

ȚESUTUL NERVOS

1. HISTOGENEZĂ

Țesutul nervos se dezvoltă din **ectoblastul dorsal** al discului embrionar. La sfârșitul săptămânii a III-a de viață intrauterină, sub influența inductoare a notocordului primitiv, pe linia mediană, în ectoblastul dorsal apare o proliferare celulară intensă ducând la apariția unui epiteliu primitiv pseudostratificat ce formează **placa neurală**. Această zonă începe să se înfunde în mezenchimul subiacent, rezultând **șanțul neural** care, prin apropierea și fuzionarea marginilor sale se transformă în **tub neural**. Lateral și dorsal de tubul neural se formează **crestele neurale** prin răsfrângerea unor mici zone ale marginilor șanțului neural. Peste tubul și crestele neurale se reface ectoblastul dorsal primitiv, denumit epiblast.

De la sfârșitul săptămânii a IV-a țesutul nervos se dezvoltă din tubul și crestele neurale sub influențele inductoare ale mezenchimului înconjurător. Celulele tubului neural și crestelor neurale vor prolifera și se vor diferenția, dând naștere la două tipuri de celule:

- **neuroblaștii**, celulele nervoase primitive;
- **glioblaști** (spongioblaștii), celulele de susținere.

Neuroblaștii, precursorii neuronilor, sunt inițial rotunzi sau ovalari, apolari. Ei migrează la distanță de locul în care s-au format generând **straturi** sau **grupări celulare**, viitoarele formațiuni de **substanță nervoasă cenușie**. Prin procese de multiplicare, migrare, diferențiere și maturare celulară, se vor forma toate structurile sistemului nervos central și periferic.

Pentru neuroni, **multiplicarea celulară este practic terminată la naștere !!!**, dar ea continuă mult timp pentru celulele gliale, ceea ce explică, în parte, creșterea în volum a sistemului nervos în perioada postnatală.

Procesul de **maturare celulară** se desfășoară concomitent atât în neuroni cât și în celulele gliale. El constă în creșterea volumului corpului celular, apariția și dezvoltarea organelor celulare specifice, diferențierea prelungirilor neuronale, sinteza proteinelor specifice, a enzimelor și a neurotransmițătorilor. Procesul de maturare celulară nu este încă încheiat la naștere, el continuându-se lent până la vârsta de 20 de ani.

Țesutul nervos este alcătuit în totalitatea sa numai din două elemente celulare înalt specializate: **neuroni** și **celule gliale** (nevroglii).

2. NEURONUL

Celula nervoasă sau **neuronul** (termen introdus de Waldeyer în 1891) este unitatea structurală și funcțională a țesutului nervos. Este o celulă înalt specializată pentru **recepționarea** unor stimuli (care constituie variații ale unor forme de energie mecanică, termică, chimică, luminoasă etc) din mediul intern sau extern, **transformarea lor în potențiale de acțiune** (influx nervos), **conducerea și analiza** acestor potențiale și **elaborarea unor răspunsuri motorii și secretorii** adecvate.

Numărul neuronilor este imens. Numeroase studii au demonstrat că numai în scoarța cerebrală există peste **10 miliarde** de neuroni sau 150 000 neuroni/ mm² de suprafață corticală.

Neuronul este alcătuit dintr-un **corp celular** din care pornesc două tipuri de **prelungiri** citoplasmatiche: **dendritele** și **axonul**. În general un neuron are una sau mai multe dendrite și un singur axon. Există totuși neuroni care nu au decât o singură prelungire: un axon (neuronii unipolari) sau o singură dendrită (celulele amacrine din retină).



2.1. Corpul celulei nervoase

Numit și **pericarion** sau **soma**, corpul neuronului conține nucleul și cea mai mare parte a citoplasmei, constituind centrul trofic și funcțional al celulei. El este situat totdeauna în substanța cenușie a sistemului nervos.

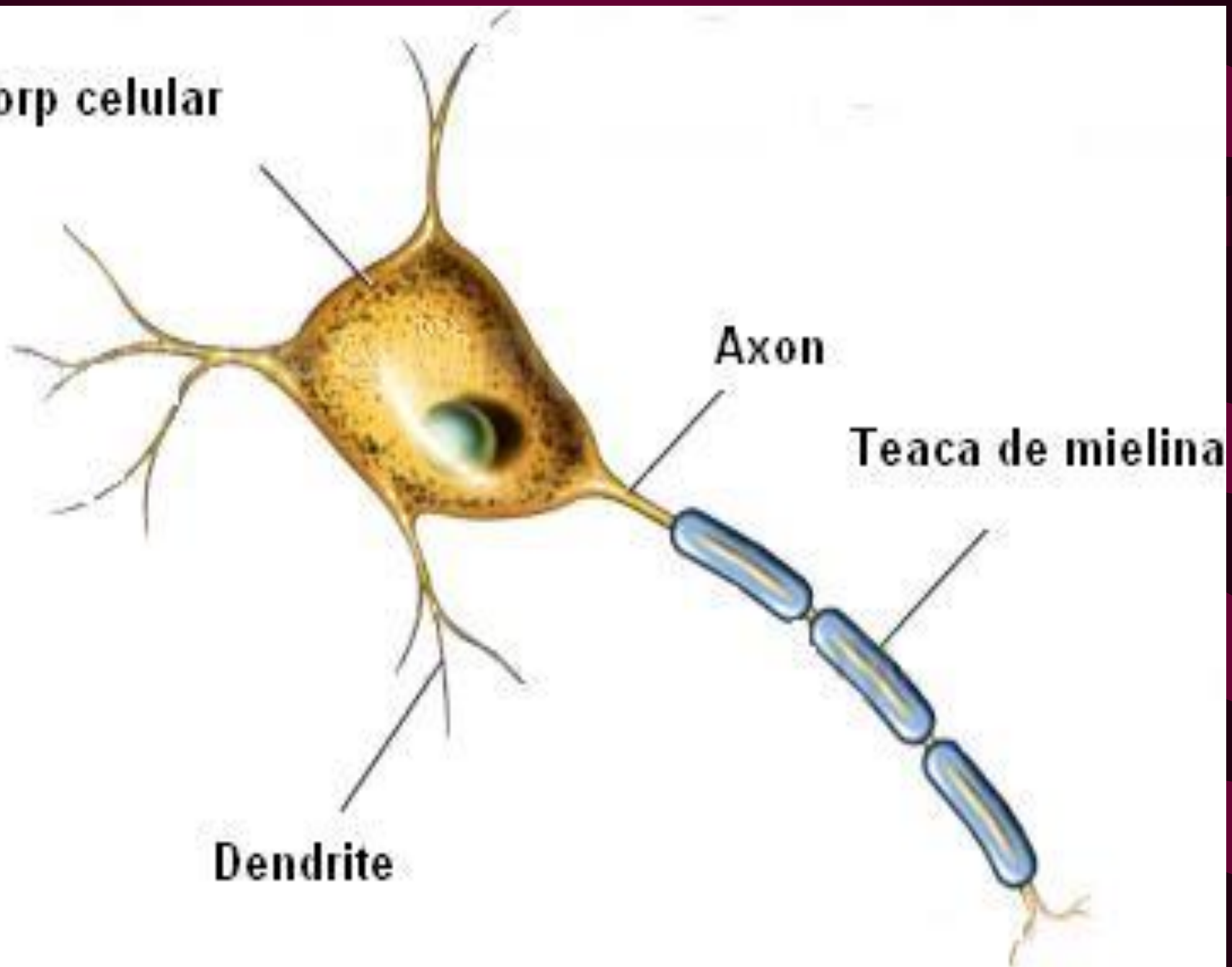
Forma și dimensiunile pericarionilor. Neuronii se disting printr-o extraordinară diversitate de forme și printr-o mare varietate de dimensiuni, în funcție de regiunea din sistemul nervos în care sunt localizați și de rolul pe care-l îndeplinesc. Cei mai mulți neuroni au o formă **stelată** (neuronii motori din coarnele anterioare ale măduvei spinării, neuronii din scoarța cerebrală sau cerebeloasă), **piramidală** (celulele Betz din scoarța cerebrală), **rotund-ovalară** (neuronii din ganglionii spinali și ganglionii vegetativi), **fuziformă** (neuronii senzitivi din retină, din mucoasa olfactivă, din ganglionul lui Corti), **piriformă** (neuronii Purkinje din scoarța cerebeloasă) etc.

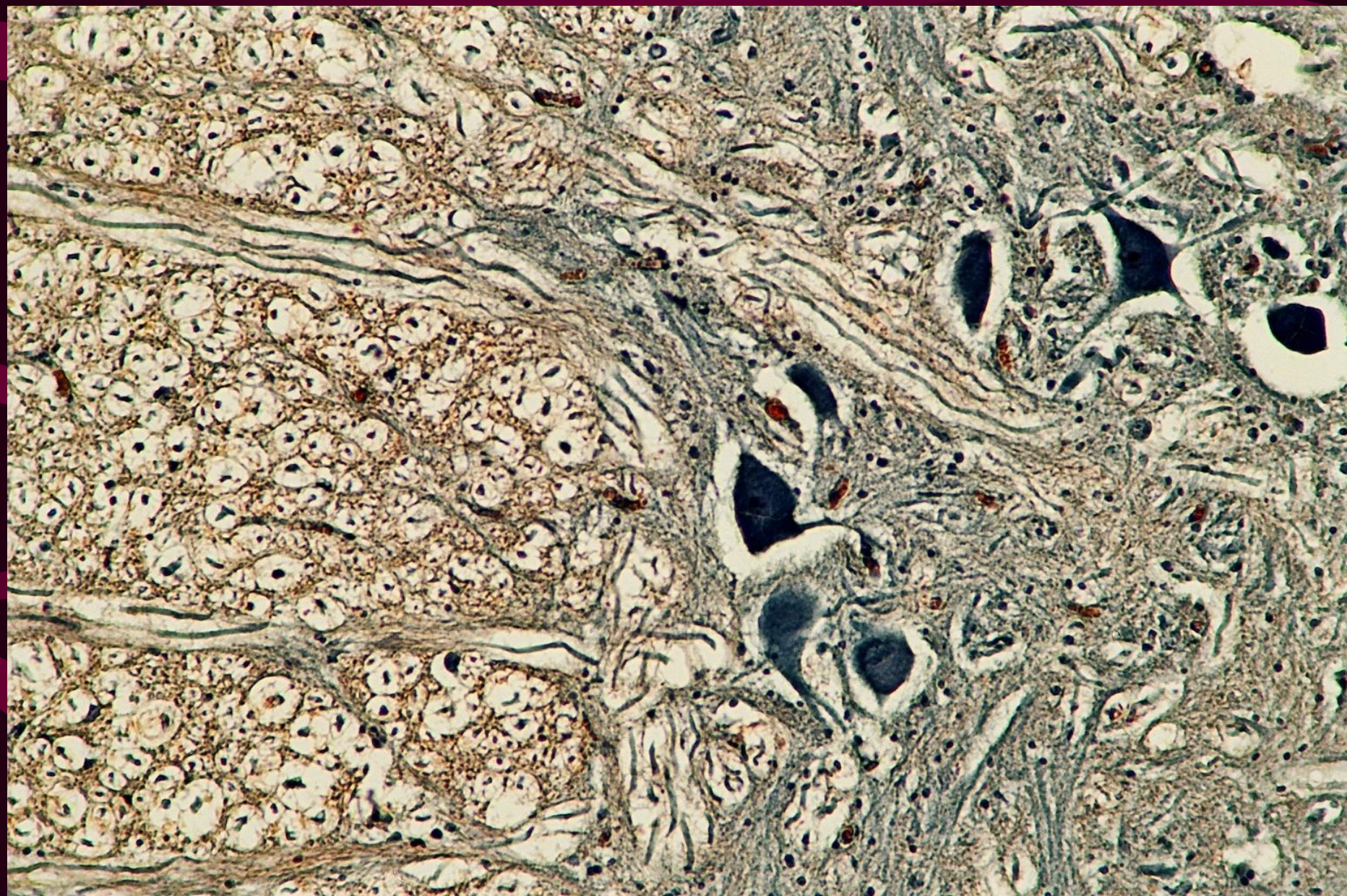
Dimensiunile corpurilor neuronali variază de la **4-6 μm** (celulele granulare din cortexul cerebelos) până la **100-120 μm** (neuronii motori din coarnele anterioare ale măduvei spinării, celulele piramidale Betz etc).

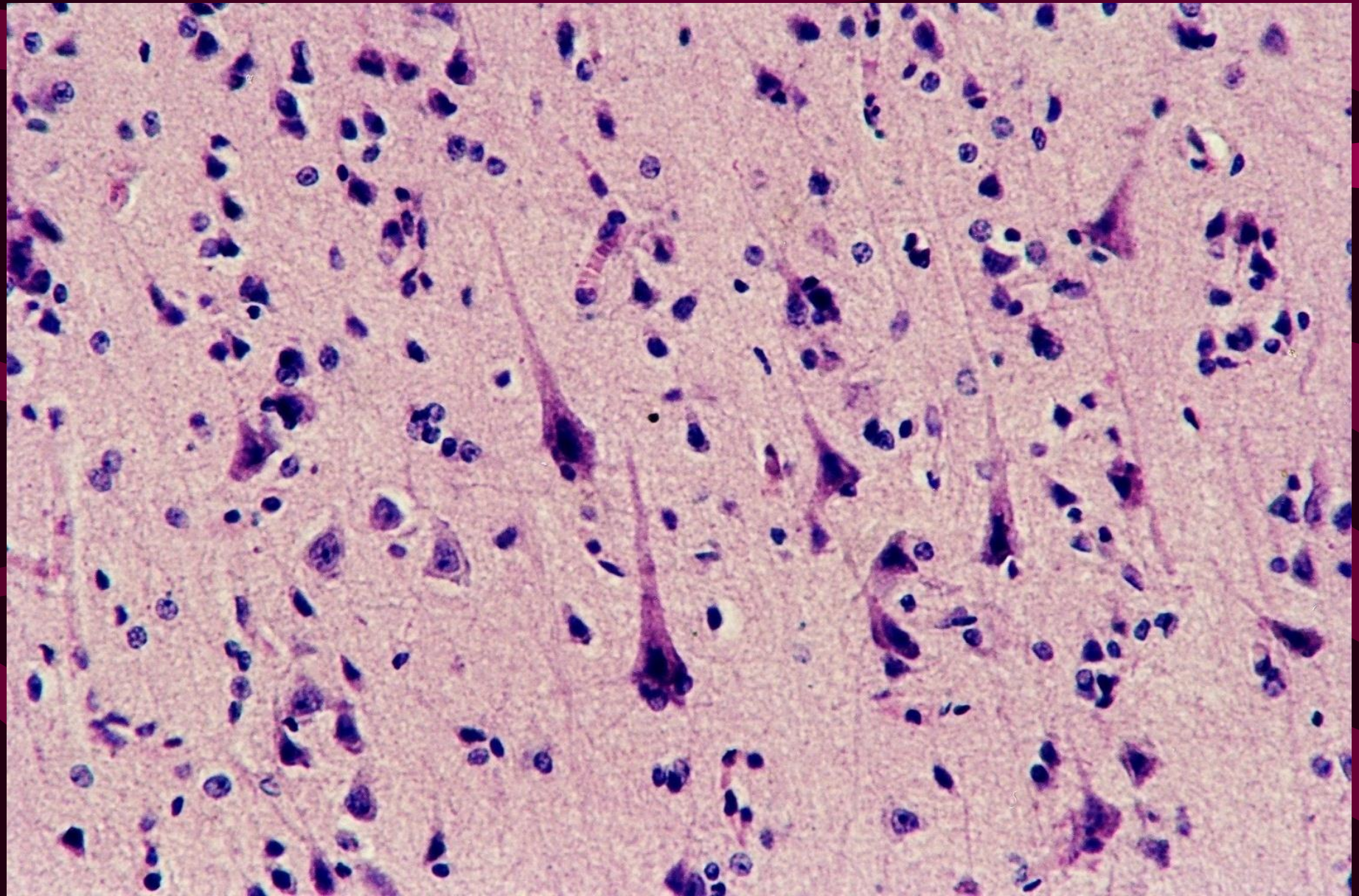
Dimensiunile și volumul corpurilor neuronali nu trebuie confundate cu dimensiunile neuronului. S-a remarcat că unii neuroni senzitivi sau motori din ganglionii spinali și respectiv coarnele anterioare ale măduvei prezintă prelungiri neuronale care depășesc 1 și chiar 1,5 m lungime, volumul sau suprafața prelungirilor fiind de câteva zeci sau sute de ori mai mare decât al pericarionului.

