاعينية.

وهناك الياف عصبية واردة afferent تحمل المعلومات التي تحصل عليها من داخل الجسم والمحيط الى الجهاز العصبي المركزي. وهناك الياف عصبية صادرة efferent تحمل الدفعات العصبية من الجهاز العصبي المركزي الى الاعضاء المؤثرة (كالعضلات والغدد ... الخ) التي تأمرها هذه المراكز، فالاعصاب التي تملك الياف عصبية حسية فقط (واردة) تدعى الاعصاب الحسية sensory nerves اما الاعصاب التي تتكون من الياف عصبية صادرة (تحمل الدفعات العصبية الى الاعضاء المؤثرة) فقط فتدعى الاعصاب الحركية motor nerves. وهناك اعصاب تحتوي على الياف عصبية حسية وحركية تدعى الاعصاب المختلطة mixed fibers وهي اكثر شيوعا من النوعين السابقين.

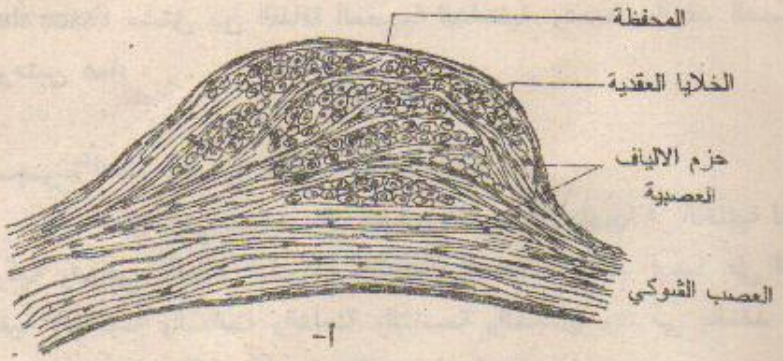


ب

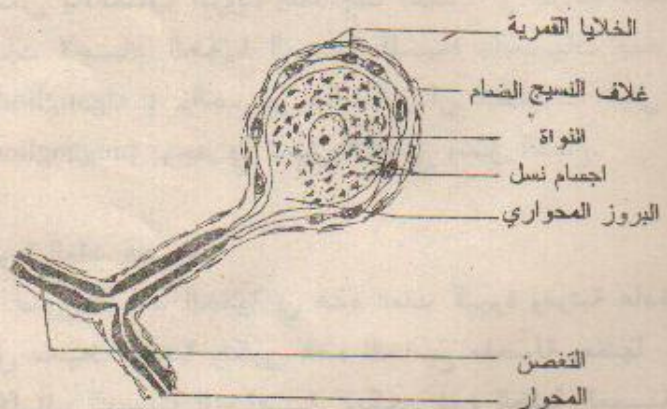
شكل ٧-٧ أ- مقطع مستعرض في الجذع العصبي
ب - مقاطع مستعرضة في الالياف العصبية النخاعينية

العقدة العصبية Nervous ganglion

العقدة العصبية مجموعة من اجساد خلايا عصبية اجتمعت في موضع خارج الجهاز العصبي المركزي وتكون كل عقدة عصبية محاطة بغلاف من نسيج ضام يدعى بالمحفظة capsule ويمتد من هذه المحفظة شبكة دقيقة من الياف تدخل الى المادة الداخلية للعقدة العصبية. وفضلا عن اجساد الخلايا العصبية تحتوي العقدة على الياف عصبية مع اغلفتها الساندة (شكل ٧-٨). ويكون جسد الخلية العصبية في العقدة محاطا بغلاف مكون من طبقة واحدة من خلايا صغيرة تدعى الخلايا القمرية satellite cells او الخلايا المحفظية capsule cells ويكون هذا الغلاف مستمرا مع غمد شوان لبروز الخلية العصبية



أ-



ب-

شكل ٧-٨ أ- مقطع طولي في العقدة العصبية الشوكيـــة
ب- خلية عصبية عقدية احادية القطب الكاذب

ويحاط هذا الغلاف الخلوي بطبقة رقيقة جدا من نسيج ضام connective tissue sheath مشتق من اللفافة العصبية الداخلية. وتصنف العقد العصبية على مجموعتين هما:

١- مجموعة العقد الحسية Sensory ganglia :

وهي العقد التي توجد على الجذور العصبية الظهرية او الخلفية للاعصاب الشوكية وتدعى بالعقد الشوكية spinal ganglia. وتوجد ايضا على الاعصاب القحفية الخامسة والسابعة والثامنة والتاسعة والعاشرة وتدعى بالعقد القحفية cranial ganglia او العقد المخية cerebral ganglia.

٢- مجموعة العقد المستقلة Autonomic ganglia :

وتختص بالاعصاب المزودة للعضلات الملساء او المزودة للغدد. وهذه العقد تجمعات لأجساد الخلايا العصبية المسماة بالعصبات بعد العقدية postganglionic neurons والجدير بالذكر ان العصبات قبل العقدية preganglionic neurons توجد في الحبل الشوكي وساق الدماغ.

مجموعة العقد الحسية

تكون اجساد الخلايا في هذه العقد كبيرة ومرتبة عادة بمجاميع ولاسيما حول محيط العقدة وتكون هذه المجاميع مفصولة بعضها عن بعض بحزم من الألياف العصبية النخاعينية. ويكون نوع الخلية العصبية في هذه المجموعة من العقد من النوع الاحادي القطب الكاذب pseudounipolar ويكون جسدها كروي الشكل.

مجموعة العقد المستقلة

تقسم هذه العقد على قسمين رئيسين : ودي sympathetic ولا ودي parasympathetic. وتقع العقد الودية على الجذعين الوديين الايمن والايسر اما العقد اللا ودية فتقع عادة في داخل الاحشاء ولاسيما في جدران القناة الهضمية وتدعى ايضا العقد داخل جدارية intramural ganglia وهي عقد صغيرة جداً تتكون من خلايا عصبية قليلة. تمتاز معظم خلايا هذه العقد بانها متعددة الاقطاب ذحمية الشكل وهي اصغر من خلايا المجموعة الاولى. ويمتاز سايتوبلازم هذه الخلايا باحتوائه على كمية من صبغة خاصة (lipochrome or lipofuscin pigment) اكثر مما هو عليه في سايتوبلازم خلايا العقد الحسية، وتميل نوى هذه الخلايا بان تكون لامركزية في موقعها وقد تحوي الخلية على نواتين في بعض الحالات. اما محاوير الخلايا فتكون غير نخاعينية عادة وتكون الخلايا القمرية قليلة وبهذا يكون الغلاف الخلوي غير كامل. ولايوجد في هذه العقد ترتيب او نظام خاص بالنسبة لتجمع اجساد الخلايا او الالياف كما هو الحال في العقد الحسية.