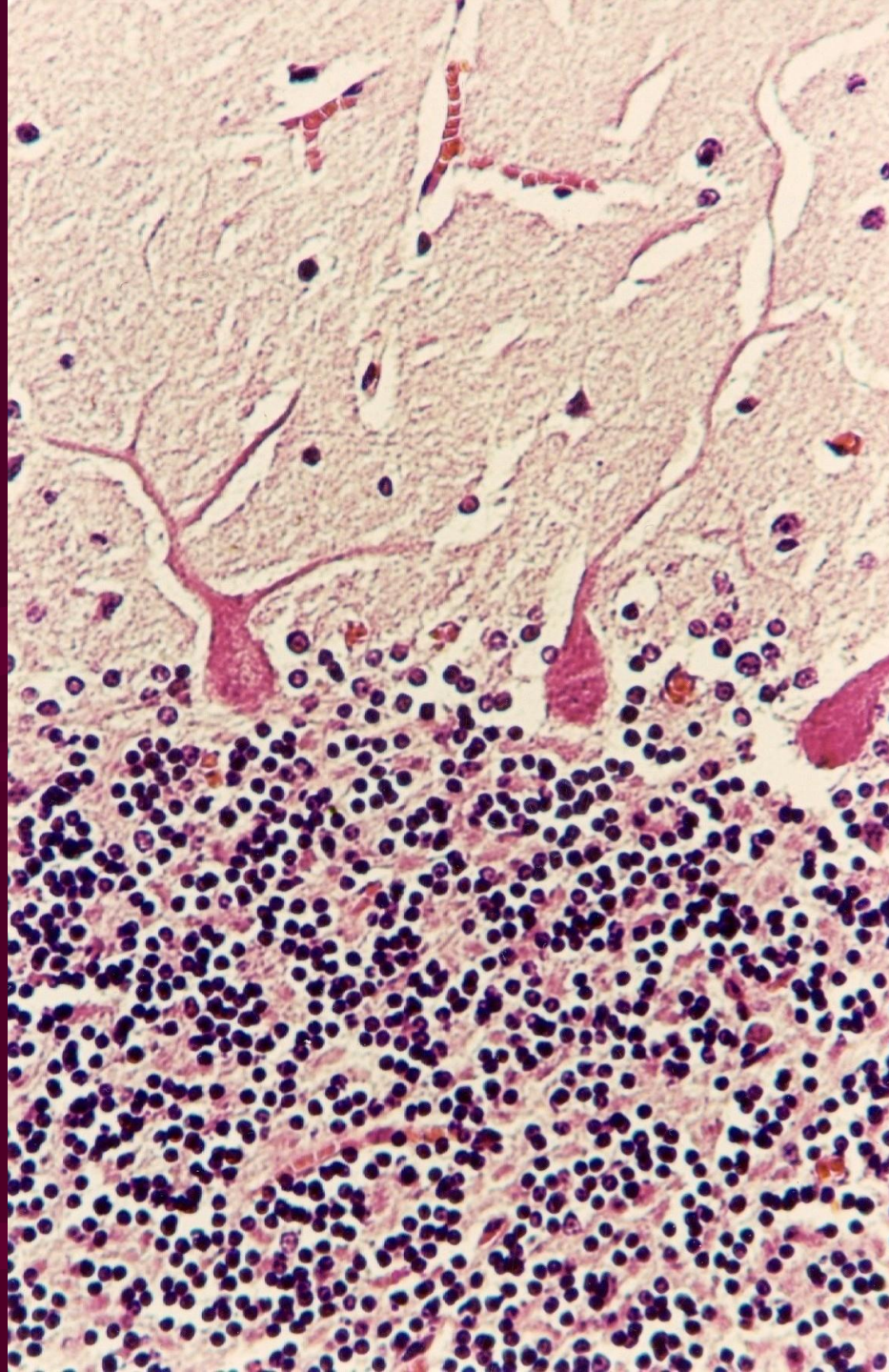
Structura și ultrastructura pericarionului. Ca orice celulă, neuronul prezintă trei componente distincte: membrana, nucleul, citoplasma.

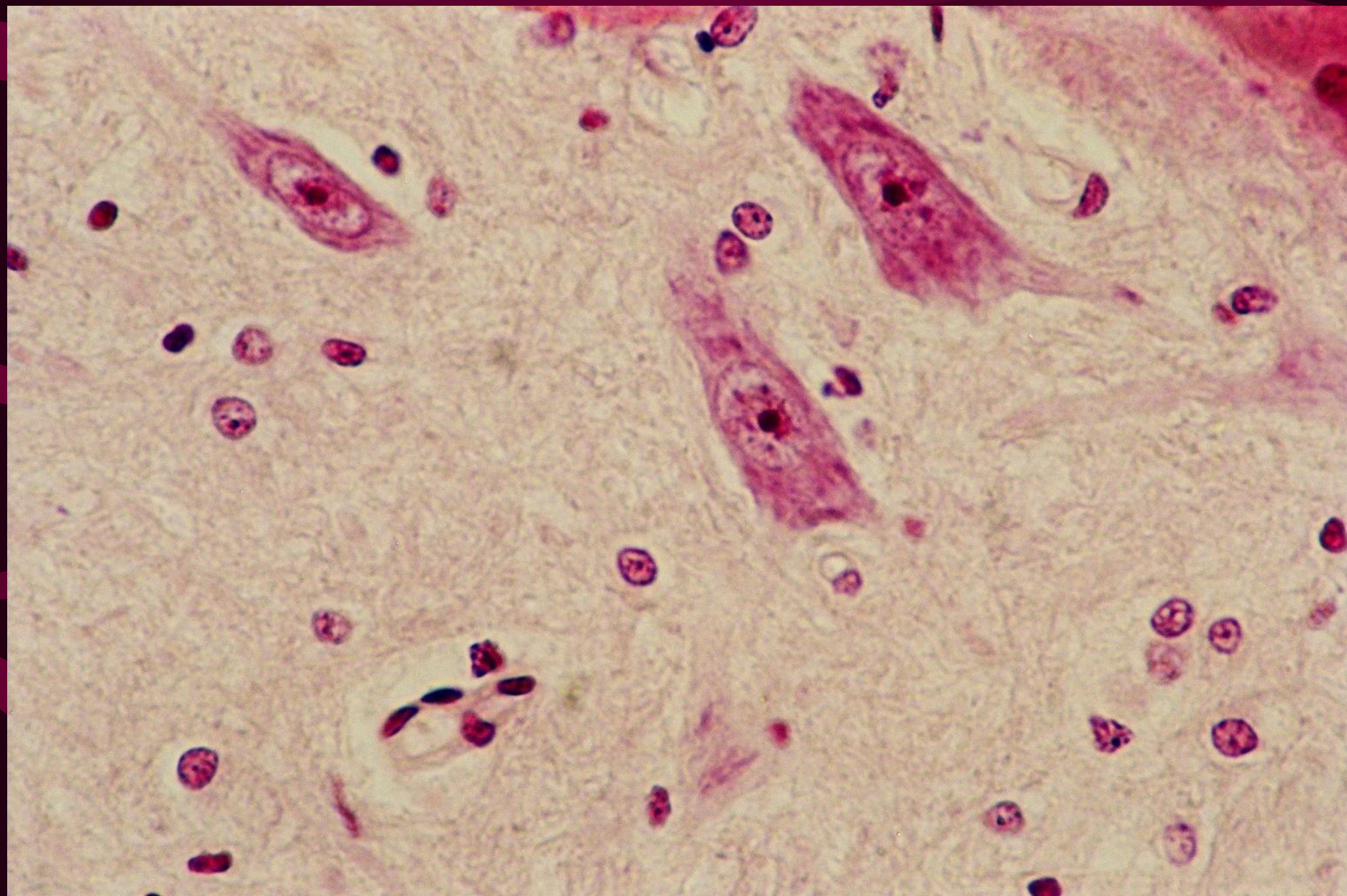
Corp celular











2.1.1. Membrana celulară, numită și **neurilemă**, are grosimea de circa 7,5 nm și delimitează pericarionul la periferie. Ea se continuă la nivelul dendritelor cu **dendrolema**, iar la nivelul axonului cu **axolema**. Din punct de vedere biochimic, membrana pericarionului are o compoziție lipoproteică similară cu membranele altor celule. La nivelul ei există o **puternică activitate ATP-azică** pentru Na^+ și K^+ care, alături de **permeabilitatea selectivă** a membranei, explică menținerea unei polarități membranare foarte puternice, fenomen ce stă la baza potențialelor de repaus și de acțiune.

2.1.2. Nucleul neuronilor este mare, hipocrom, sferic, nucleolat, situat central. Neuronii granulari din scoarța cerebeloasă prezintă însă un nucleu mic și hiperchrom. Indiferent de mărimea nucleului, cantitatea de ADN conținută în aceștia este identică.

Neuronii au de regulă un singur nucleu, dar în ganglionii vegetativi pot fi găsiți uneori și neuroni binucleați. La persoanele de sex feminin se poate observa frecvent o aglomerare de heterocromatină anexată nucleului, denumită **corpusculul Barr**, care reprezintă un cromozom X condensat.

2.1.3. Citoplasma neuronului, numită și **neuroplasmă**, este de cele mai multe ori bine reprezentată. Ea este constituită din:

- **organe comune:** reticulul endoplasmic neted, mitocondrii, aparatul reticular Golgi, lizozomi, ribozomi, peroxizomi;
- **organe specifice:** corpusculii Nissl, neurofibrile, neurotubuli;
- **matrice neuronală;**
- **incluziuni.**

Reticulul endoplasmic neted este mai puțin dezvoltat fiind prezent atât în corpul celular cât și în prelungirile dendritice. El participă la sinteza proteinelor structurale ale neuronului și a mediatorilor chimici.

Aparatul Golgi (observat pentru prima dată în 1898 de către Golgi într-un neuron) este prezent numai la nivelul pericarionului, perinuclear. El este structurat din multipli saci și cisterne aplatizate, paralele, jonctionate între ele, dispuse în jurul nucleului. Conține vezicule de secreție.

Mitocondriile sunt numeroase și răspândite atât în citoplasma pericarionului cât și a prelungirilor, fiind totuși mai abundente la nivelul axonului. Ele au forme și dimensiuni variabile. Unele sunt rotunde cu diametrul de 0,5 μm , iar altele ajung până la o lungime de câțiva microni. Ele conțin numeroase sisteme enzimatice: enzimele glicolizei anaerobe, enzimele ciclului Krebs, enzimele șuntului pentozic, enzime oxidoreducătoare, peptidaze, hidrolaze acide etc.

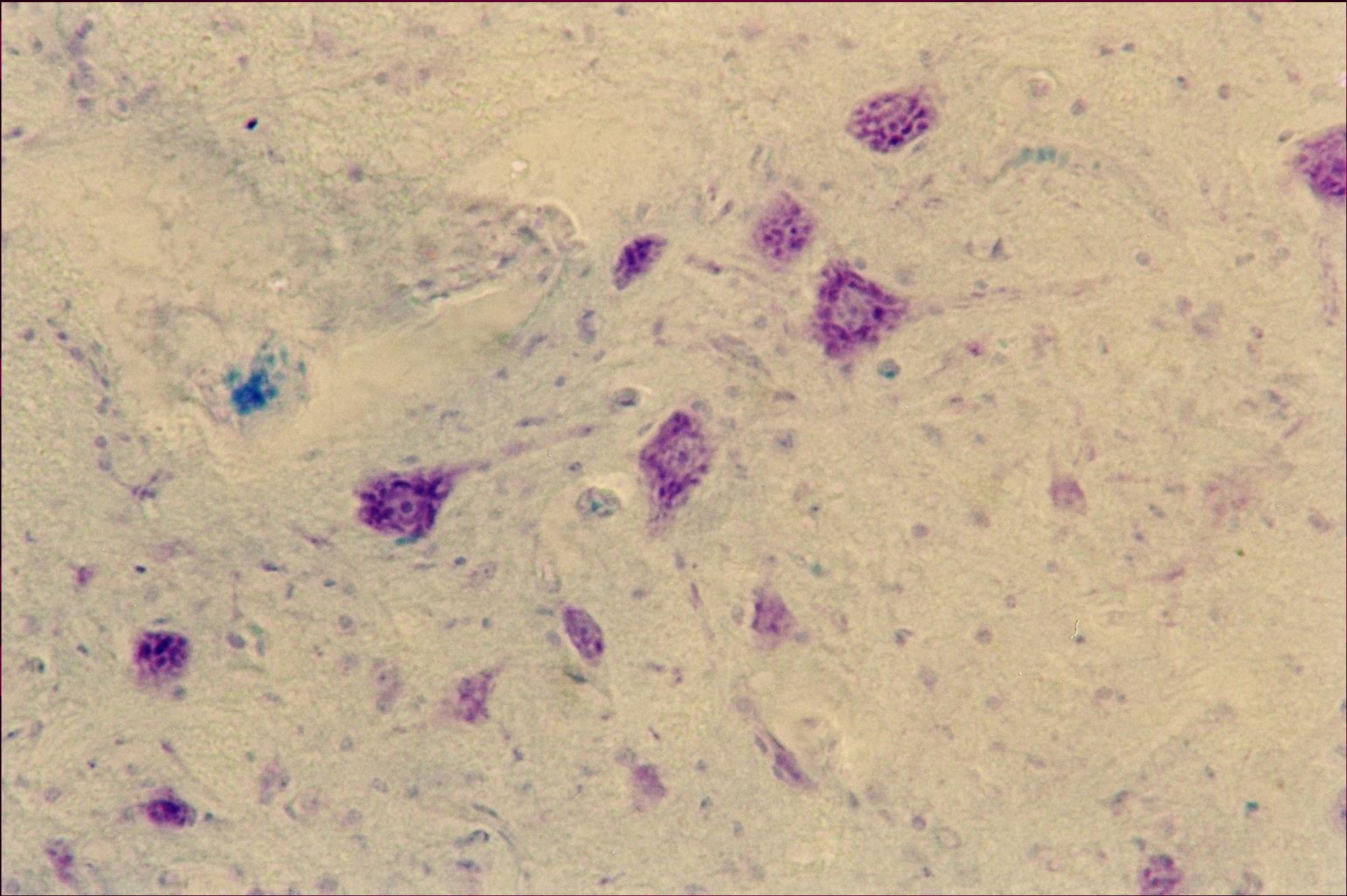
Corpusculii Nissl, cunoscuți și sub numele de **corpui tigrizi** sau **substanța cromafină**, sunt formați din mase neregulate de substanță bazofilă, de dimensiuni diferite (de la dimensiuni punctiforme până la blocuri mari, grunjoase cu diametrul de câțiva microni), evidențiați mai ales după fixarea materialului biologic în alcool etilic și colorarea cu albastru de toluidină, albastru de metilen, violet de cresyl, galocianină, etc. Ei sunt prezenți în citoplasma pericarionului și în dendrite, dar lipsesc în axon și în conul lui de emergență.