الدبق العصبي Neuroglia

يشمل مجموعة من الخلايا الكثيرة المنتشرة ضمن الجهاز العصبي المركزي بحيث يكون لكل خلية عصبية ما يقرب من عشرة خلايا من الدبق العصبي. وتقوم هذه الخلايا باسناد وربط الخلايا العصبية ضمن الجهاز العصبي المركزي. ويقوم غمد شوان والخلايا المحفظية التي تحيط بالخلايا العقدية ganglion cells في الجهاز العصبي المحيطي بعمل مشابه لما تقوم به خلايا الدبق العصبي في الجهاز العصبي المركزي من ناحية الاسناد والربط.

وتتضمن خلايا الدبق العصبي المجاميع الآتية (شكل ٧-٩) :

١- الخلايا الدبقية الكبيرة macroglia cells واصلها من الاديم الظاهر وتشمل

أ- الخلايا النجمية astrocytes.

ب- الخلايا القليلة التغصنات oligodendrocytes.

٢- البطانة العصبية ependyma واصلها من الاديم الظاهر.

٣- الدبق الصغري microglia واصلها من الاديم المتوسط.

وتكون خلايا الدبق العصبي التي تكوّن الغمد النخاعيني بلعمية phagocytic تحت الظروف الطبيعية او المرضية فضلا عن انها تقوم مقام هيكل ساند للخلايا العصبية. وتعدّ خلايا الدبق العصبي كلها واسطة لتبادل الغازات والسوائل بين الخلايا العصبية والجهاز العصبي المركزي والمحيط الذي توجد فيه. وفضلا عن ذلك يكون لبعض خلايا الدبق العصبي قابلية الحركة. ولا تشاهد خلايا الدبق العصبي بصورة واضحة في التحضيرات الاعتيادية وذلك لعدم وضوح بروزاتها، فعند استعمال الهيماتوكسلين والايوسين مثلا تظهر نوى الخلايا واضحة ويعتمد عليها في التشخيص.

الخلايا النجمية Astrocytes

كما يدل عليها اسمها خلايا نجمية الشكل ذات بروزات سايتوبلازمية متعددة طويلة ومتفرعة. ينتهي بروز سايتوبلازمي واحد او اكثر من بروزات الخلية بانتفاخ صغير صفائحي الشكل في الغلالة البرانية adventitia للوعاء الدموي. وتدعى مثل هذه التراكيب بالاقدام الوعائية المحيطية perivascular feet واذا ماتجمعت مثل هذه التراكيب من خلايا متعددة باعداد كبيرة كونت غلافا خارجيا او غشاء محددا للوعاء الدموي. ويعتقد ان هذه التراكيب تساعد الخلية على اشتقاق غذائها من الوعاء الدموي وايصاله الى

الخلية العصبية لذا يسميها بعض المؤلفين بالاقدام الماصة. نوى الخلايا كبيرة بيضوية او كروية ذات حبيبات صبغينية قليلة ودقيقة ولذا يكون لونا فاتحا. وتصنف هذه الخلايا بالنسبة الى صفات البروزات السايتوبلازمية على نوعين :

أ- الخلية النجمية البروتوبلازمية Protoplasmic astrocyte

يكون سايتوبلازم هذه الخلية وفيرا وحبيبيا وتكون بروزاتها كثيرة ومتفرعة واقصر سمكا من النوع الثاني. وتوجد بصورة رئيسة في المادة السنجابية للدماغ والحبل العصبي وتكون غالبا قرب اجساد الخلايا العصبية.

ب- الخلية النجمية الليفية Fibrous astrocyte

تكون بروزات هذه الخلية اطول وادق واقل تفرعا من بروزات الخلية الاولى وتحوي على لييفات سايتوبلازمية عديدة تدعى الخيوط الدبقية glial filaments وهي بروتين حامضي acidic protein. وتوجد مثل هذه الخلايا في المادة البيضاء بصورة رئيسة.

الخلايا قليلة التغصنات Oligodendrocytes

وهي اكثر انتشارا من الخلايا النجمية. ولدخلية الواحدة نواة كروية او بيضوية الشكل ولكنها اصغر من نواة الخلية النجمية وتتلون بدكنة لاحتوائها على صبغين اكثر مما هو عليه. وتكون كمية السايتوبلازم قليلة ولاتحتوي على لييفات nonfibrillar وتكون البروزات السايتوبلازمية قصيرة قليلة العدد ودقيقة. وتوجد في المادة البيضاء على شكل صفوف بين الالياف العصبية النخاعينية وفي المادة السنجابية قرب اجساد الخلايا العصبية. وقد تكون هذه الخلايا في كل المادة السنجابية والبيضاء مرافقة للشعيرات الدموية. وتشتق الخلايا النجمية والخلايا القليلة التغصنات من خلايا تدعى الارومات الاسفنجية spongioblasts وهي خلايا تنشأ من الاديم الظاهر وتوجد في الجنين وقد توجد ايضا في

النسيج العصبي للبالغ.

الدبق الصغري Microglia

اصغر الخلايا الدبقية فهي صغيرة وطويلة وذات صبغين منتشر في ارجاء النواة لذا تتلون بدكنة. وكمية السايتوبلازم قليلة ومتجمعة عند قطبي الخلية، وتكون بروزاتها غالبا عديدة، وصغيرة متفرعة وذات مظهر شوكي. وتظهر في المادة السنجابية اكثر من ظهورها في المادة البيضاء. وتوجد قرب الشعيرات الدموية عادة وليس لها اقدام وعائية محيطية. وقد تقوم هذه الخلايا بعمل البلاعم الكبرية macrophages.

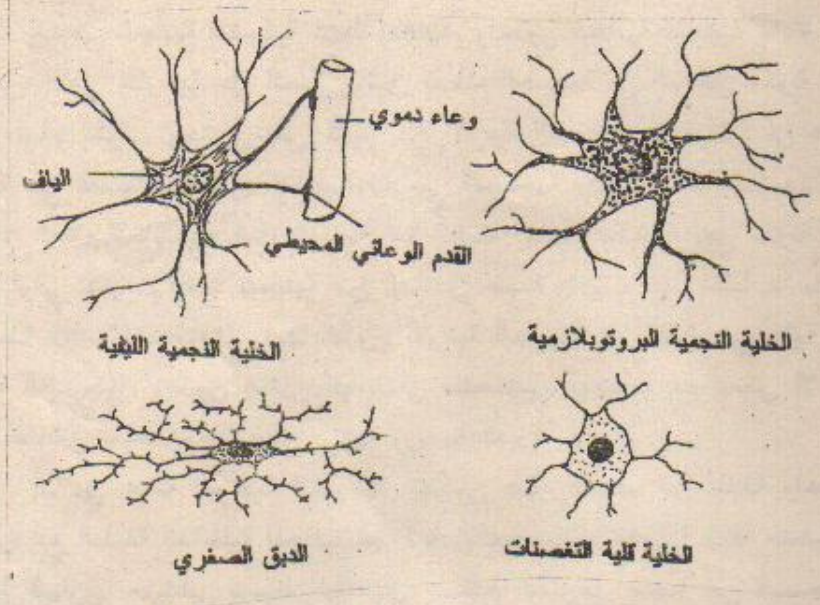
خلايا البطانة العصبية Ependymal cells

تبطن هذه الخلايا تجاويف (بطنيات) الدماغ والقناة المركزية للحبل الشوكي. تكون خلايا البطانة العصبية في الجنين عمودية مهدبة وتظهر في البالغ على شكل نسيج ظهاري مكعب تحتفظ بعض خلاياه باهداب. ولقد اظهر المجهر الالكتروني ان للسطح الحر لهذه الخلايا زغيبات microvilli في الحيوان البالغ وان السايتوبلازم يحتوي على ليفات قد تمتد في بروزات سايتوبلازمية قاعدية.

وتقوم هذه الخلايا بتبادل المواد بين السائل المخي الشوكي وخلايا الدماغ والحبل الشوكي.

اغلفة الجهاز العصبي المركزي (السحايا Meninges)

يكون النسيج العصبي الحي للجهاز العصبي المركزي لينا وسهل التمزيق لذا يحتاج الى حماية يحصل عليها من عظام الجمجمة في حالة الدماغ ومن العمود الفقري في حالة الحبل الشوكي. يغطى الدماغ والحبل الشوكي ثلاثة اغلفة تدعى السحايا meninges (شكل ٧-١٠) هي :



شكل ٧-٩ انواع خلايا الدبق العصبي

١- الام الجافية Dura mater.
٢- العنكبوتي Arachnoid.
٣- الام الحنون Pia mater.

الام الجافية

وهي غلاف ليفي قوي وغير مطاط نسبيا يبطن الجمجمة مكونا ما يدعى بالجافية القحفية cranial dura ويستمر عند منطقة النقرة العظمى بوصفه غلافا انبوبيا يحيط بالاغلفة الاخرى التي تحيط بالحبل الشوكي ضمن القناة

القترية ويدعى الجافية الشوكية spinal dura. وتتكون الجافية القحفية عادة من طبقتين: الاولى خارجية على اتصال وثيق بعظام الجمجمة من الداخل مكونة من نسيج ضام كثيف يحتوي على كثير من الاوعية الدموية والاعصاب. ان هذه الطبقة هي نفسها سمحاق العظم الخارجي للجمجمة وهي كذلك مستمرة مع سمحاق العظم الخارجي للقناة الفقرية. اما الطبقة الثانية الداخلية فهي مكونة من نسيج ليفي كثيف ايضا يبطنها من الداخل طبقة واحدة من خلايا مسطحة متوسطة (mesothelium) وفيها تكون الاوعية الدموية اقل مما هي عليه في الطبقة الخارجية. وتكون هاتان الطبقتان ملتحمتين بعضهما مع بعض الا في بعض المناطق حيث توجد فسح دموية وريدية كبيرة.

اما في حالة الجافية الشوكية فيتكون هذا الغلاف من طبقة واحدة مستمرة مع الطبقة الداخلية للجافية القحفية ويكون سطحا هذه الطبقة مغطيين بنسيج ظهاري حرشفي بسيط. ينفصل السطح الخارجي منهما عن السمحاق العظمي للعمود الفقري بحيز ضيق يدعى الحيز ما فوق الجافية epidural space ويوجد ايضا بين الام الجافية والعنكبوتي حيز ضيق يدعى الحيز ما تحت الجافية subdural space.

العنكبوتي Arachnoid

غلاف ليفي دقيق غير وعائي يبطن الام الجافية وينفصل عنه بحيز يدعى الحيز ما تحت الجافية subdural space الذي يكون في حالة الجافية الشوكية. وينفصل عن الام الحنون pia mater بحيز يتخلله كثير من الحويجزات trabeculae المتفرعة والممتدة من العنكبوتي الى الام الحنون مقسمة هذا الحيز على أحياز اصغر مما هي عليه كثيرة العدد متصلة بعضها ببعض تدعى الاحياز ما تحت العنكبوتية subarachnoid spaces. وتكون هذه الاحياز مملوءة بسائل يدعى بالسائل المخي الشوكي cerebro-spinal fluid الذي يكون مستمرا مع السائل المخي الشوكي الموجود في بطينات الدماغ والقناة المركزية

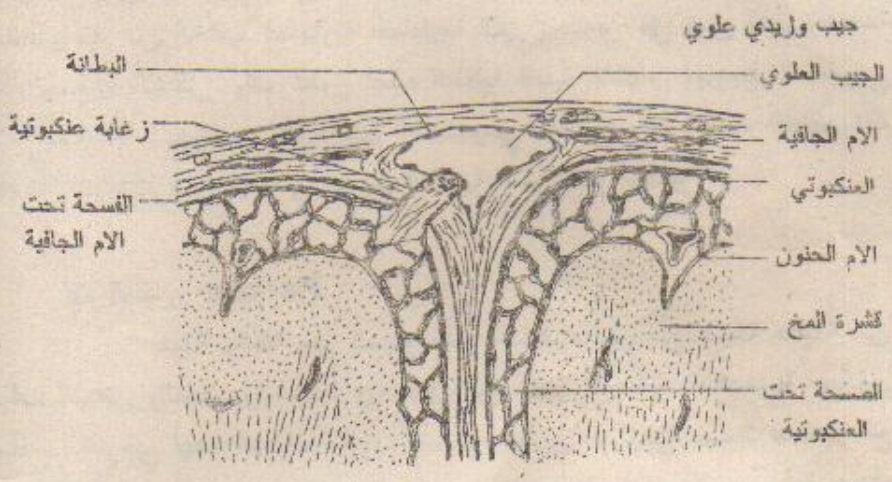
للحبل الشوكي. ويكون سطح العنكبوتي وسطوح الحويجزات الممتدة منه مغطاة بصف واحد من الخلايا الظهارية المسطحة التي تحتوي على نوى كبيرة فاتحة اللون بيضوية الشكل. وقد تكون لهذه الخلايا قابلية الالتهام. ويرتبط العنكبوتي بالام الجافية ببروزات ناشئة من العنكبوتي تدعى بالزغابات العنكبوتية arachnoid villi التي تبرز في الفسح الدموية ضمن الام الجافية.

الام الحنون Pia mater

طبقة رقيقة من نسيج ضام مفكك مكون من شبكة دقيقة من الالياف البيض والصفر والشبكية ويحتوي على كثير من الاوعية الدموية. ويكون السطح الخارجي لهذا الغشاء مغطى بنسيج ظهاري حرشفي بسيط مستمر مع النسيج الظهاري الذي يغطي سطح الحويجزات التابعة للعنكبوتي. اما جزؤه الداخلي الملاصق للنسيج العصبي للدماغ والحبل العصبي فانه يتصل بالنسيج الضام بحويجزات العنكبوتي ويمتد بشكل حاجز وسطي ظهري او خلفي بالنسبة للحبل العصبي. يوجد بين الام الحنون والنسيج العصبي للدماغ والحبل الشوكي طبقة رقيقة من بروزات خلايا الدبق العصبي الملتصقة بشدة مع الام الحنون. ونظرا الى وجود ترابط وثيق بين الام الحنون والعنكبوتي يطلق عليها بعض المؤلفين اسما واحدا هو الحنون العنكبوتي pia-arachnoid.