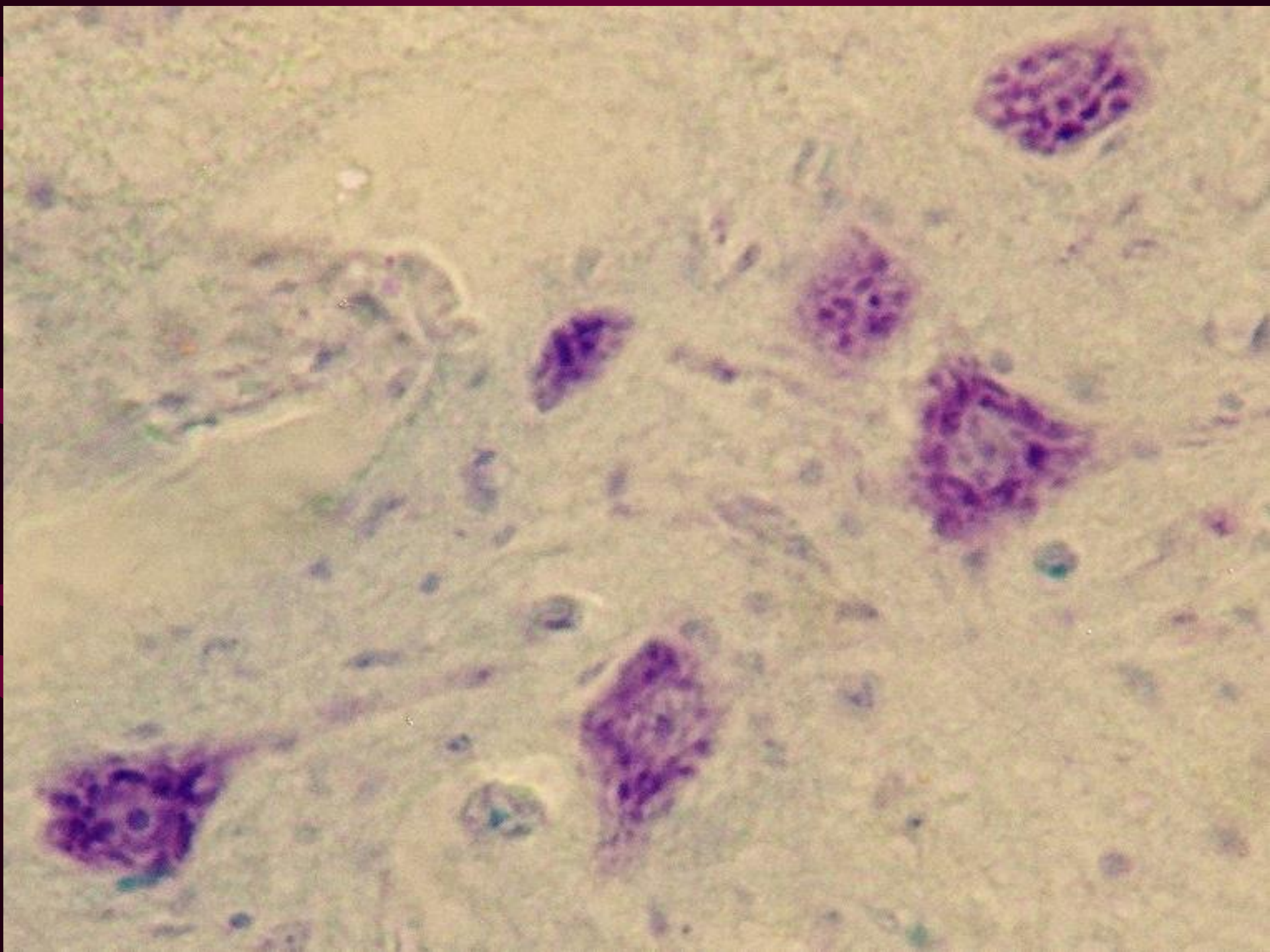
Studii de microscopie electronică au relevat faptul că aceste organe specifice neuronului sunt formate din multiple cisterne și canalicule aparținând **reticulului endoplasmic rugos**, la periferia cărora se găsesc numeroși ribozomi și poliribozomi atașați sistemului canalicular sau liberi în citoplasma învecinată.

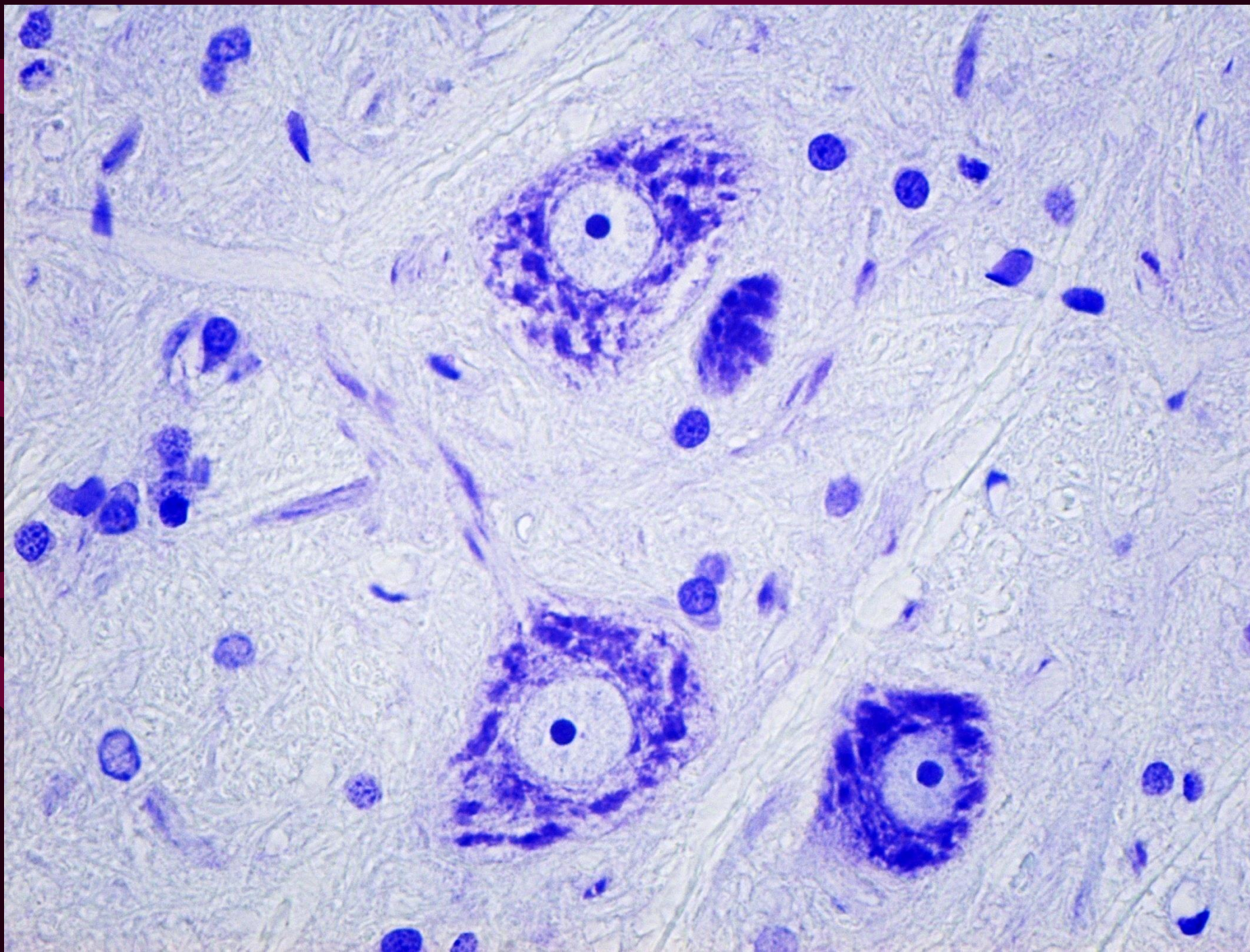
Abundența ribozomilor și reticulului endoplasmic rugos în celula nervoasă demonstrează importanța și intensitatea sintezelor proteice neuronale. Aceste proteine sunt destinate refacerii și reînnoirii structurilor proteice din plasmalemă, membranelor organelor intracelulare, matricei neuronale și a enzimelor proprii. Alte produse sintetizate aici sunt destinate exportului: mediatorii chimici, polipeptide hormonale, proteine cu rol trofic etc.

Corpusculii Nissl sunt prezenți în toate celulele nervoase dar numărul, forma, mărimea și aspectul lor histologic diferă de la un neuron la altul și chiar la același neuron în funcție de activitatea sa. În celulele epuizate funcțional sau în cele cărora li s-a secționat axonul se produce o reducere până la dispariția totală a corpurilor tigroizi, proces denumit **cromatoliză**. Procesul de cromatoliză se însoțește și de alte modificări nucleare și citoplasmatică (migrarea nucleului spre periferia celulei, picnoză și tahicromie nucleară, balonizarea citoplasmei etc), ceea ce trădează o importantă interrelație între corpusculii Nissl și celula nervoasă în ansamblul ei.

Cei mai mari corpusculi Nissl sunt prezenți în neuronii motori din coarnele anterioare ale măduvei spinării, celulele piramidale din scoarța cerebrală, nucleii motori ai nervilor cranieni.







Neurofibrilele sunt structuri fibrilare (evidențiate de microscopia optică prin metode de impregnație argentică) ce traversează corpul neuronal de la o prelungire la alta. Ele sunt prezente atât la nivelul corpului neuronal cât și la nivelul prelungirilor neuronale.

Microscopia electronică a demonstrat că neurofibrilele sunt grupări de neurofilamente (filamente intermediare) agregate de către agenții fixatori și colorate cu argint amoniacal.

Neurofilamentele au fost identificate, prin studii de microscopie electronică, în toate celulele nervoase, ele intrând în alcătuirea citoscheletului neuronal. Sunt formate din proteine fibrilare insolubile, asociate în microfilamente cu diametrul de 7-10 nm și lungime variabilă.

Neurotubulii, prezenți atât în pericarion cât și în prelungirile neuronale, sunt similari cu microtubulii din alte celule. Ei au un diametru de 25-30 nm, lungimi diferite și sunt formați din subunități de alfa- și beta-tubulină. Neurotubulii joacă un rol esențial în menținerea și extinderea prelungirilor neuronale și în transportul diverselor substanțe metabolice de la pericarion la prelungiri.