تخترق الاوعية الدموية الجهاز العصبي المركزي خلال انفاق مغطاة بالام الحنون وتدعى هذه الانفاق بالاحياز الحول وعائية perivascular spaces.

تمر الشرايين من الام الحنون الى المادة الداخلية للدماغ والحبل العصبي وتتفرع الى شبكة من الشعيرات الدموية التي تكون في المادة السنجابية اكثف مما هي عليه في المادة البيضاء. اما الاوردة الراجعة فتصل الى الام الحنون وتفتح بعد ذلك في الجيوب الدموية الموجودة في الام الجافية. ولا توجد اوعية لمفية في الجهاز العصبي المركزي.



شكل ٧-١٠ اغلفة الجهاز العصبي المركزي (الدماغ) السحايا (عن بيغلاندر بتصرف)

النهايات العصبية Nerve endings

تنتهي الالياف العصبية في الاعضاء بتراكيب متحورة خاصة هي النهايات العصبية. وتكون بعض هذه النهايات بشكل مستقبلات حسية sensory receptors حيث تُعدّ من الناحية الوظيفية تغصنات متخصصة بالشكل والوظيفة وتقوم بتسلم الحوافز ونقلها من العضو الموجودة فيه. ويكون البعض الاخر من النهايات حركيا او مؤثرا motor nerve ends effectors حيث يقابل المحوار وظيفيا. توصل هذه النهايات الدفعات القادمة من المراكز العصبية الى النسج للاجابة عليها.

المستقبلات الحسية Sensory receptors

تصنف هذه المستقبلات اعتمادا على اسس مختلفة ومن هذه

الاسس نوعية الاحساس الخاص :

أ- المستقبلات الحرارية Thermoreceptors (حساسة للتغيرات الحرارية).

ب- المستقبلات الميكانيكية Mechanoreceptors (حساسة للمس والضغط).

جـ- المستقبلات الكيميائيةChemoreceptors (حساسة للتغيرات الكيميائية).

د- مستقبلات التناضح Osmoreceptors (حساسة لتغيرات الضغط التناضحي).

ويعتمد التصنيف الاخر على مصدر الحافز المتعلق بالجسم وهو كما يأتي:

أ- المستقبلات الخارجية Exteroceptors : تقع عند سطح الجسم وتستجيب للحوافز الخارجية.

ب- المستقبلات العميقة Proprioceptors : تستجيب لتغير الموضع والحركات وترتبط بالجهاز العضلي الهيكلي ارتباطا رئيسا.

جـ- المستقبلات الداخلية Interoceptors : تقع في الاحشاء والاوعية الدموية.

اما التصنيف الاخر فيعتمد على اساس المظهر الشكلي وهو كما يأتي :

أ- النهايات الحرة او العارية (غير المتخصصة) Free or naked (non encapsulated) : وهي النهايات التي لاترافقها انواع اخرى من الخلايا.

ب- المحفظة Encapsulated : وترافقها عناصر خلوية اخرى غير عصبية.

يكون الاحساس الذي يحمله المحوار العصبي نوعيا في جميع المستقبلات ويكون عادة لكل محوار احساس مفرد واحد.

وسنتطرق بشيء من التفصيل الى التصنيف الأخير وكما يأتي :

تنتهي الالياف العصبية الحسية الواردة على شكل نهايات عصبية حرة في انسجة متعددة وتكوّن معظم المستقبلات الحسية للجلد (شكل ٧-١١). وتكون الالياف العصبية لهذه النهايات غير نخاعينية او نخاعينية صغيرة القطر. وتفقد الالياف العصبية جميع اغلفتها قبل انتهائها وتصبح عارية تمر بين خلايا بشرة الجلد. ويتفرع الليف العصبي المفرد غالبا عدة مرات ويعبر الى السطح ليصل الى الطبقة المتقرنة تقريبا. وربما تتسلم الياف مختلفة احساسات اللمس والالم والحرارة. اما فيما يتعلق بجريبات الشعر (النهايات ماحول الشعر peritrichial endings) فتحيطها فروع من الالياف العصبية التي تكون طويلة وملتفة حلزونيا في الادمة. وتنتهي معظم النهايات العارية في الغشاء الزجاجي للجريب وتتحفز بحركة الشعرة. وقد يتفرع ليف عصبي واحد ليزود عدد من الجريبات.

ويرافق بعض النهايات العصبية خلايا بشروية متخصصة. ففي بشرة الجلد والخلايا الظهارية لجريبات الشعر والغشاء المخاطي الفمي تكون النهايات العصبية نهايات شبيهة بالقرص تدعى اقراص او جسيمات ميركل Merkel's discs or corpuscles وترافق هذه الاقراص خلايا ظهارية متحورة وهي خلايا غامقة اللون ذات بروزات بروتوبلازمية شوكية ممتدة بين الخلايا المتقرنة المتجاورة وتحتوي على حبيبات او حويصلات كثيفة المركز. وتكتشف هذه الخلايا الحركة بين الخلايا المتقرنة كالمستقبلات الميكانيكية وربما تكون كذلك حركة البشرة بالنسبة الى النسيج الضام تحتها. لقد وجد ان بعض اقراص ميركل على الاقل تستجيب لحوافز الاهتزازات اما النهايات العصبية المتوسعة الاخرى التي تنتهي عند الخلايا الظهارية المفردة غير المتحورة للطبقة القاعدية فيعتقد انها مستقبلات للبرد.

النهايات العصبية المحفظة

تختلف كثيرا في الشكل والحجم ولكنها في كل الحالات تكون مغلفة بمحفظة capsule، وتتضمن الانواع الاتية (شكل ٧-١١) :

أ- جسيمة باسيني Pacinian corpuscle وتدعى الجسيمة الصفاحية lamellated corpuscle وهي توجد في النسيج ما تحت الجلدي subcutaneous tissue لراحة اليد واخمص القدم والاصابع وفي الحلمات nipples والسمحاق العظمي والمساريق والاوتار والربط والاعضاء التناسلية الخارجية ويوجد ايضا في اعضاء داخلية اخرى كالبنكرياس مثلا. وهي ذات شكل كروي او بيضوي كبيرة الحجم (٢ ملم في الطول و ١٠٠,٥ ملم في القطر). ويمكن مشاهدة الكبيرة منها بالعين المجردة وهي تشبه البصلة من الناحية التركيبية.

ويجهز كل جسيمة ليف عصبي نخاعيني يفقد غمد شوان عند حافة الجسيمة ثم يفقد غمد النخاعين قبل مروره ضمن اللب البروتوبلازمي للجسيمة بوصفه ليفا غير نخاعيني ينتهي بنهاية متوسعة. ويحاط هذا اللب بصفاحات متراصة يبلغ عددها نحو ٦٠ صفاحة، وتتكون كل صفاحة من الياف النسيج الضام ومن طبقة مفردة من خلايا النسيج الضام المسطحة. ويفصل الصفاحات بعضها عن بعض سائل رائق. وتستجيب هذه النهايات للاحساس بالضغط والاهتزاز.

ب- جسيمة مايسنر Meissner's corpuscle : توجد في الطبقة الحليمية لادمة جلد راحة اليد واخمص القدم ولاسيما مناطق رؤوس الاصابع. ويكون شكل هذه الجسيمات بيضويا وتتألف من خلايا النسيج الضام المسطحة متخذة وضعا مستعرضا ويكون بعضها موازيا بعضها الاخر وتحاط

الجسيمة بمحفظة من نسيج ضام. يدخل الجسيمة ليف عصبي نخاعيني واحد او اكثر وعند ذلك يفقد غلافه النخاعيني ويمر الليف في الجسيمة حيث يتفرع ويتخذ مسارا حلزونيا بين عناصر النسيج الضام. تستجيب هذه الجسيمات لحوافز اللمس.

جـ- البصلة النهائية لكراوز End bulb of Krause : توجد في الشفاه والاعضاء التناسلية الخارجية وادمة الجلد وفي الاغشية المخاطية لاعضاء التجويف الفمي وهي كروية الشكل يبلغ قطرها نحو ٥٠ مايكرومتراً محاطة بمحفظة سميكة مستمرة مع اللفافة العصبية الداخلية لليف العصبي. ويفقد الليف العصبي غمده النخاعيني عند دخوله الجسيمة ويتفرع ويلتوي وينتهي بنهايات هراوية الشكل. ويقل عدد هذه الجسيمات بتقدم العمر. وقد تكون هذه الجسيمات مستلمات ميكانيكية او انها حساسة للبرد.

د- جسيمة روفيني Corpuscle of Ruffini : توجد في الانسجة الضامة ومن ضمنها ادمة الجلد وما تحت الادمة وفي محافظ المفاصل وهي اكثر تسطحا من البصلة النهائية لكراوز وتحاط بمحفظة رقيقة من النسيج الضام. وتحتوي على نهايات شبيهة بالمرذاذ spray-like ending منبعثة من محور نخاعيني مفرد. وتنتهي التفرعات بنهايات منتفخة. ويعتقد ان هذه النهايات مستلمات ميكانيكية وقد كان يعتقد سابقا انها حساسة للحرارة. وقد وجد حديثا ان الاحساس بالحرارة علاقة بالنهايات العصبية غير المحفظة الشبيهة بالنهايات التي تنقل الاحساس بالالم.

هـ- النهايات العصبية الوترية لكولجي وتدعى ايضا بالعضو الوتري لكولجي Golgi tendon organ : وتقع هذه النهاية في الاوتار قرب اتصالها بالعضلة. ويبلغ طولها نحو ٥٠٠ مايكرومتر وعرضها ١٠٠ مايكرومتر وتتكون من

حزم صغيرة من الالياف الوترية مغلفة بمحفظة صفاحية ومن نهايات عصبية غير نخاعينية حرة تتفرع حول الحزم الوترية. وتتحفز هذه النهايات بتمدد او تقلص العضلات المرافقة.

و- المغازل العضلية Muscle spindles : تراكيب مغزلية الشكل تقع ضمن العضلة المخططة يحاط كل منها بمحفظة من نسيج ضام كثيف ويحتوي على عدد قليل (٦-١٤) من الالياف العضلية المخططة من نوع خاص سُميت بالالياف الداخل مغزلية intrafusal fibers وتدعى الالياف العضلية التي تقع خارج المغزل والتي تكون القسم الاكبر من العضلة بالالياف الخارج مغزلية extrafusal fibers. تحتوي الالياف الداخل مغزلية على عدة نوى تقع قرب وسط الليف. وتكون هذه المنطقة في بعض الالياف متوسعة بشكل كيس. وتدعى مثل هذه الالياف بالالياف الكيسية النووية nuclear bagfibers اما في بعض الالياف الاخرى فتكون النوى بشكل صف دون ان يرافقها توسع في تلك المنطقة وسميت هذه الالياف بالالياف ذات السلسلة النووية nuclear chain fibers وتكون اكثر عددا واقصر طولا واسرع تقلصا من الالياف الكيسية النووية. اذ ان الاخيرة تمتد الى خارج المحفظة وتكون متماسة مع اللفافة العضلية الداخلية للالياف الخارج مغزلية.

يزود كل مغزل باعصاب حسية واعصاب حركية. وتكون النهايات الحسية بنمطين : ابتدائي primary وثانوي secondary. وتلتف الالياف العصبية الحسية الابتدائية حلزونيا حول المنطقة النوية للالياف الداخل مغزلية ولهذا تدعى بالنهايات الحلقية الحلزونية. اما الالياف الثانوية والتي تدعى ايضا بنهايات الرذاذ الزهري flower spray endings فتشاهد غالبا على الالياف ذات السلسة النووية وتقع بعيدا عن المنطقة النووية (شكل ٧-١١).

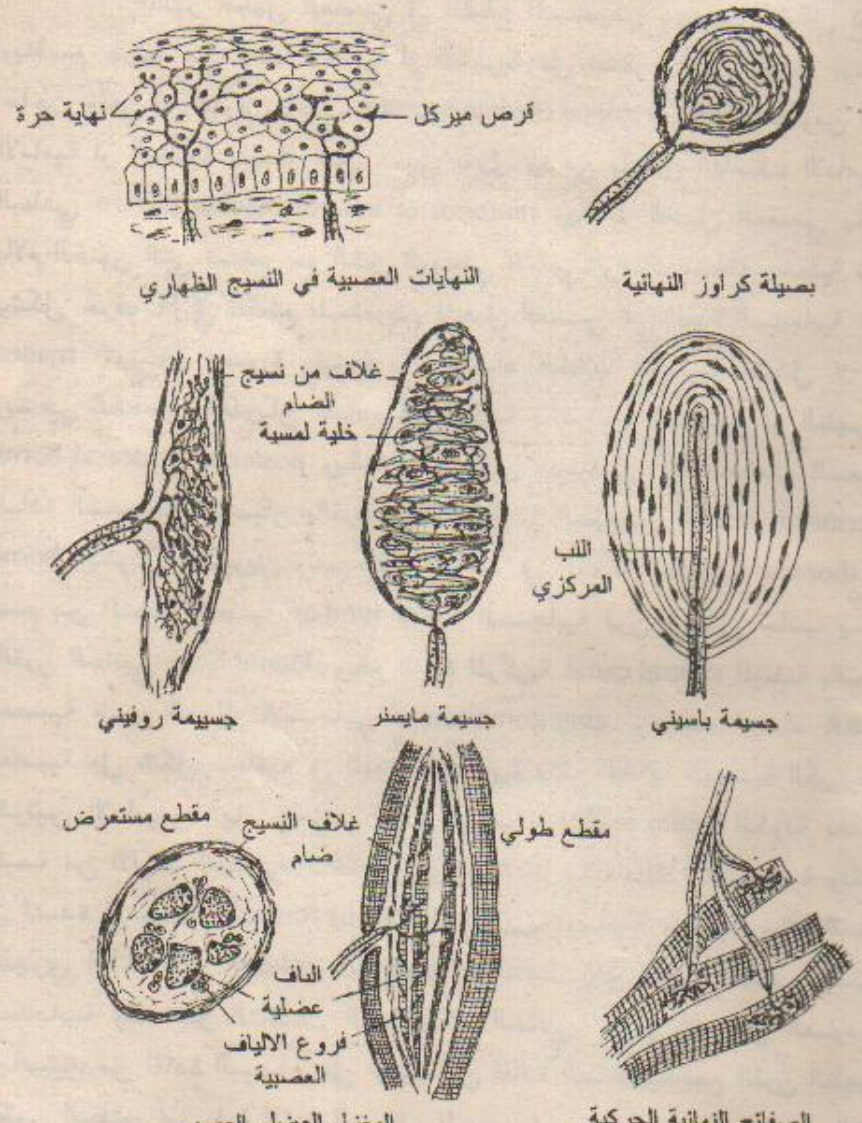
ويُشتق التجهيز العصبي المركزي للالياف الداخل مغزلية للمغازل العضلية من عصبات القرن الامامي للحبل الشوكي والتي تسمى بعصبات كاما gamma