1 Protoplasmic astrocytes (nuclei)

2 Neurofibrils

3 Perikaryon of a motor neuron

4 Oligodendrocytes (nuclei)

5 Protoplasmic astrocytes (nuclei)

6 Neuron sectioned near its surface



7 Dendrites with neurofibrils

8 Microglia (nuclei)

9 Oligodendrocytes (nuclei)

10 Protoplasmic astrocytes (nuclei)

11 Perikaryon of a motor neuron

12 Dendrite with neurofibrils

13 Neurofibrils in the cell body

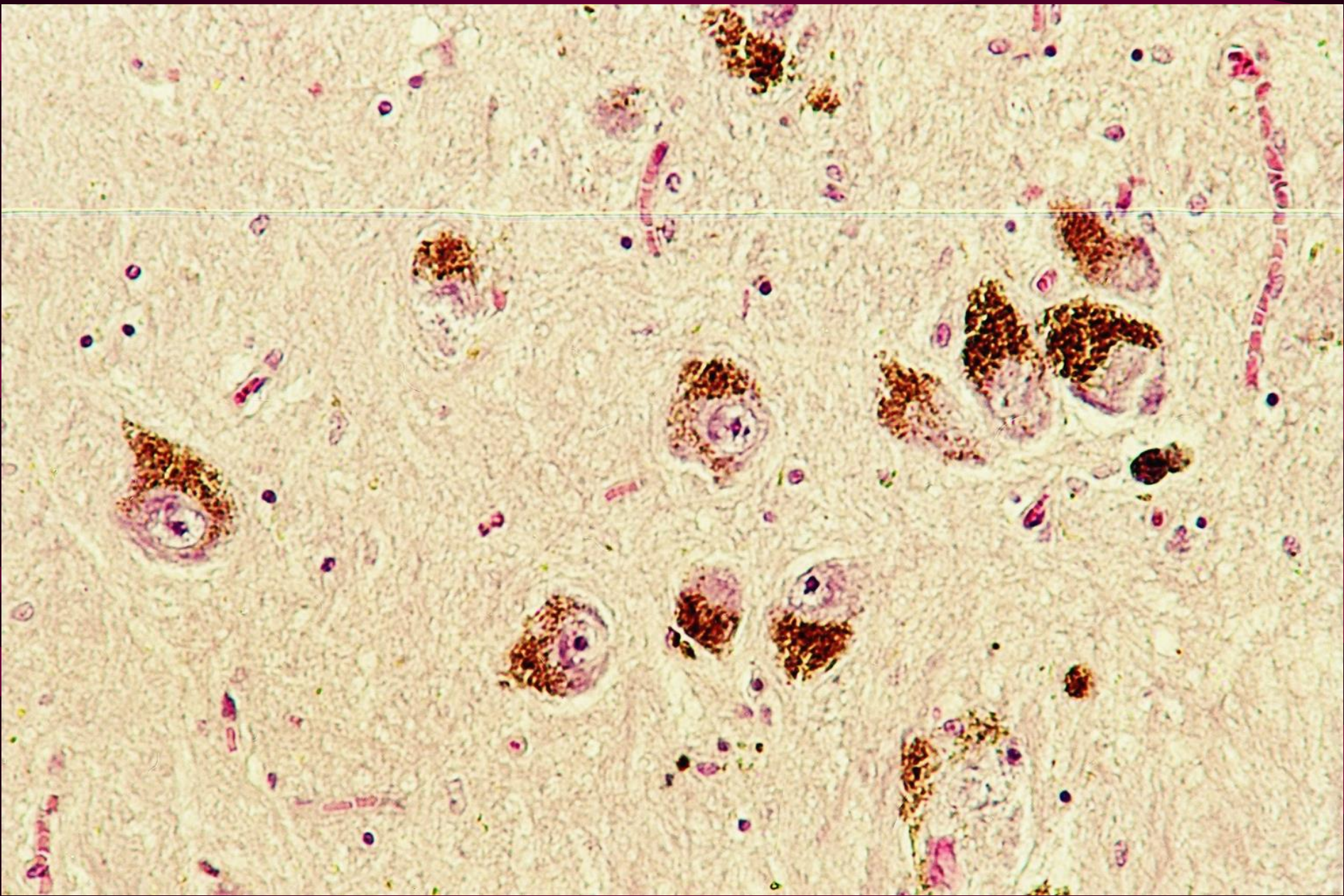
14 Nucleus

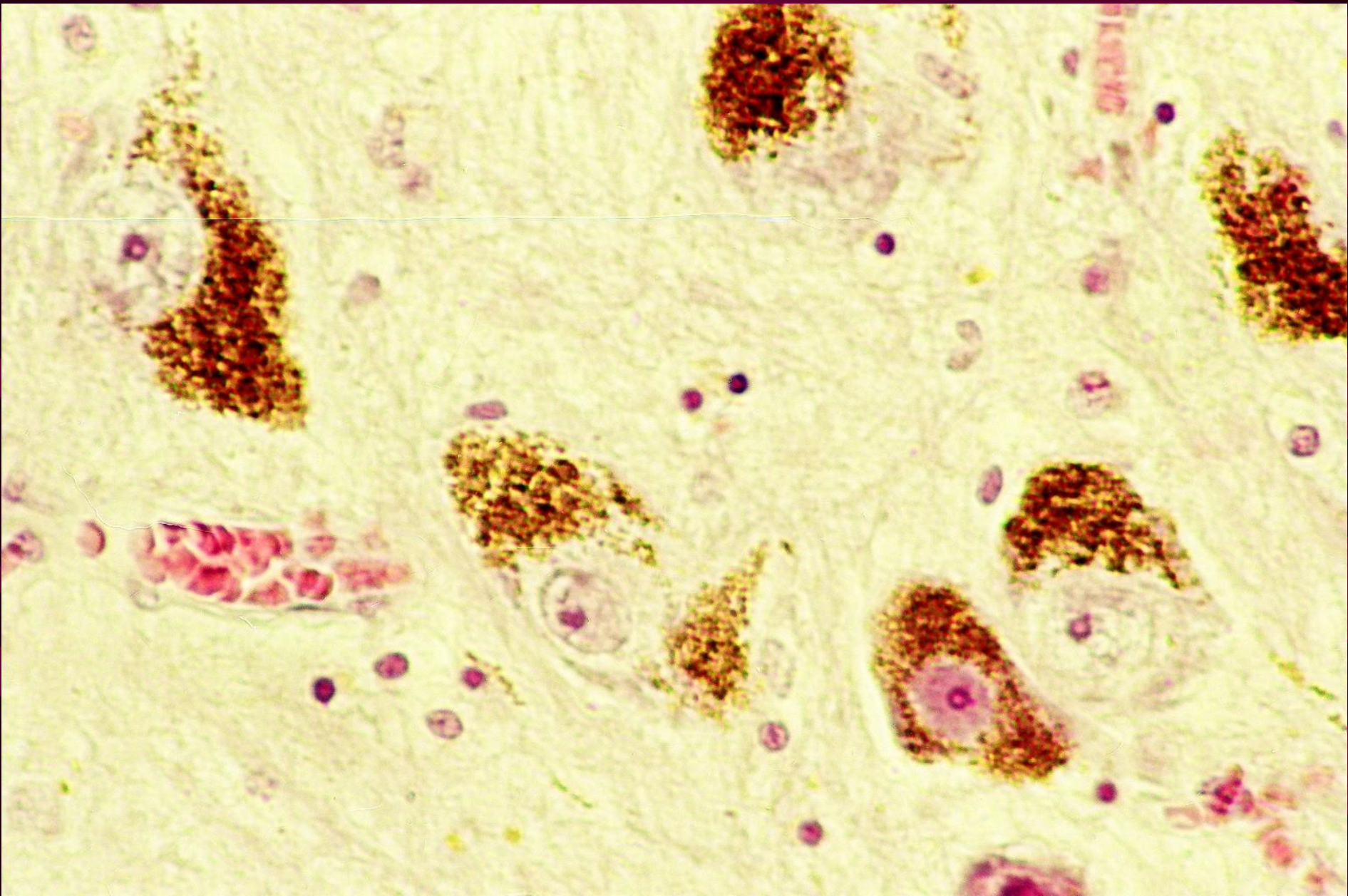
15 Nucleolus

Matricea neuronală este formată în cea mai mare parte din fosfoproteine. Studii de biochimie au demonstrat că există un număr foarte mare de fosfoproteine (**peste 100**), care diferă de la un neuron la altul prin greutatea moleculară, localizarea intracelulară și funcțiile lor. Pe lângă acestea, matricea neuronală cuprinde, în cantități foarte mici și alte tipuri de proteine solubile, foarte diverse din punct de vedere structural, dar cu implicații funcționale deosebite în procesele fiziologice și patologice ale sistemului nervos. Această mare heterogenitate biochimică a neuronilor se explică prin funcțiile complexe pe care le realizează aceștia.

Incluziunile prezente în celula nervoasă sunt reprezentate de: glicogen, lipide, pigmenti, granule de secreție. Granulele de glicogen sunt rare și se pun în evidență numai prin tehnici speciale de microscopie fotonică sau prin procedee de microscopie electronică. Lipidele apar sub formă de vacuole în neuronii persoanelor vârstnice, fiind aproape absente în neuronii de copil.

Unii neuroni pot conține granule de pigment care conferă un aspect macroscopic particular (brun-închis) unor nucleii. Astfel de neuroni sunt prezenți în nucleul motor dorsal al vagului, substanța neagră, locus coeruleus. Neuronii componenți conțin în pericarion granule de **pigment melanic**.





Alți neuroni, cum sunt cei din nucleul roșu, conțin granule de **pigment feric**. Rolul funcțional al acestor granule de pigment este încă necunoscut.

Cel mai frecvent pigment observat în pericarioni este **lipofuscina** sau pigmentul gras. Este un pigment de culoare galben-brun prezent mai ales în neuronii mari din măduva spinării, ganglionii simpatici paravertebrali, scoarța cerebrală, scoarța cerebeloasă, trunchiul cerebral etc. Prezent mai frecvent în jurul conului de emergență al axonului, pigmentul lipofuscinic este pus în evidență nespecific prin tehnicile histologice de colorare uzuale (hematoxină-eozină, tricromice) sau specific, prin colorațiile cu Sudan III și IV, Scharlach roth, acid osmic sau PAS.

Cantitatea de lipofuscină crește odată cu vârsta, fiind considerat un material rezidual, nedigerat de organele citoplasmatiche.

Unii neuroni (în special cei din hipotalamusul anterior) prezintă la nivelul pericarionilor și axonului **granule de neurosecreție**.

2.2. Prelungirile celulei nervoase

2.2.1. Dendritele Sunt prelungiri neuronale foarte ramificate care conduc influxul nervos aferent, centripet, de la periferia neuronului spre corpul neuronal. Numărul, lungimea și modul de distribuție spațială a ramificațiilor dendritice sunt foarte diferite de la un neuron la altul. Astfel, au fost identificați neuroni care nu posedă nici o dendrită, alții au o singură dendrită, în timp ce alții, cei mai numeroși, prezintă două sau mai multe dendrite.

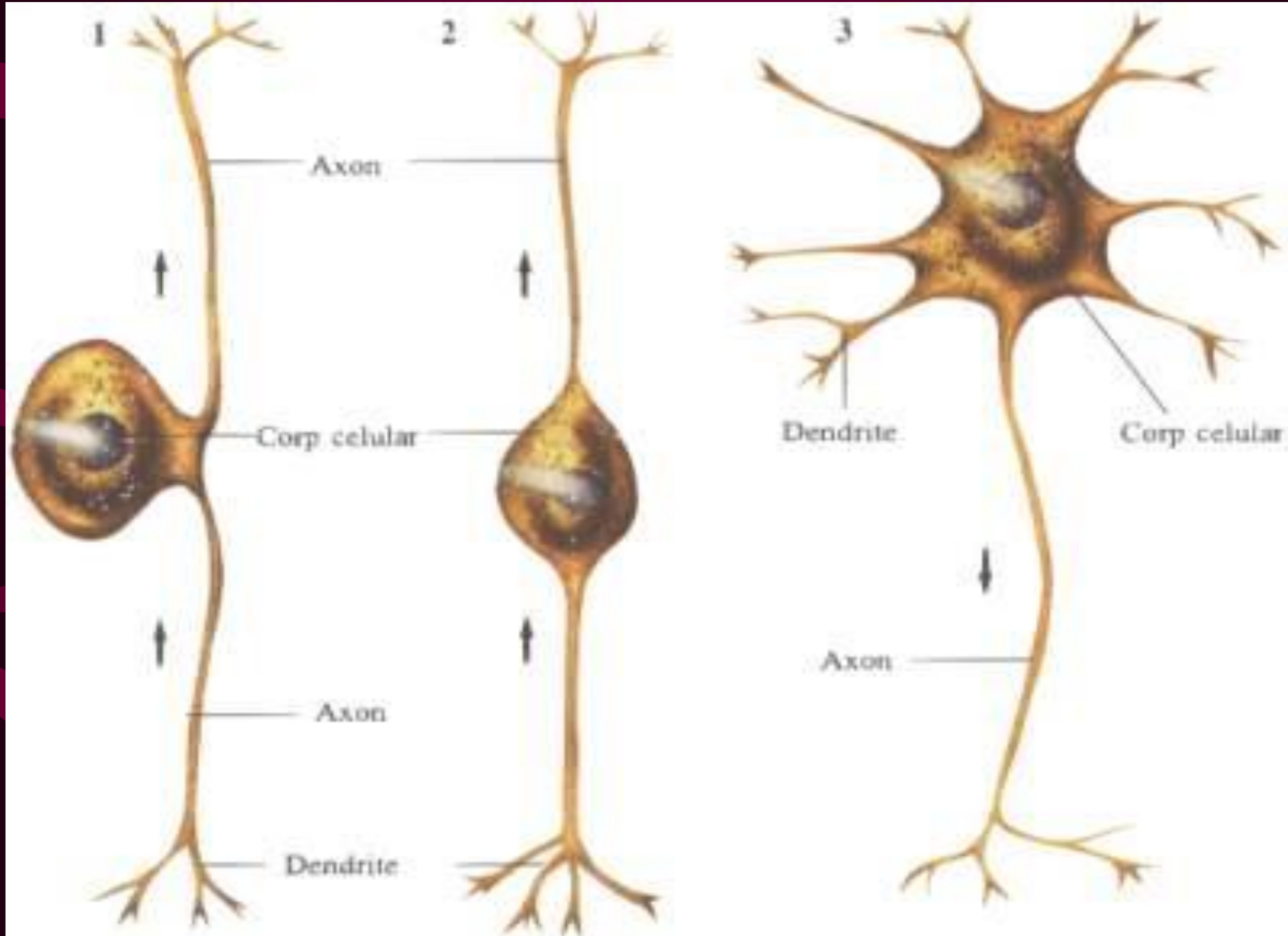
Dendritele se desprind din pericarion printr-o bază voluminoasă care conține aceleași organele celulare ca și pericarionul. Ele se ramifică arborescent emițând ramificații primare, secundare și terțiare.

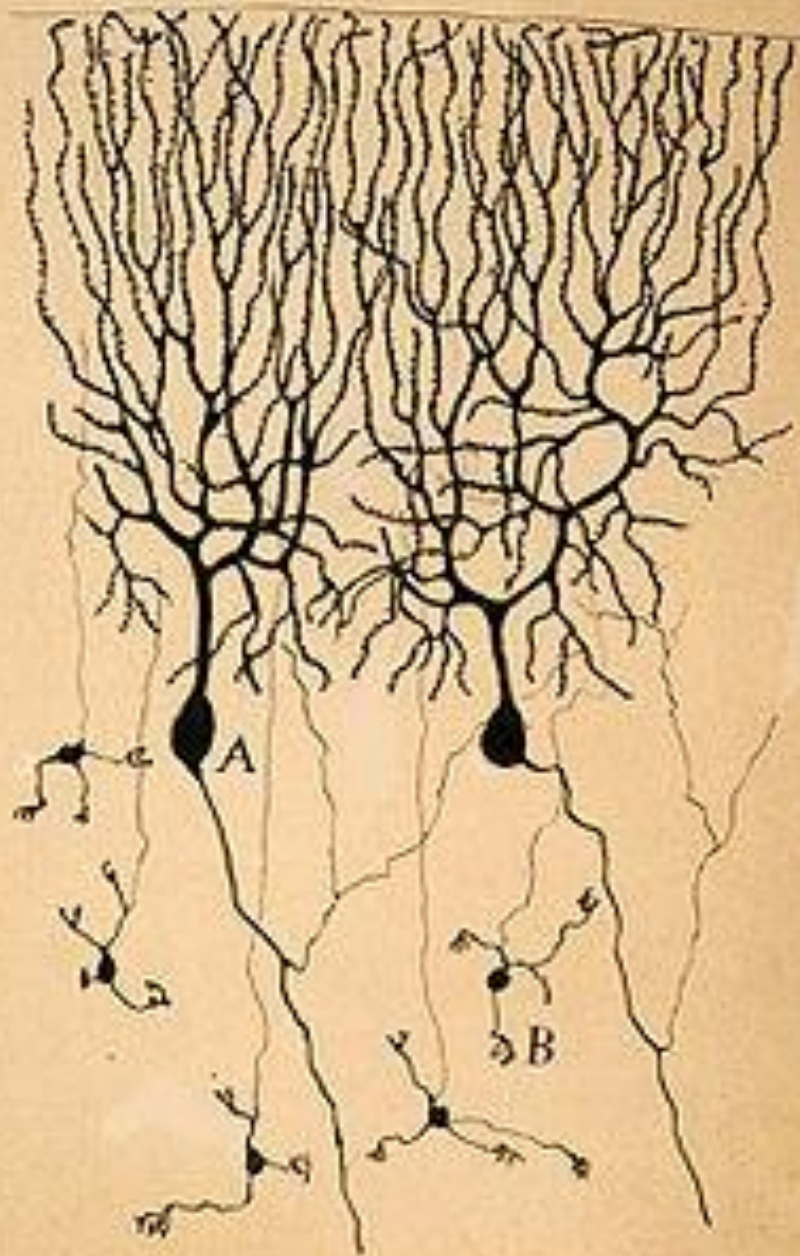
Membrana celulară, numită la acest nivel *dendrolemă*, nu este netedă, ci prezintă pe toate ramificațiile expansiuni fine, vizibile numai la microscopul electronic, denumite *spini dendritici* care au rolul de a mări suprafața celulei.

Dendroplasma, continuarea neuroplasmei, conține:

- neurofilamente;
- neurotubuli;
- corpusculi Nissl, prezenți la baza dendritei în aceeași cantitate ca și în pericarion. Ei se reduc ca număr și volum pe măsură ce diminuează calibrul dendritelor;
- mitocondrii alungite;
- aparat Golgi, prezent numai la baza de implantare a dendritelor.