neurons. اما العصبات التي تجهز بقية الياف العضلة تسمى بعصبات الفا alpha neurons. لبعض النهايات العصبية صفائح نهائية حركية نموذجية والبعض الاخر يخلو منها.

تزود المغازل العضلية معلومات الى الدماغ حول مدى تمدد العضلة ومعدله. ان تقلص الالياف الداخل مغزلية يجعل المغزل اكثر حساسية للتمدد.

النهايات العصبية الحركية او المؤثرة Motor nerve ends or effectors

وتتمثل هذه النهايات بالصفائح الحركية النهائية motor end plates في الالياف العضلية الهيكلية فعندما يقترب العصب من العضلة الهيكلية يتفرع الى عدة الياف عصبية ثم يتفرع كل ليف عصبي عند اقترابه من سطح الليف العضلي الواحد الى فروع دقيقة وينتهي كل فرع منها بتوسع غير منتظم ويتداخل غشاؤه البلازمي مع الغشاء البلازمي لليف العضلي بطيات عديدة. ويفقد الليف العصبي غمده النخاعيني تدريجيا قبل توسع نهايته. يبقى السطح الخارجي لهذا التوسع مغطى بطبقة رقيقة سايتوبلازمية لخلايا شوان ويحتوي هذا التوسع على اعداد كبيرة من الحويصلات الدقيقة في داخل طيات غشائه البلازمي ويحتوي ايضا على اعداد كبيرة من المايتوكوندريا. ان هذه الحويصلات الدقيقة هي في الحقيقة حويصلات التشابك العصبي synaptic vesicles وتحتوي على الاستيل كولين acetylcholine اذ بتحرره من الحويصلات الدقيقة يبدأ التقلص العضلي، حيث تعمل هذه المادة على زيادة نضوحية الغشاء العضلي في تلك المنطقة. وتنتقل هذه العملية الى بقية الغشاء العضلي متضمنة انبعاجاته المكونة لجهاز T ثم تنتقل الى الشبكة البلازمية الداخلية فتزيد نضوحيتها التي تعمل على تحرر ايونات الكالسيوم التي تحرك آلية الانزلاق للتقلص العضلي.

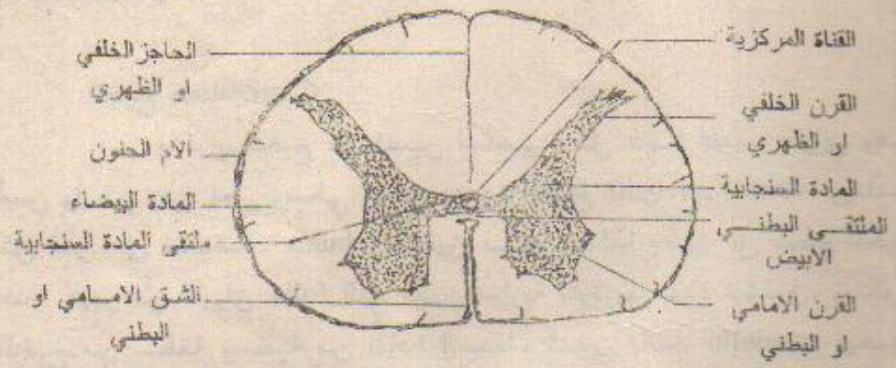


شكل ٧-١١ النهايات العصبية

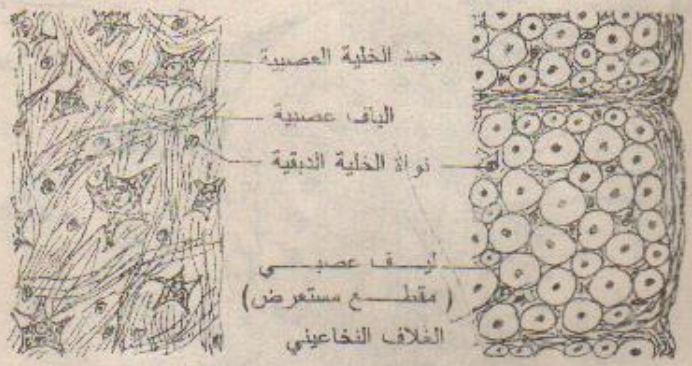
الحبل العصبي Nerve cord

يظهر الحبل العصبي في المقطع المستعرض بيضوي الشكل تقريبا وينقسم جزئيا من الجهة الخلفية او الظهرية على نصفين أيمن وأيسر بوساطة حاجز خلفي او ظهري ناصف posterior or dorsal median septum ومن الجهة الامامية او البطنية يوجد شق عميق طولي يدعى بالشق الناصف الامامي او البطني anterior or ventral median fissure. ويحاط الحبل العصبي باكمله بالام الحنون التي تستمر مع الشق الوسطي الامامي. وهناك منطقة وسطية تظهر بشكل حرف H في المقطع المستعرض للحبل العصبي هي المادة السنجابية gray matter وتتكون بصورة رئيسة من اجساد الخلايا العصبية (شكل ٧-١٢). ويدعى الضلعان العلويان للمادة السنجابية بالقرنين الخلفيين او الظهريين posterior or dorsal horns ويكونان طويلين ونحيفين. اما الضلعان السفليان للمادة السنجابية فيسميان بالقرنين الاماميين او البطنيين anterior or ventral horns ويكونان قصيرين وسميكين، ويوجد في المنطقة الصدرية thoracic وفي قسم من المنطقة القطنية lumbar للمادة السنجابية قرن في كل جانب يسمى بالقرن الجانبي lateral horn. وتقع القناة المركزية central canal المبطنة بالبطانة العصبية ضمن الصوار السنجابي gray commissure. وتوجد اجساد الخلايا العصبية على شكل مجاميع في المادة السنجابية وتقع الخلايا العصبية الكبيرة في القرنين الاماميين لها. وتحيط المادة البيضاء white matter المكونة بصورة رئيسة من الالياف العصبية النخاعينية وغير النخاعينية بالمادة السنجابية وتقسم الى اعمدة او حبال columns or funiculi ظهرية وجانبية وبطنية. ويقع العمود الظهري او الخلفي dorsal or posterior column بين القرن الظهري للمادة السنجابية والحاجز الناصف الظهري او الخلفي. ويقع كل من العمودين الجانبيين من المادة البيضاء على جانب من المادة السنجابية بين القرن الظهري والقرن البطني اما بقية المادة البيضاء المحصورة بين القرنين البطنيين والشق البطني الناصف فتمثل العمودين البطنيين. وتدعى المادة البيضاء في اسفل

الصوار السنجابي بالصوار البطني الابيض ventral white comissure.



مخطط عام للمقطع المستعرض للحبل الشوكي

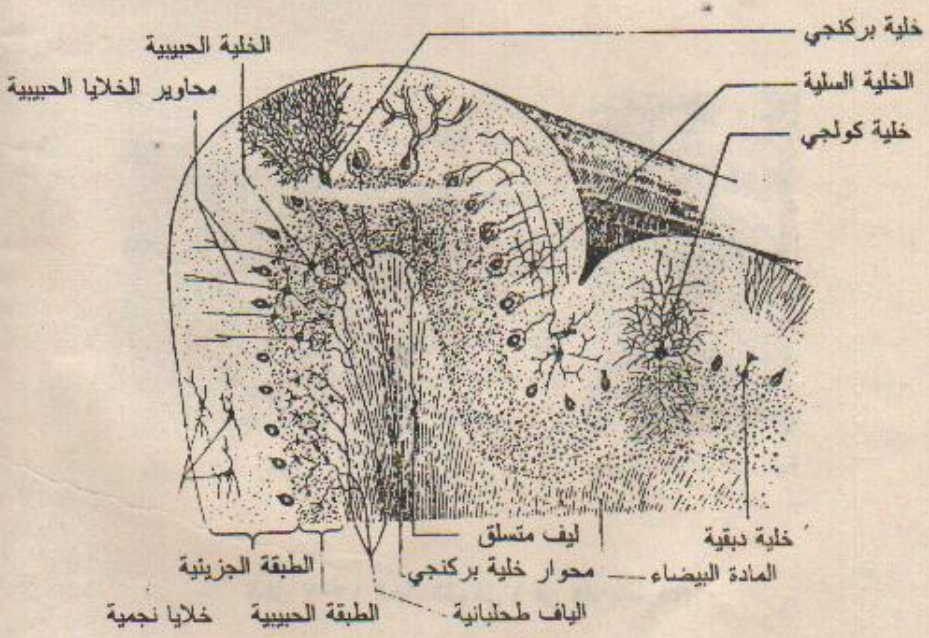


شكل ٧-١٢ الحبل الشوكي (عن هام بتصرف)

وتكون الخلايا العصبية في المادة السنجابية متعددة الاقطاب multipolar neurons وتترك محاوير قسم منها الحبل العصبي مكونة الياف الجذور البطنية له ventral roots.

المخيخ Cerebellum

يتكون المخيخ من فصين اساسيين كل منهما نصف كروي وهما أيمن وأيسر ومن فص وسطي يدعى بدودة المخيخ vermis cerebelli. وينقسم كل فص على فصيصات lobules بشقوق مستعرضة لذا يظهر على سطح المخيخ عدد كبير من الاوراق folia التي تكون موازية بترتيبها لهذه الشقوق. ويتكون المخيخ من منطقة وسطية من المادة البيضاء تسمى باللب medulla. ويحيط باللب طبقة من المادة السنجابية تدعى القشرة cortex (شكل ٧-١٢).



شكل ٧-١٣ اشكال الخلايا وترتيب الالياف في المخيخ (عن بيغلاندر)

القشرة

تتكون قشرة المخيخ من ثلاث طبقات :

١- الطبقة الجزيئية الخارجية outer molecular layer التي تحتوي على قليل من الخلايا العصبية الصغيرة وعلى عدد كبير من الالياف العصبية غير النخاعينية.

وتتضمن هذه الطبقة نوعين من الخلايا :

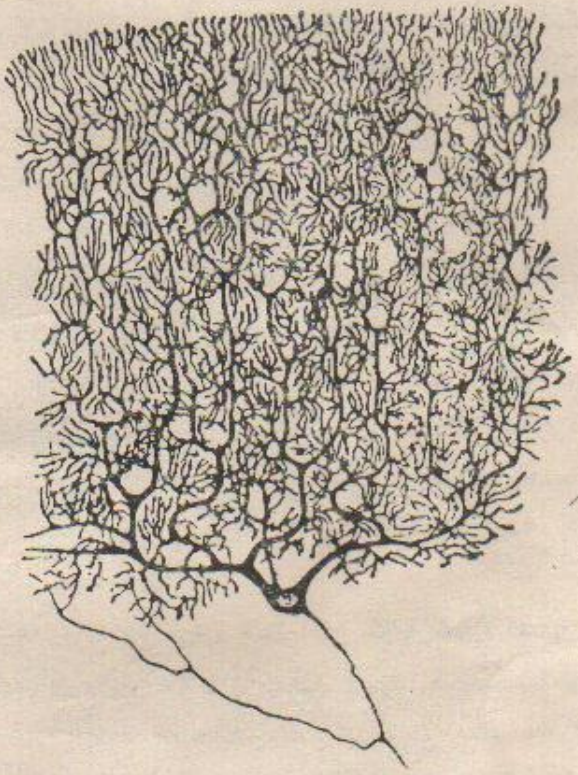
أ- الخلايا النجمية stellate cells : وتقع قرب السطح وتكون صغيرة ونجمية الشكل وذات بروزات قصيرة.

ب- الخلايا السلية basket cells : وتكون هذه الخلايا اقرب الى الطبقة الوسطية وذات محوار طويل وتغصنات قصيرة. ولمحوارها ٥-٦ تفرعات جانبية. وينتهي كل فرع جانبي بتفرعات تحيط بجسد خلية بركنجي التي تقع في الطبقة الوسطية التي تلي الطبقة الجزيئية.

٢- طبقة وسطية مكونة من صف واحد من خلايا كبيرة تدعى بخلايا بركنجي Purkinje cells. تكون خلايا بركنجي كبيرة ودورقية الشكل لها تغصنات قليلة وسميكة. وتتفرع هذه التغصنات الى فروع اصغر مما هي عليه فاصغر مشكلة ما يشبه الورحة اليدوية التي تكون زاوية قائمة مع المحوار الطولي لورقة المخيخ الذي تقع فيه الشكل ٧-١٤. ولخلية بركنجي محوار واحد ذو غلاف نخاعيني وينشأ من الجسم المقابل لمنطقة نشوء التغصنات الاخرى ويمتد باتجاه اللب مخترقا المنطقة الحبيبية ويعطي تفرعات جانبية.

٣- الطبقة الحبيبية الداخلية innermost granular layer مكونة من عدد كبير من خلايا عصبية صغيرة ذات ٣-٦ تغصنات قصيرة ومحوار غير نخاعيني

يمتد الى الطبقة الجزيئية molecular layer حيث ينقسم على فرعين جانبيين يمتدان موازيين للاوراق.