Reprezentând de fapt adevărate **expansiuni ale corpului celular diferențiate în vederea recepționării influxului nervos**, dendritele măresc enorm suprafața celulară. Ramificațiile dendritice oferă astfel posibilitatea ca un singur neuron să primească și să se conecteze cu un număr impresionant de terminații axonale. În acest sens se apreciază că dendrita unei singure celule Purkinje din scoarța cerebeloasă se conectează cu circa **200 000 de terminații axonale**.





gustare
un fiasco
di vino

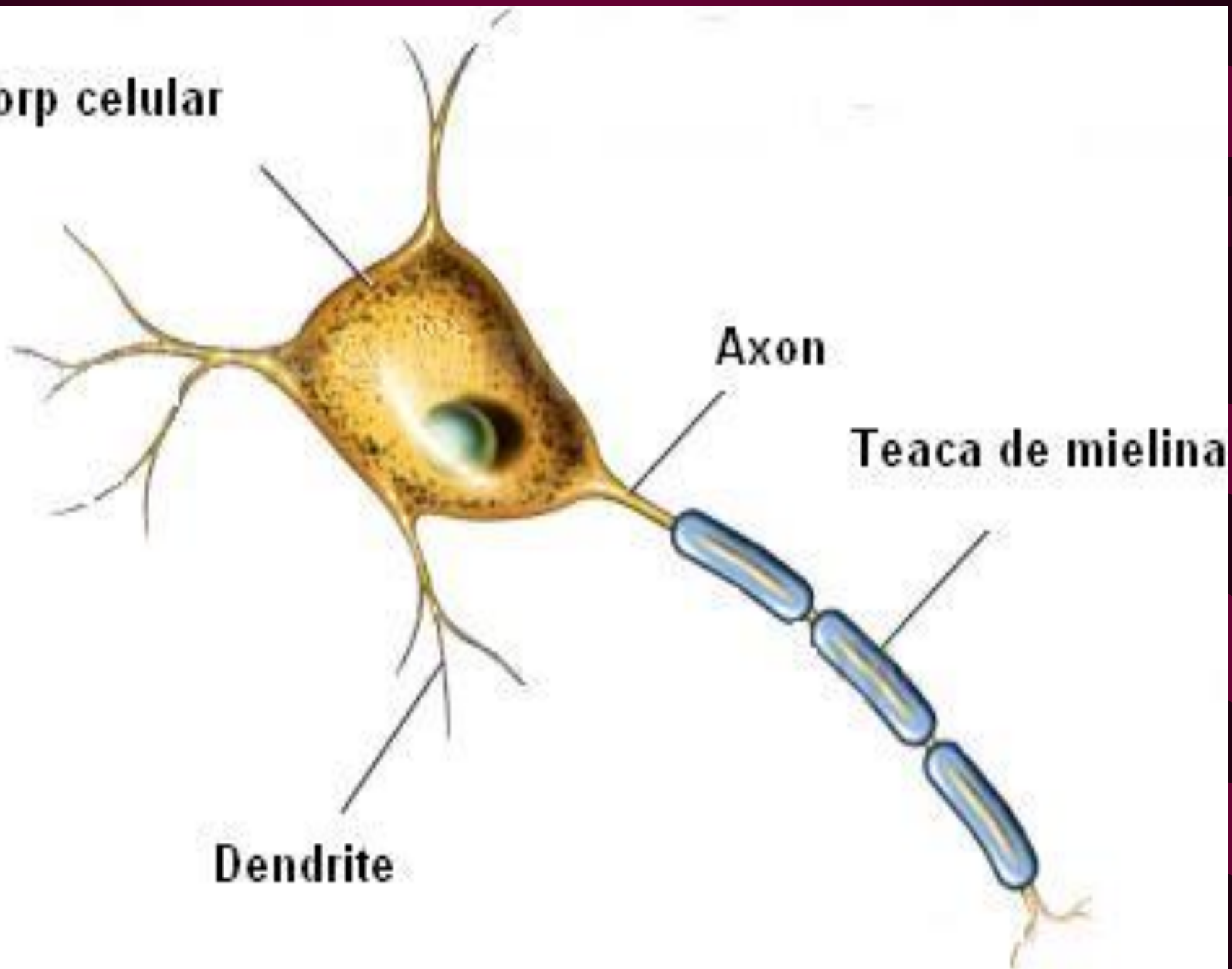
2.2.2. Axonul sau neuritul

Este o prelungire citoplasmatică unică, care conduce influxul nervos eferent sau centrifug, prezentă, cu rare excepții (celulele amacrine din retină), la toți neuronii. Este o prelungire cilindrică a cărei lungime și grosime variază după tipul de neuron. El ia naștere din corpul neuronal dintr-o regiune în formă de trunchi de con, denumită din acest motiv **con de emergență** și după un traiect mai lung sau mai scurt poate să emită ramificații colaterale în unghi drept ce se termină, ca și axul principal, prin **butoni terminali**. Spre deosebire de dendrite, axonul are un diametru aproximativ constant pe toată lungimea sa și nu se ramifică abundant.

Caracteristica morfologică esențială a conului de emergență în microscopia fotonică este **absența corpusculilor Nissl**. Microscopia electronică a demonstrat faptul că reticulul endoplasmic rugos și ribozomii liberi se reduc treptat spre conul de emergență al axonului, astfel încât la acest nivel nu pot exista decât rari ribozomi liberi.

După un anumit traiect în jurul axonului apare teaca de mielină. Porțiunea de axon cuprinsă între conul de emergență și locul unde primește teaca de mielină poartă numele de **segment inițial** și reprezintă locul unde se realizează sinapsele axo-axonale.

Corp celular



Axonul este delimitat la periferie de membrana celulară numită **axolemă** care continuă neurilema. Axolema formează o structură tubulară al cărei conținut poartă numele de **axoplasmă** și reprezintă o continuare a citoplasmei neuronale la acest nivel.

În axoplasmă, la microscopul electronic s-au identificat următoarele elemente structurale:

- **neurotubuli** care sunt elementul ultrastructural dominant în axonii neuronilor maturi. Au diametrul de aproximativ 25-30 nm, lungime variabilă și se dispun în lungul axonului;
- **neurofilamente**, mai evidente în neuronii maturi din sistemul nervos central. Uneori ele se pot asocia în fascicule grosiere, vizibile în microscopia optică prin impregnație argentică sub formă de **neurofibrile**;
- **mitocondrii**, mai numeroase în neuronii tineri. Ele au o formă ovalară și dimensiuni reduse. Prezența lor este un indicator al activității metabolice aerobe a neuritului respectiv;
- **reticul endoplasmic neted** care formează o rețea de tubi și cisterne distribuite relativ omogen în lungul axonului;
- **corpi multiveziculari** sau **corpi denși** care apar sub forma unor granule dense la fluxul de electroni, de formă variabilă și cu funcție încă neprecizată.

Capătul terminal al axonului sau al ramurilor colaterale ce se desprind din el la nivelul ștrangulațiilor Ranvier se ramifică, fiecare ramificație terminându-se printr-o dilatație numită **buton terminal**.

Butonul terminal constituie un element esențial al sinapsei, și anume, **elementul presinaptic**. În axoplasmă sa s-au identificat, prin tehnici de microscopie electronică, următoarele elemente:

- **vezicule cu mediator chimic** (vezicule sinaptice, sinaptozomi);
- mitocondrii;
- granule de glicogen;
- elemente tubulare ale reticulului endoplasmic neted;
- neurofilamente.

Veziculele sinaptice diferă între ele după mărime, formă și conținut. Cele mai numeroase sunt veziculele sferice cu diametrul de 40 nm prezente în neuronii motori și în plăcile neuromotorii. Ele conțin **acetilcholină**.

Alte vezicule au o formă ovalară, cu diametrul mare de 70-100 nm. Acestea conțin neurotransmițători cu **efect inhibitor** de tipul **glicină**, **acid gama-aminobutiric** etc.

Neuronii din sistemul nervos vegetativ prezintă în butonii terminali granule cu diametrul de circa 50 nm, dense la fluxul de electroni, care conțin **adrenalină**, **noradrenalină**, **dopamină** sau **serotonină**.

Axonul are două funcții principale, îndeplinite de cele două componente esențiale ale acestuia:

- **funcția de transport axonal** realizată de axoplasmă;
- **funcția de conducere a undei de depolarizare** realizată de axolemă.

Prin axoplasmă se realizează transportul substanțelor proteice de la pericarion spre butonii terminali (**transport axonal ortograd**) și în sens invers (**transport axonal retrograd**). Transportul axonal ortograd poate fi rapid, când viteza de transport este de 300-400 mm pe zi, sau lent când viteza este de 1-10 mm pe zi. Sunt transportate astfel unele proteine structurale sau enzime, proteinele constitutive ale membranelor veziculelor sinaptice, enzimele care intervin în sinteza locală a neurotransmițătorilor, proteinele cu rol trofic etc. În sens retrograd sunt transportate unele proteine membranare modificate de procesele fiziologice sau patologice ce se desfășoară la nivelul terminațiilor axonale, membranele care au constituit sinaptozomii etc.

2.3. Clasificarea neuronilor

Neuronii se clasifică după mai multe criterii:

2.3.1. După *criteriul morfologic* neuronii se clasifică astfel:

- neuroni unipolari;
- neuroni pseudounipolari;
- neuroni bipolari;
- neuroni multipolari.

Neuronii unipolari sunt mai numeroși în cursul procesului de embriogeneză, dar la adult aceștia sunt foarte rari (*neuronii din nucleul mezencefalic al nervului trigemen*). Prezintă un corp neuronal rotund din care se desprinde o singură prelungire, axonul, dendritele fiind absente.

Neuronii pseudounipolari sunt neuroni senzitivi al căror pericarion se găsește în ganglionii de pe rădăcinile posterioare ale nervilor spinali sau ganglionii unor nervi cranieni. Corpul celular este mare, rotund și emite o singură prelungire care, după un traiect sinuos, se împarte în două prelungiri care se îndreaptă în direcții opuse: una constituie dendrita și intră în alcătuirea trunchiului și ramurilor nervului spinal, îndreptându-se spre periferie, iar cealaltă prelungire formează axonul care pătrunde în sistemul nervos central. Acești neuroni, numiți și neuroni cu *prelungirea în "T"*, apar inițial în cursul procesului de embriogeneză ca neuroni bipolari. În cursul procesului de diferențiere și maturare funcțională, cele două prelungiri se apropie și alătură pe o anumită porțiune. Impulsurile nervoase generate de prelungirea dendritică, străbat pericarionul după care trec în axon.

Neuronii bipolari prezintă un corp celular ovalar sau alungit din care se desprind două prelungiri diametral opuse: un axon și o dendrită. Asemenea neuroni sunt reprezentați de unii neuroni de asociație din nevrax, neuronii bipolari din structura retinei, neuronii din ganglionul lui Scarpa, neuronii din ganglionul lui Corti, neuronii din mucoasa olfactivă etc.

Neuronii multipolari sunt cei mai numeroși, fiind prezenți atât în sistemul nervos central cât și la nivelul sistemului nervos periferic. Corpul celular, de formă sferică, poliedrică, piramidală, piriformă, fuziformă, stelată, etc, emite un axon și două sau mai multe prelungiri dendritice situate în planuri diferite. Asemenea neuroni sunt reprezentați de: neuronii motori din coarnele anterioare ale măduvei spinării, celulele piramidale din scoarța cerebrală, celulele granulare și celulele Purkinje din scoarța cerebeloasă, neuronii multipolari din ganglionii vegetativi, neuronii de asociație din trunchiul cerebral etc.

2.3.2. După *criteriul funcțional* există:

- neuroni senzitivi;
- neuroni motori;
- neuroni de asociație;
- neuroni secretori.

Neuronii senzitivi conduc influxul nervos de la periferia organismului spre sistemul nervos central. Terminațiile lor dendritice constituie calea aferentă a unui analizator fiind conectate cu celulele receptoare sau formând receptorul unui analizator (terminații nervoase libere). Asemenea neuroni se găsesc în ganglionii spinali sau în ganglionii senzitivi ai nervilor cranieni.

Neuronii motori conduc influxul nervos eferent, de la nivelul sistemului nervos central spre periferie, spre organele efectoare. Ei se găsesc localizați la toate etajele sistemului nervos central: scoarța cerebrală, scoarța cerebeloasă, trunchiul cerebral, măduva spinării și chiar în sistemul nervos periferic (în ganglionii vegetativi). Terminația lor axonală este în contact cu un organ efector (fibre musculare striate, fibre musculare netede, glande).

Neuronii de asociație se găsesc în sistemul nervos central și, în mod deosebit, în substanța reticulată. Sunt neuroni de legătură dispuși între neuronii senzitivi și motori facilitând realizarea unor reflexe polisinaptice sau între neuroni de același tip unde acționează ca relee care, în funcție de intensitatea excitantului, pot deschide anumite circuite neuronale.

Neuronii secretori reprezintă o categorie de neuroni al căror metabolism s-a specializat în direcția sintezei unui produs hormonal. Cel mai cunoscut exemplu sunt neuronii din hipotalamusul anterior, **din nucleii supraoptici și paraventriculari** care elaborează hormoni retrohipofizari. La ora actuală sunt cunoscuți foarte mulți neuroni cu proprietăți neurosecretorii.

2.3.3. După *lungimea axonului*, neuronii se clasifică în :

- neuroni cu axon lung tip Golgi I,
- neuroni cu axon scurt tip Golgi II.

Neuronii tip Golgi I prezintă cel mai adesea un corp celular voluminos din care pleacă un axon gros care, după un traiect variabil, primește teaca de mielină și intrând în substanța albă constituie fasciculele ascendente sau descendente ale sistemului nervos central sau formează nervii periferici. Axonul astfel izolat permite o creștere considerabilă a vitezei de conducere a influxului nervos.

Neuronii tip Golgi II au axonul scurt care nu depășește substanța cenușie a nevraxului. Imediat ce se desprinde din corpul celular emite colaterale care se ramifică complex, stabilind conexiuni cu alți neuroni. Sunt neuroni de asociație.

Sinapsele sunt structuri specializate de contact între neuroni sau între neuroni și organele efectoare, responsabile de transmiterea unidirecțională a influxului nervos și de **polarizarea dinamică a neuronului** (gr. ***synapsis*** = legătură). Datorită polarizării dinamice a neuronului, influxul nervos se va propaga întotdeauna de la dendrite spre corpul celular și de aici, prin axon spre butonii terminali.

Termenul de sinapsă a fost introdus în 1897 de Sherrington în sens mai mult fiziologic decât morfologic, deoarece la acea dată și în prima jumătate a secolului al XX-lea au existat două concepții privind transmiterea influxului nervos și anume:

- teoria "reticulară" a lui Golgi și Gerlach care susținea că neuronii nu sunt unități independente morfologic ci constituie o veritabilă rețea continuă având în comun membrana, citoplasma și organitele celulare.
- teoria "neuronală" având ca autori pe Ramon y Cajal, Hiss, Forel care considerau că neuronii sunt unități independente ce se conectează între ei prin zone de contact prin care se transmite unda de depolarizare.

Disputa neurologilor și morfologilor a fost tranșată definitiv în 1954-1956 când, cu ajutorul microscopiei electronice, s-au descris elementele ultrastructurale ale sinapsei care au confirmat valabilitatea teoriei neuronale.

3.1. Structura sinapsei

Sinapsa prezintă trei elemente ultrastructurale distincte:

- componenta presinaptică;
- fanta sinaptică;
- componenta postsinaptică.

Componenta presinaptică este reprezentată de butonul terminal al axonului care conține veziculele cu mediatorul chimic. Membrana acestuia prezintă pe frontul citoplasmatic spre fanta sinaptică niște densificări proteice, dispuse într-o rețea hexagonală, realizând o structură complexă numită "grilă presinaptică" prin care mediatorul chimic se eliberează sub formă de cuante (vacuola cu vacuolă).

Fanta sinaptică sau spațiul sinaptic are o lărgime de 20 - 25 nm. Ea se dispune între componentele pre- și postsinaptică și este ocupată de un material relativ dens la fluxul de electroni cu o compoziție biochimică asemănătoare glicocalixului.

Componenta postsinaptică este formată de membrana dendritei sau a pericarionului care vine în contact cu butonul terminal al axonului adiacent. La nivelul sinapsei, membrana postsinaptică prezintă îngroșări neuniforme, iar în citoplasma adiacentă se găsesc numeroase mitocondrii, fragmente de reticul endoplasmic rugos și corpi multivezikulari.

3.2. Clasificarea sinapselor

Sinapsele pot fi clasificate după mai multe criterii.