شكل ٧-١٤ خلية بركنجي في المخيخ

اللب

يحتوي اللب على ثلاثة انواع من الالياف :

١- محاوير خلايا بركنجي وهي الالياف الرئيسة الصادرة من القشرة.

٢- الالياف المتسلقة climbing fibers وهي الياف واردة وتنتهي بخلايا بركنجي.
٣- الياف طحلبانية mossy fibers وهي الياف واردة تنتهي بنهايات شبكية مع الطبقة الحبيبية.

تتعلق وظيفة المخيخ بحركات العضلات المخططة الارادية وهو ايضا مسؤول عن التناسق والتوازن في الجسم.

المخ Cerebrum

توجد المادة السنجابية في نصفي كرة المخ في الجزء الخارجي مكونة القشرة المخية cerebral cortex التي تحيط بالمادة البيضاء white matter الداخلية الموقع. وتوجد ضمن المادة البيضاء تجمعات للخلايا العصبية تعرف بالنوى nuclei (على الطالب ان لا يخلط بين معنى هذا المصطلح ومعنى نواة الخلية).

يكون سطحا نصفي كرة المخ ذوي طيات متعرجة تزيد من المساحة السطحية لهذا العضو. وتدعى الطيات البارزة بالتلافيف gyri وتدعى الانخفاضات بينها الاتلام sulci (مفرد تلم sulcus). وتحتوي القشرة على خلايا عصبية والياف عصبية ودبق عصبي واوعية دموية. وتكون الخلايا العصبية في منطقة القشرة متعددة الاقطاب ذات احجام واشكال مختلفة فمنها الهرمية pyramidal والنجمية stellate والمغزلية fusiform.

وتظهر القشرة التي معدل سمكها في الانسان ٢,٥ ملم، عددا من الطبقات يختلف عددها وسمكها بالنسبة الى جزء المخ المأخوذ فيه المقطع. وعموما يمكننا تمييز الطبقات الاتية اعتبارا من الخارج نحو الداخل (شكل ٧-١٥) :

١- الطبقة الجزيئية او الضفيرية Molecular or plexiform layer

وهي الطبقة الخارجية من قشرة المخ التي يتكون معظمها من الالياف العصبية التي تتخذ وضعا موازيا للسطح وهي تمثل تغصنات الخلايا الموجودة في الطبقات التي تقع في اسفلها. ويوجد بين الالياف وفي النسد القاعدي لهذه الطبقة خلايا عصبية صغيرة نجمية او مغزلية الشكل تدعى بخلايا كاجال Cajal's cells.

٢- الطبقة الحبيبية الخارجية Outer granular layer

تلي الطبقة الاولى وتحتوي على خلايا هرمية صغيرة تغصناتها القمية المقابلة للمحوار الى الطبقة الخارجية الجزيئية اما محاويرها فتتجه نحو الطبقات العميقة للقشرة.

٣- الطبقة الهرمية الخارجية Outer pyramidal layer

تحتوي هذه الطبقة على خلايا هرمية متوسطة الحجم في جزئها الخارجي وخلايا هرمية اكبر مما هي عليه في جزئها العميق. والتغصنات القمية apical dendrites تنتهي في الطبقة الخارجية الجزيئية بينما تتجه التغصنات القاعدية والمحاوير نحو الطبقات العميقة للقشرة. وكثير من المحاوير تصل الى المادة البيضاء.

٤- الطبقة الحبيبية الداخلية Inner granular layer

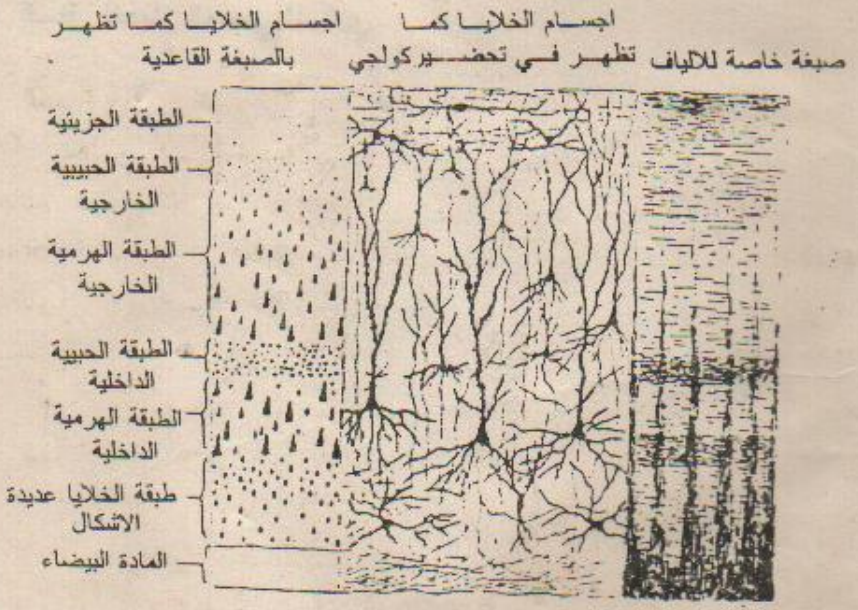
تكون هذه الطبقة محطة تسلم رئيسة لقشرة المخ اذ يمكن عدها منطقة تفرغ فيها المحاوير العصبية القادمة الى القشرة دفعاتها العصبية الى الخلايا الموجودة في هذه الطبقة. والخلايا العصبية النجمية هي الشائعة في هذه الطبقة.

٥- الطبقة الهرمية الداخلية Inner pyramidal layer

يوجد ضمن هذه الطبقة اكبر الخلايا الهرمية التي تتجه محاويرها الى المادة البيضاء. اما تغصناتها القمية فتتجه الى الطبقات السطحية.

٦- طبقة الخلايا العديدة الاشكال Polymorphic or multiform layer

اعمق طبقات القشرة القريبة من المادة البيضاء. وتوجد في هذه الطبقة خلايا عصبية مختلفة الاشكال. والنوع الغالب فيها هو الخلايا المغزلية. والمظهر المميز لهذه الطبقة هو وجود كثير من حزم الالياف العصبية الداخلة والخارجة من القشرة واليها.



شكل ٧-١٥ تركيب قشرة المخ (عن هام)

تتكون المادة البيضاء من حزم من الالياف العصبية النخاعينية التي تمتد في اتجاهات مختلفة وتتخللها خلايا دبقية neuroglia. وتقع هذه الالياف بصورة عامة في ثلاث مجاميع رئيسة :

أ- الياف مرابطة Association fibers : وهي التي تربط الاجزاء المختلفة في القشرة لنصف واحد من كرة المخ.

ب- الياف صوارية Commissural fibers : وهي التي تربط مساحات قشرية لنصف واحد من كرة المخ مع مساحات قشرية اخرى من النصف الثاني للمخ.

جـ- الياف ارتسامية Projection fibers : وهي التي تربط القشرة مع المراكز السفلى للجهاز العصبي المركزي.