3.2.1. După **criteriul fiziologic** sinapsele pot fi:

- **sinapse cu transmitere electrică** în care spațiul sinaptic este redus, iar între neuroni există joncțiuni de tip **gap** care permit trecerea undei de depolarizare;

- **sinapse chimice** care permit trecerea undei de depolarizare de la un neuron la altul numai prin intermediul unui mediator chimic. Aceste sinapse se împart la rândul lor în **sinapse excitatorii** și **sinapse inhibitorii**. În sinapsele excitatorii eliberarea neuromediatorului în fanta sinaptică este urmată de depolarizarea membranei postsinaptice și transmiterea influxului nervos neuronului adiacent, pe când în sinapsele inhibitorii eliberarea neuromediatorului în spațiul sinaptic determină o hiperpolarizare a membranei postsinaptice care are ca efect blocarea transmiterii influxului nervos. Marea majoritate a sinapselor sunt chimice; sinapsele electrice sunt foarte rare.

3.2.2. După **criteriul morfologic** există:

- **sinapse axo-dendritice** ce se realizează între butonul terminal al unui axon și dendrita axonului următor. Sunt cele mai numeroase tipuri de sinapse, cel puțin la nivelul scoarței cerebrale, unde reprezintă 98% din totalitatea tipurilor de sinapse.
- **sinapse axo-somatiche** care se realizează între butonul terminal al unui axon și o porțiune din membrana celulară a pericarionului.
- **sinapse axo-axonale** care apar între butonul terminal al unui axon și segmentul inițial, mielinic al unui alt axon.
- **sinapse dendro-dendritice, dendro-somatiche și soma-somatiche** care sunt extrem de rare (în talamus, bulbul olfactiv). Sunt sinapse electrice și nu prezintă decât un interes de curiozitate științifică.

3.2.3. După **criteriul biochimic**, respectiv după mediatorul chimic eliberat în spațiul sinaptic, sinapsele chimice sunt:

- **colinergice** care au mediator chimic acetilcholina. Sunt cele mai numeroase sinapse ce apar între neuronii motori și organele efectoare (plăci neuromusculare);
- **adrenergice** și **noradrenergice**, prezente în special în sistemul nervos vegetativ;
- **dopaminergice** care utilizează dopamina ca neurotransmițător;
- **serotoninerigice** ce au drept mediator serotonina sau 5-hidroxitriptamina;
- **gabaminergice** utilizând ca mediator acidul gama-amino-butiric (GABA).

Până la ora actuală, se cunosc peste 35 de mediatori chimici cu structuri chimice diferite. Dintre aceștia, cei mai menționați sunt unii aminoacizi (glicina, taurina, acidul aspartic, acidul glutamic), unele amine biogene (histamina) sau unele oligopeptide.

Fiecare sinapsă are mediatorul său specific, în sensul că în fanta sinaptică nu se eliberează decât un mediator chimic, același de la formarea și până la distrugerea sinapsei.

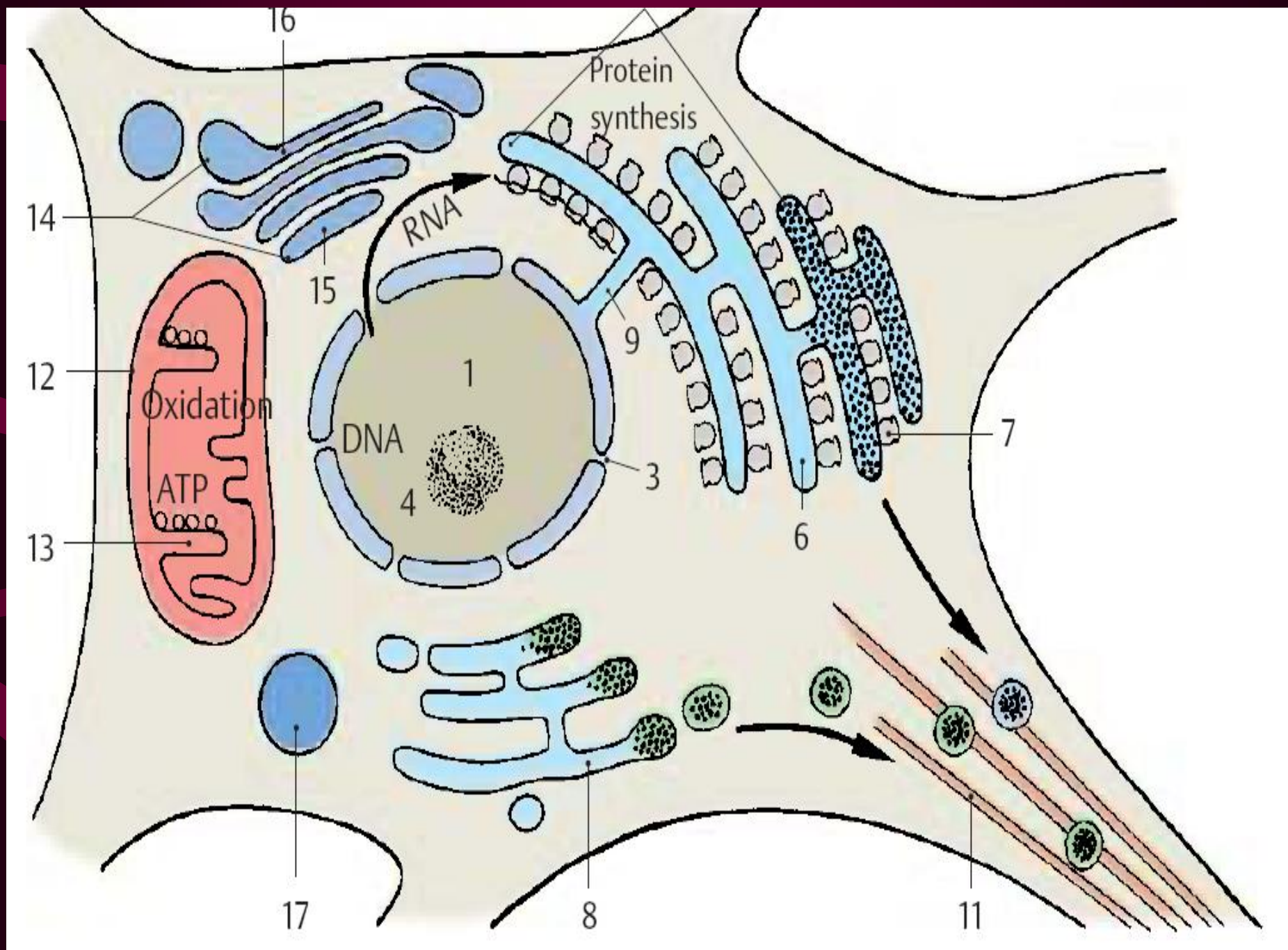
Neuronii mamiferelor prezintă o mare **plasticitate**, manifestată prin capacitatea acestora de a-și modifica numărul, natura și nivelul de activitate al sinapselor, impusă de adaptarea permanentă la condițiile de mediu. Plasticitatea sinaptică se manifestă printr-un adevărat turnover al sinapselor și constă în capacitatea acestora de a-și modifica funcțiile, de a crește sau descrește numeric sau de a fi înlocuite cu altele. Această proprietate se păstrează toată viața, dar variază în funcție de vârsta individului, intensitatea stimulilor și regiunea sistemului nervos.

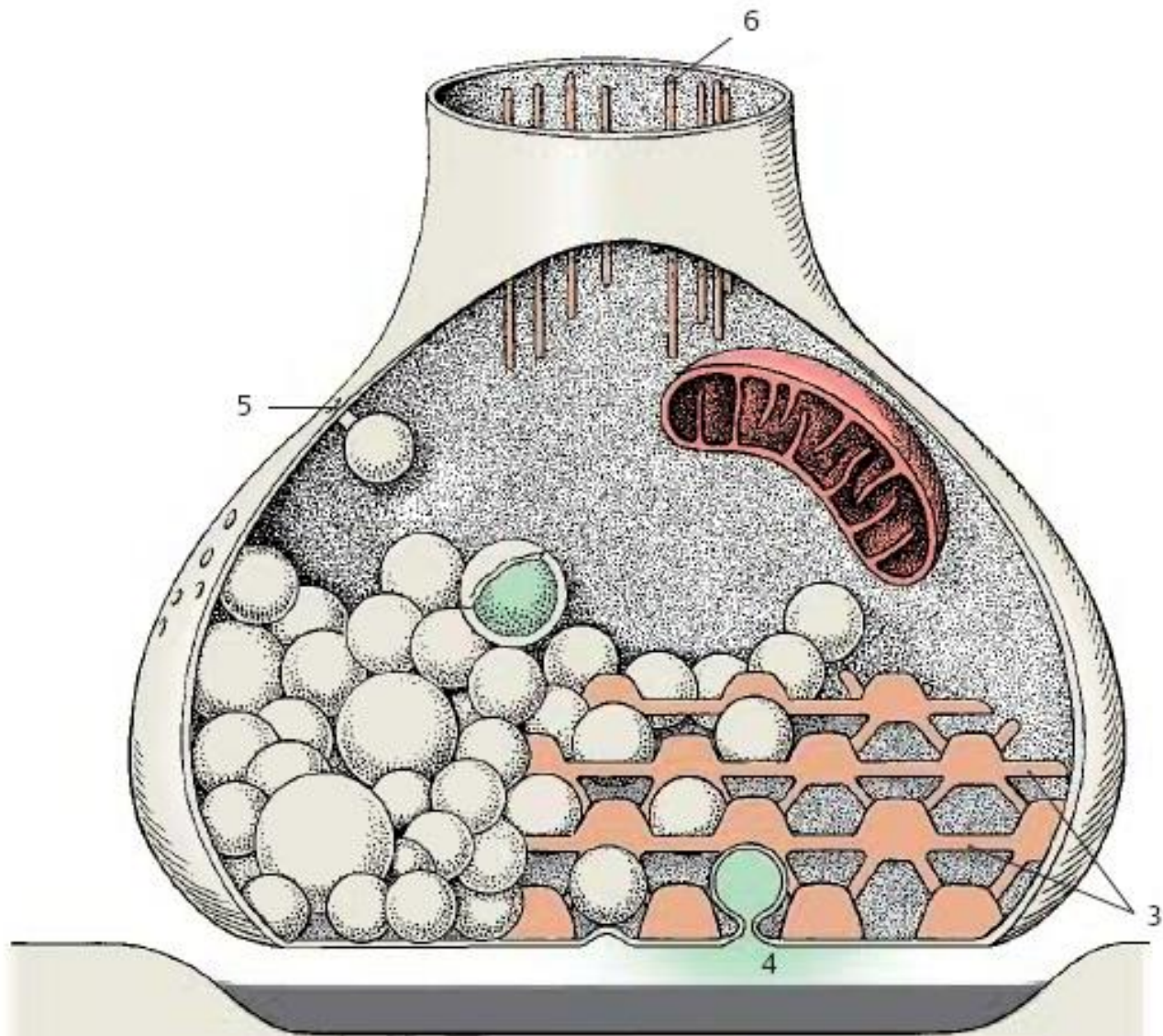
3.3. Funcționarea sinapselor

Apariția unui potențial de acțiune la nivelul membranei presinaptice determină eliberarea mediatorului chimic în fanta sinaptică. Este un proces de exocitoză care constă în atașarea temporară a veziculelor cu mediator la membrana presinaptică, urmată de încorporarea lor în structura membranei presinaptice, ruperea membranelor veziculelor și evacuarea conținutului în spațiul sinaptic. Acesta difuzează rapid și acționează asupra **receptorilor** din membrana postsinaptică provocând o creștere locală a permeabilității membranelor pentru ionii de Na^+ și K^+ . Na^+ pătrunde rapid și în cantitate mare în neuron, datorită gradientului de concentrație, în timp ce K^+ iese în cantitate limitată din celulă. Rezultă o depolarizare membranală locală care, la o anumită diferență de potențial electric, se propagă în toate sensurile de-a lungul întregii membrane neuronale. Procesul de depolarizare este urmat rapid de repolarizarea membranală, fenomen indispensabil funcționării normale a celulei. Repolarizarea membranală este posibilă datorită inactivării imediate a neuromediatorului fie prin degradarea sa enzimatică (acetil-colinesteraza pentru acetilcholină, catecol-O-metil-transferaza și mono-amin-oxidaza pentru noradrenalină), fie prin recaptarea acestuia în terminațiile nervoase care l-au eliberat.

Membranele rezultate după eliberarea mediatorului chimic vor fi recuperate de componenta presinaptică prin endocitoză și reciclate la nivelul corpului celular, refăcând astfel stocul membranal.

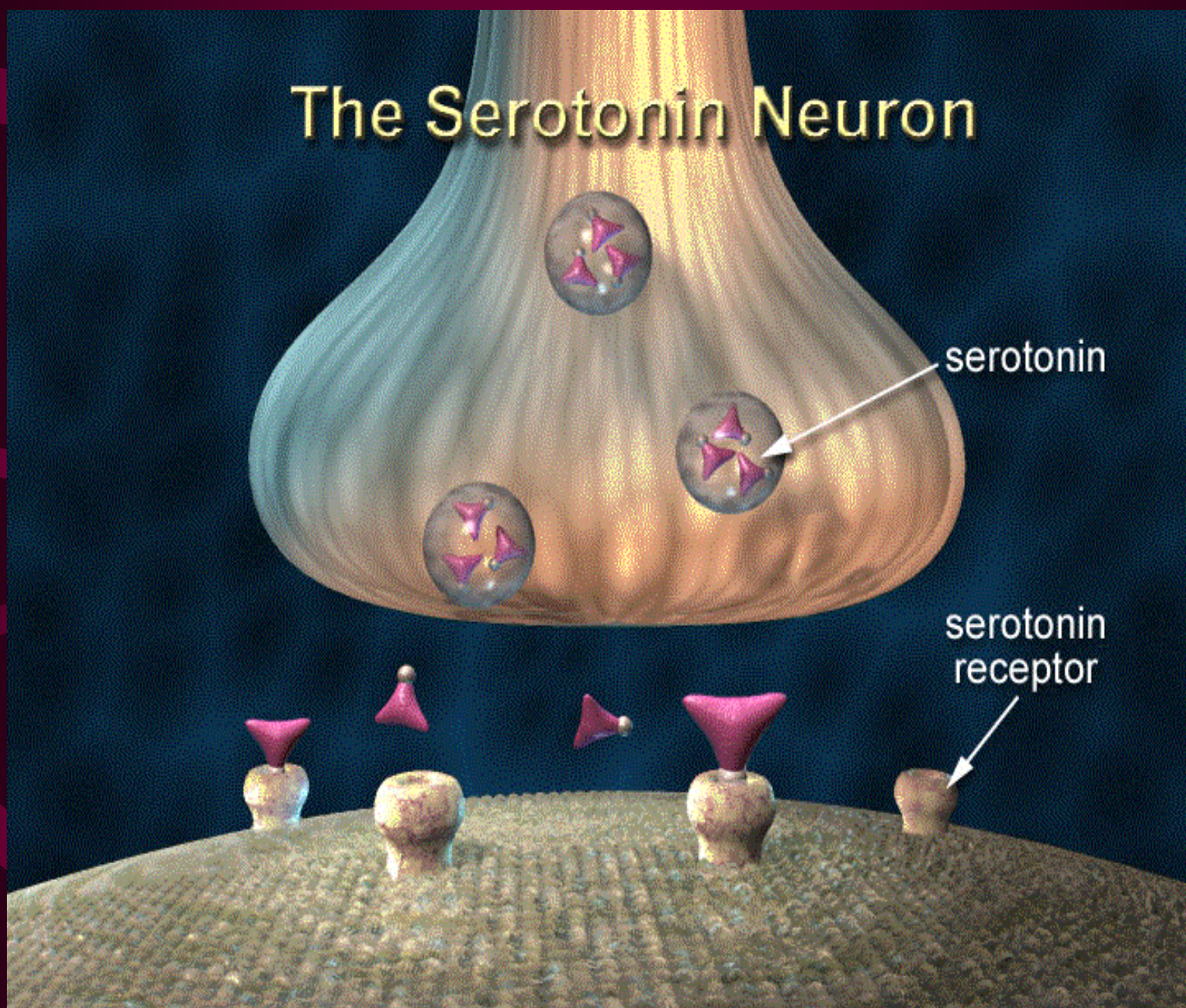
La nivelul fiecărei sinapse influxul nervos întârzie 0,5 - 0,7 ms



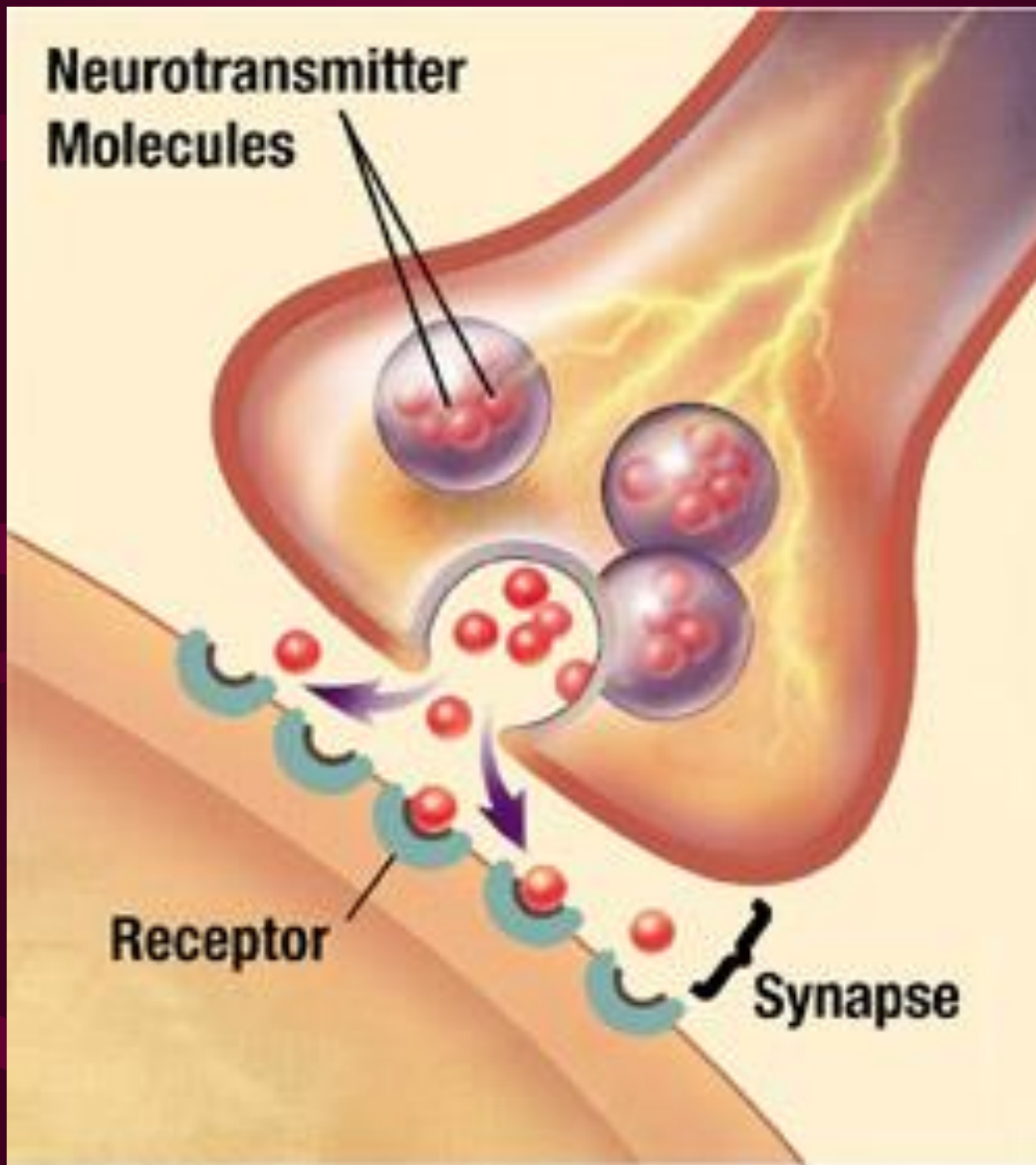


Structura sinapsei

The Serotonin Neuron

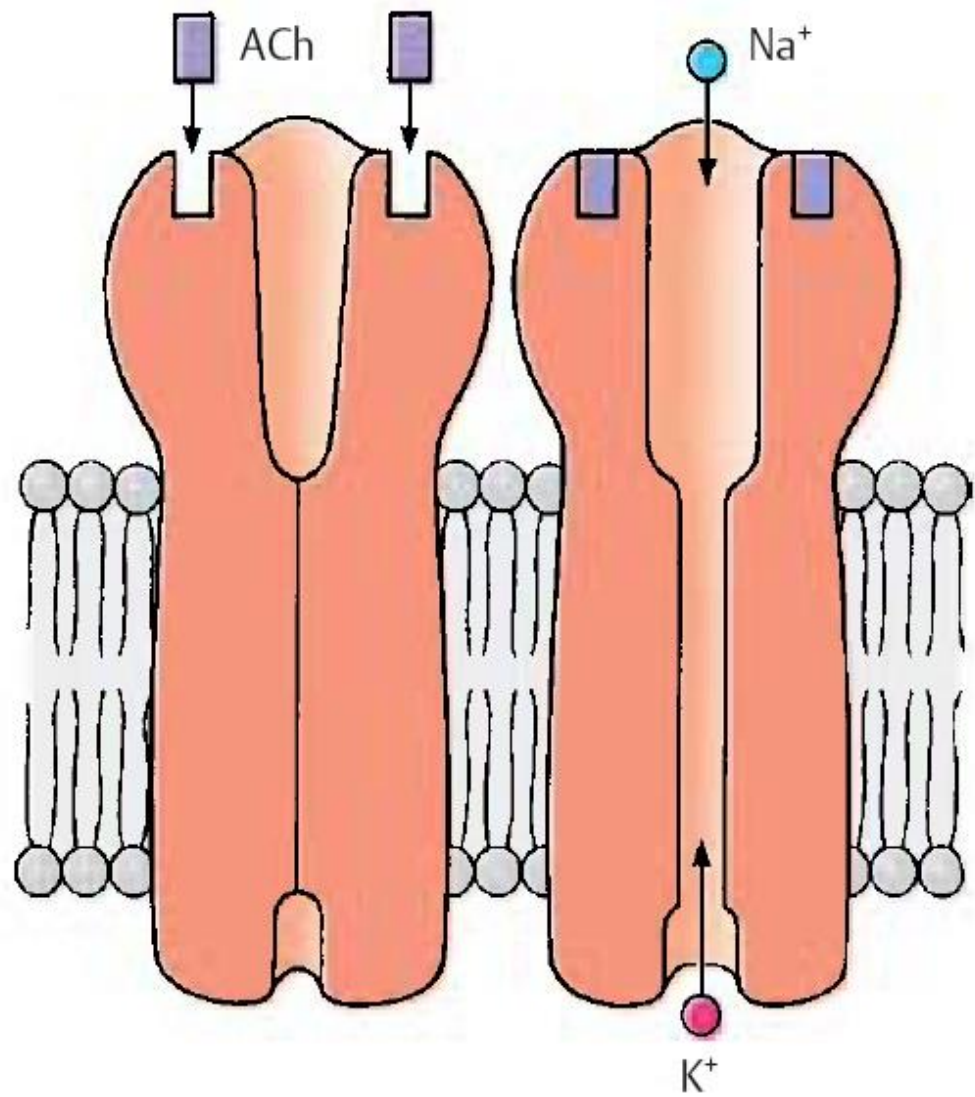
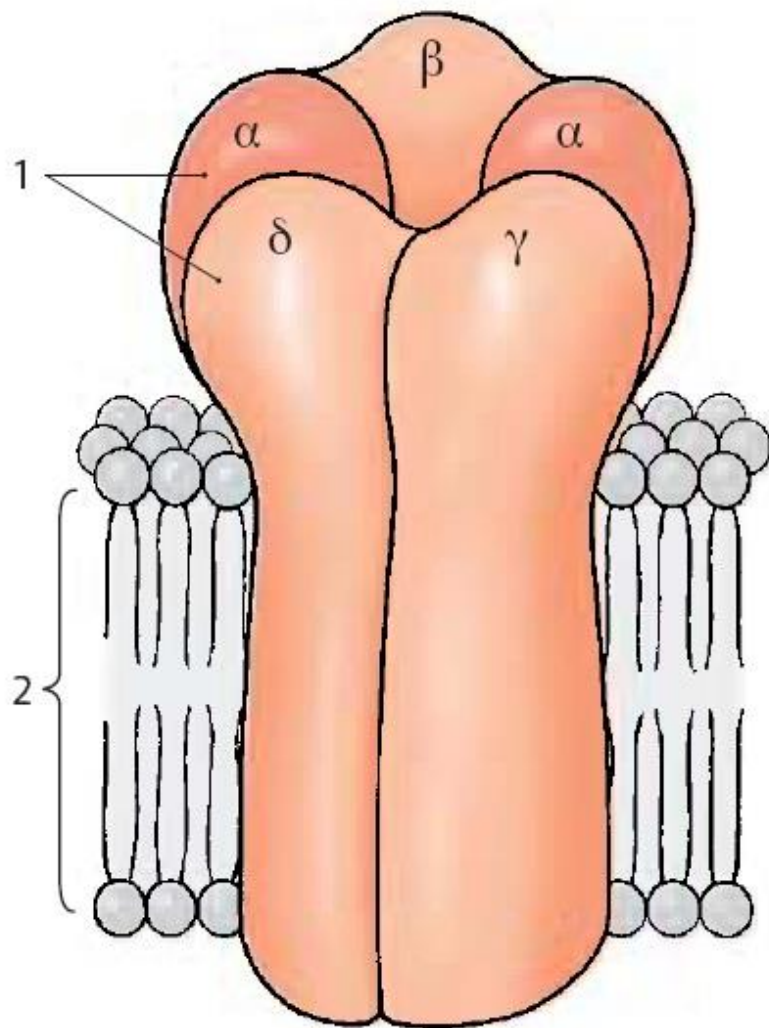


**Neurotransmitter
Molecules**

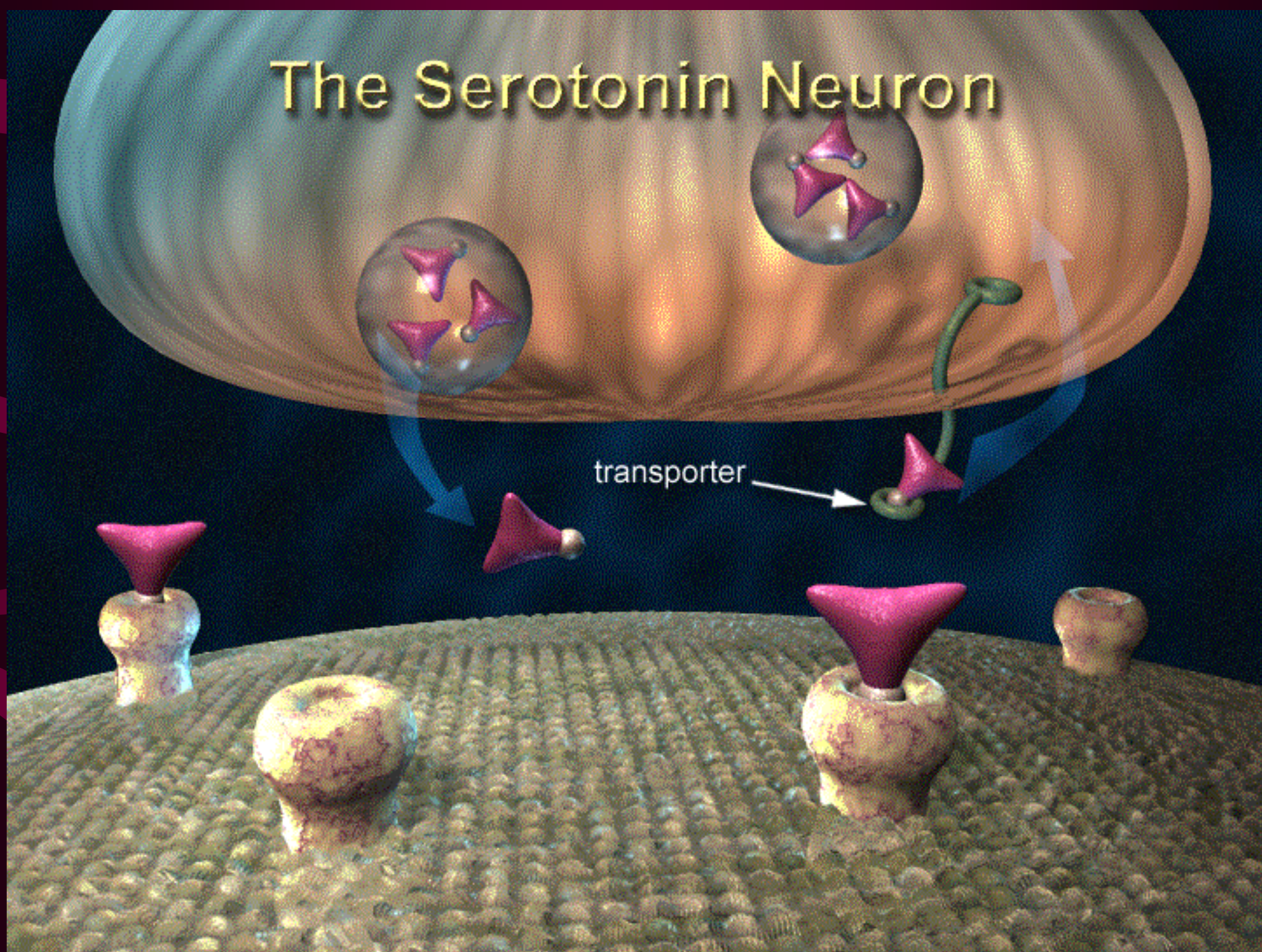


Receptor

Synapse



The Serotonin Neuron



4. Fibrele nervoase

Sunt structuri nervoase alcătuite din prelungirile neuronale înconjurate sau nu de teci nevroglice.

În sistemul nervos central există două structuri diferite care conțin fibre:

- substanța cenușie care conține prelungiri **neuronale nude** (dendrite și axoni fără teci nevroglice în jur). Aceste prelungiri formează rețele plexiforme și participă la formarea **neuropilului**;
- substanța albă care conține **axoni înveliți de o teacă de mielină** sintetizată de **oligodendroglia**. Aceștia sunt organizați în cea mai mare parte în fascicule sau tracturi ascendente și descendente.

În sistemul nervos periferic, fibrele nervoase, în funcție de prezența sau absența tecii de mielină, se prezintă sub două aspecte:

- fibre nervoase cu mielină sau **mielinice**;
- fibre nervoase fără mielină sau **amielinice**.

4.1. Fibrele nervoase cu mielină.

În sistemul nervos periferic, fibrele nervoase cu mielină sunt reprezentate de fibrele senzitive sau motorii din structura nervilor spinali și cranieni, fibrele motorii preganglionare simpatice și parasimpatice, precum și de unele fibre postganglionare simpatice. Prezența tecii de mielină conferă acestor structuri o culoare albă-sidefie.

O fibră nervoasă cu mielină este constituită dintr-o prelungire neuronală (axon sau dendrită) în jurul căreia se dispun concentric trei teci:

- teaca de mielină;
- teaca Schwann;
- teaca reticulinică Henle-Key-Retzius.

Teaca de mielină se dispune ca un manșon în jurul unei singure prelungiri neuronale de la pericarion până la 1-2 μm de extremitatea distală a axonului. Grosimea tecii de mielină variază după diametrul axonului dar se păstrează constantă pe toată lungimea prelungirii respective. Ea este întreruptă din loc în loc de niște ștrangulații concentrice numite **nodurile sau ștrangulațiile Ranvier**. Segmentul de fibră nervoasă cuprins între două ștrangulații Ranvier succesive este numit **segment internodal** sau **segment interinelar**. Lungimea segmentului internodal variază de la 0,08 mm până la 1 mm.

În apropierea nodurilor Ranvier, la microscopul optic, prin impregnații argentice, s-au pus în evidență prezența unor scizuri de formă conică denumite **scizurile Schmidt-Lanterman**.

Studii de microscopie electronică pe un nerv fixat în acid osmic au evidențiat faptul că teaca de mielină este constituită dintr-o succesiune alternantă, foarte regulată, de lamele concentrice mai clare și mai dense.

Structura lamelară a mielinei explică mecanismul ei de formare. Ea rezultă din înfășurarea membranei celulei nevroglice Schwann sau a oligodendrogliei în jurul prelungirii neuronale. În cursul ontogenezei, axonul pătrunde într-un canal format în celula Schwann. Marginile canalului se unesc și formează un **mezaxon** care, prin rotația celulei nevroglice, va forma teaca de mielină.

Din punct de vedere biochimic teaca de mielină are o structură **complexă lipoproteică** cu o proporție mult mai mare de lipide în structura sa comparativ cu alte membrane celulare. Astfel, lipidele reprezintă 64% (fiind reprezentate de colesterol, fosfolipide și glicolipide), proteinele 30%, iar glucidele 6%. **Galactocerebrozidul** este un glicolipid prezent numai în teaca de mielină și reprezintă singur aproximativ 20% din greutatea uscată a mielinei.

Datorită conținutului său crescut în lipide, apa și electroliții sunt aproape excluși din conținutul său. De aceea mielina, pe lângă rolul protector pentru axon, funcționează ca un **izolator electric**.

Axonul poate fi depolarizat numai la nivelul regiunilor nodale Ranvier, acolo unde lipsește teaca de mielină, astfel că influxul nervos se transmite din nod în nod, **saltatoriu**, ceea ce are ca efect creșterea considerabilă a vitezei de conducere a influxului nervos.

Viteza de conducere a influxului nervos nu este identică pentru toate fibrele nervoase cu mielină. Axonii mai mari, cu teacă de mielină mai groasă au o viteză de conducere mai mare față de axonii mai mici.

Teaca Schwann este alcătuită din celule nevroglice, **celulele Schwann**, dispuse "în serie" de la un cap la altul al fibrei nervoase, acoperind la exterior teaca de mielină.

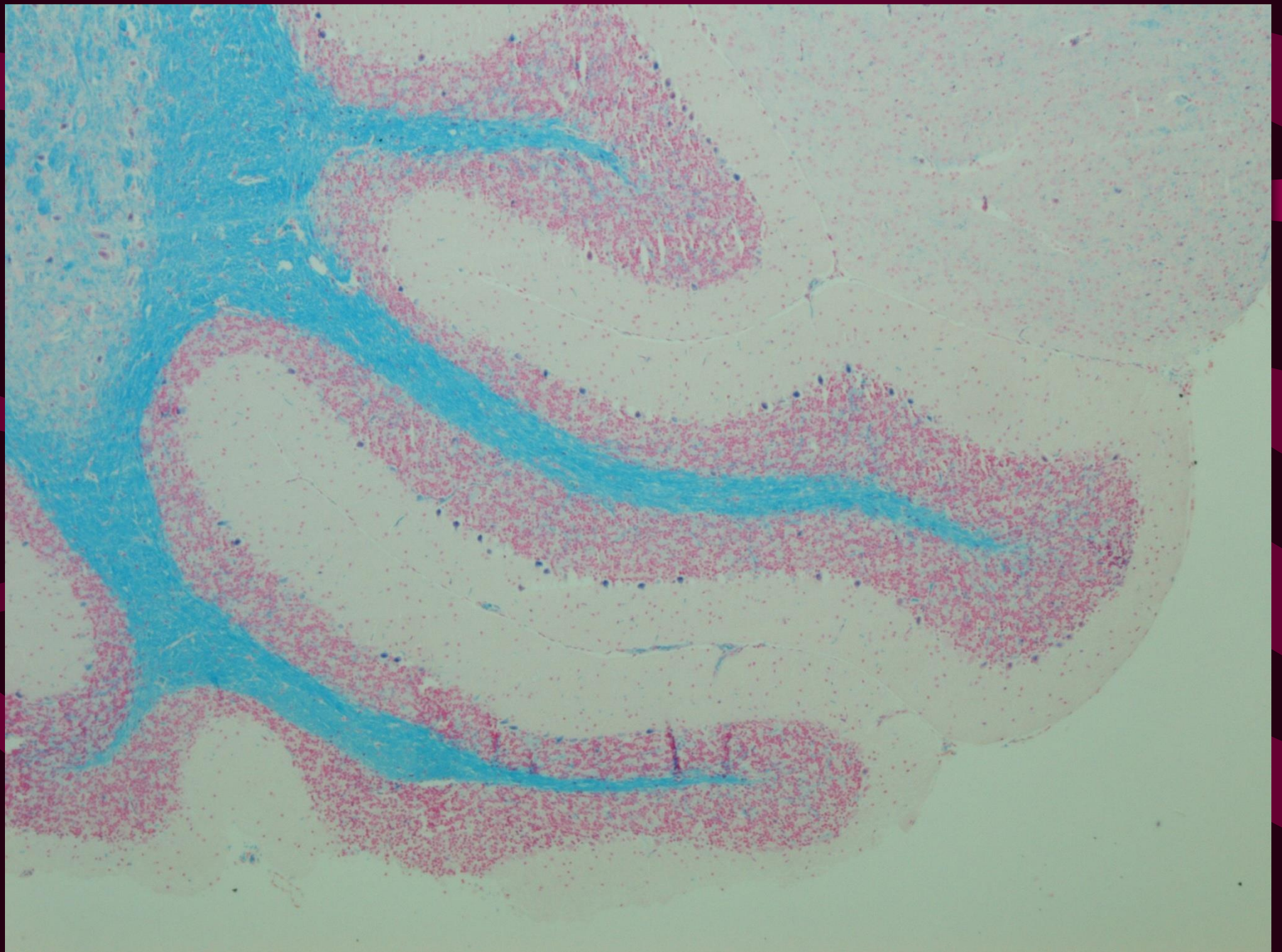
O celulă Schwann ocupă spațiul unui segment interinelar, dispunându-se ca un cilindru în lungul axonului de la o ștrangulație Ranvier la următoarea ștrangulație. La nivelul ștrangulației Ranvier ea ia contact direct cu axolema, depășind în lungime teaca de mielină. Celula nevroglică Schwann prezintă un nucleu ovalar, normocrom cu axul lung în lungul fibrei nervoase, situat cel mai adesea la mijlocul segmentului interinelar.

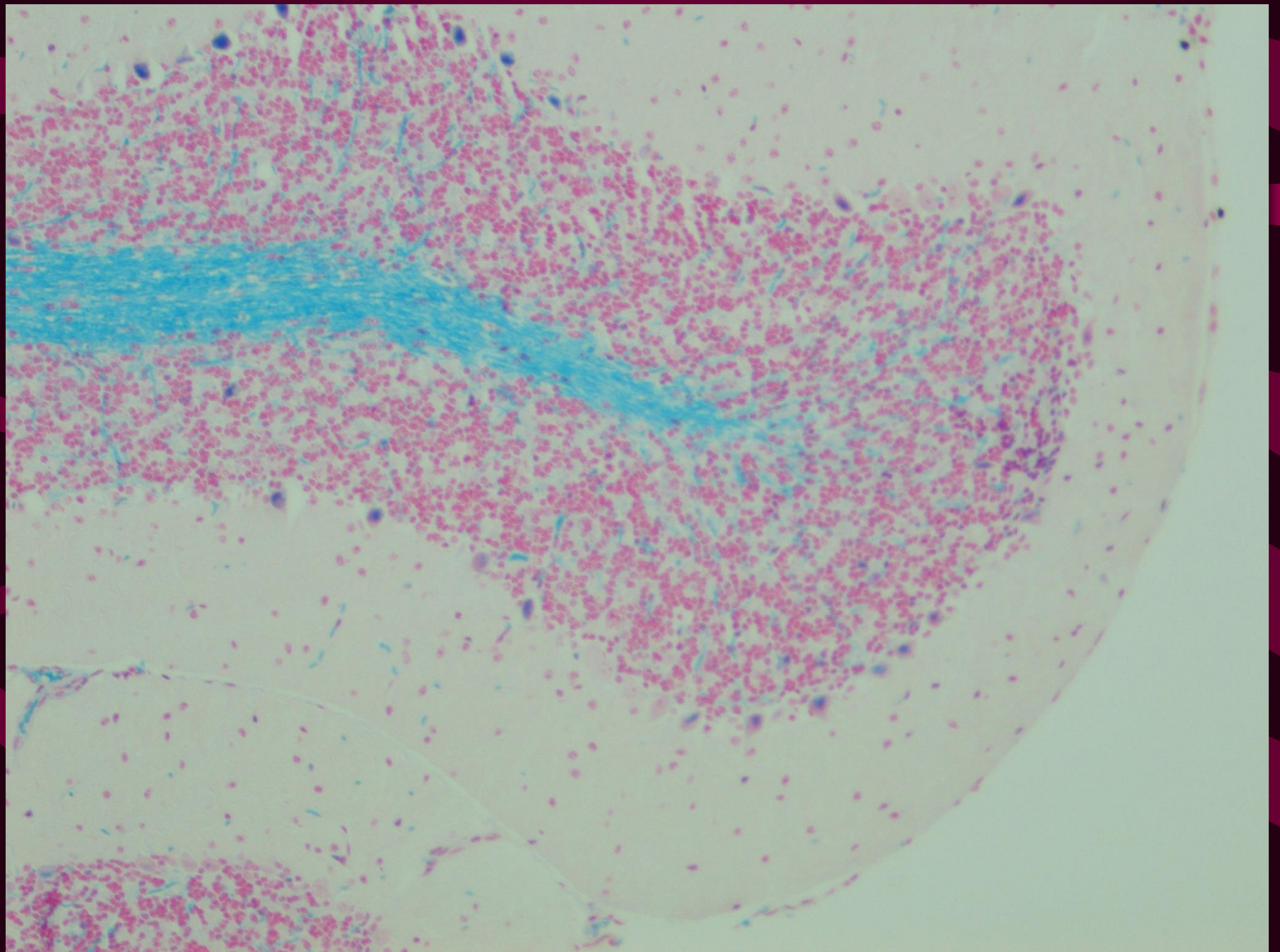
Citoplasma nevrogliei Schwann, mai abundentă în regiunea perinucleară, conține numeroase mitocondrii, reticul endoplasmic rugos, aparat Golgi, filamente, microtubuli, incluziuni de lipide. Lizozomii sunt numeroși și se prezintă ca granule în formă de bastonaș cu activitate fosfatazică foarte intensă, delimitate de o structură lamelară foarte fină.

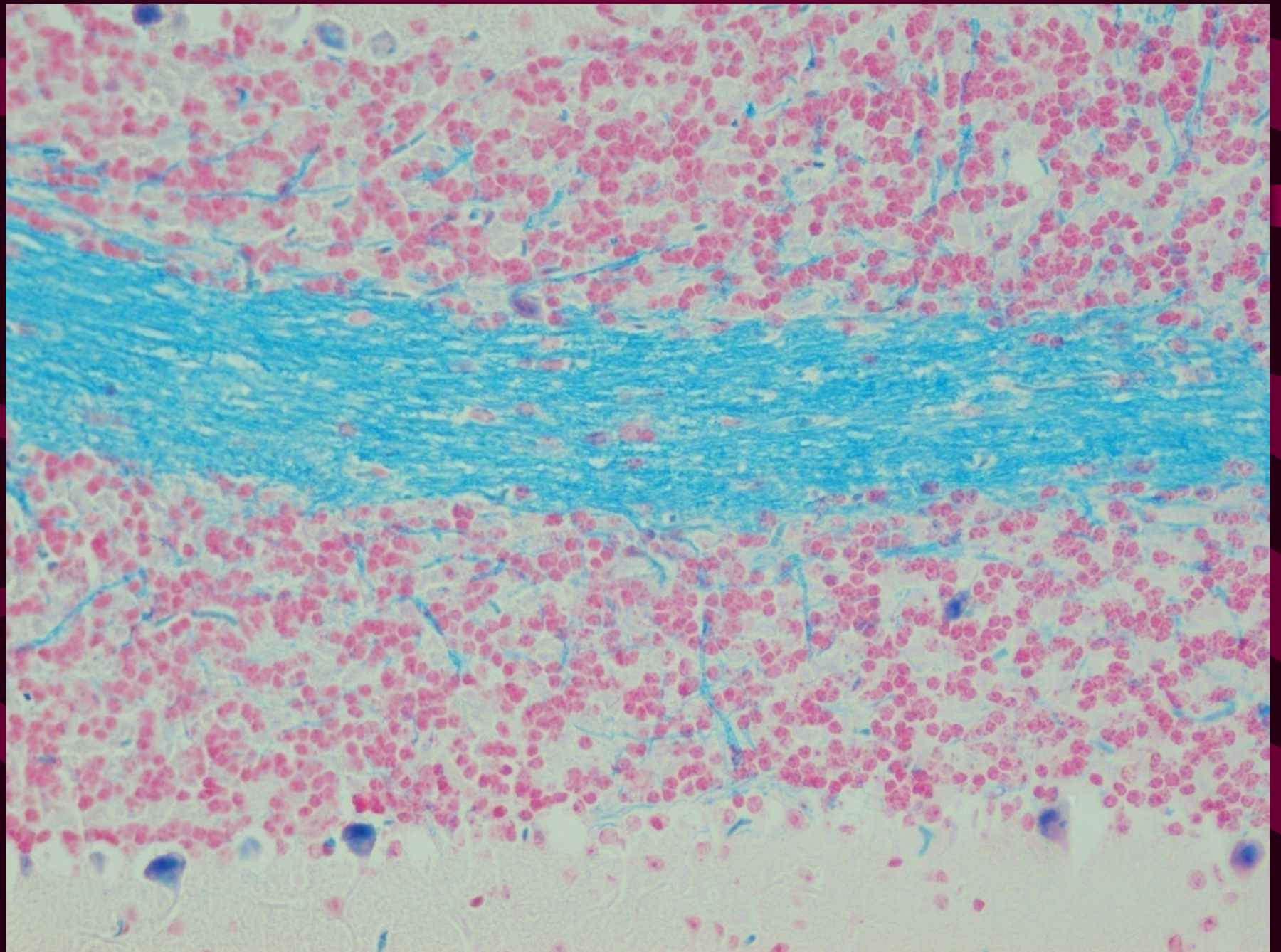
Principalul rol al celulelor nevroglice Schwann este cel de mielinogeneză, dar ele au și rol trofic și de apărare a prelungirii neuronale, iar în caz de degenerescență a axonului intervin în fagocitarea resturilor neuronale.

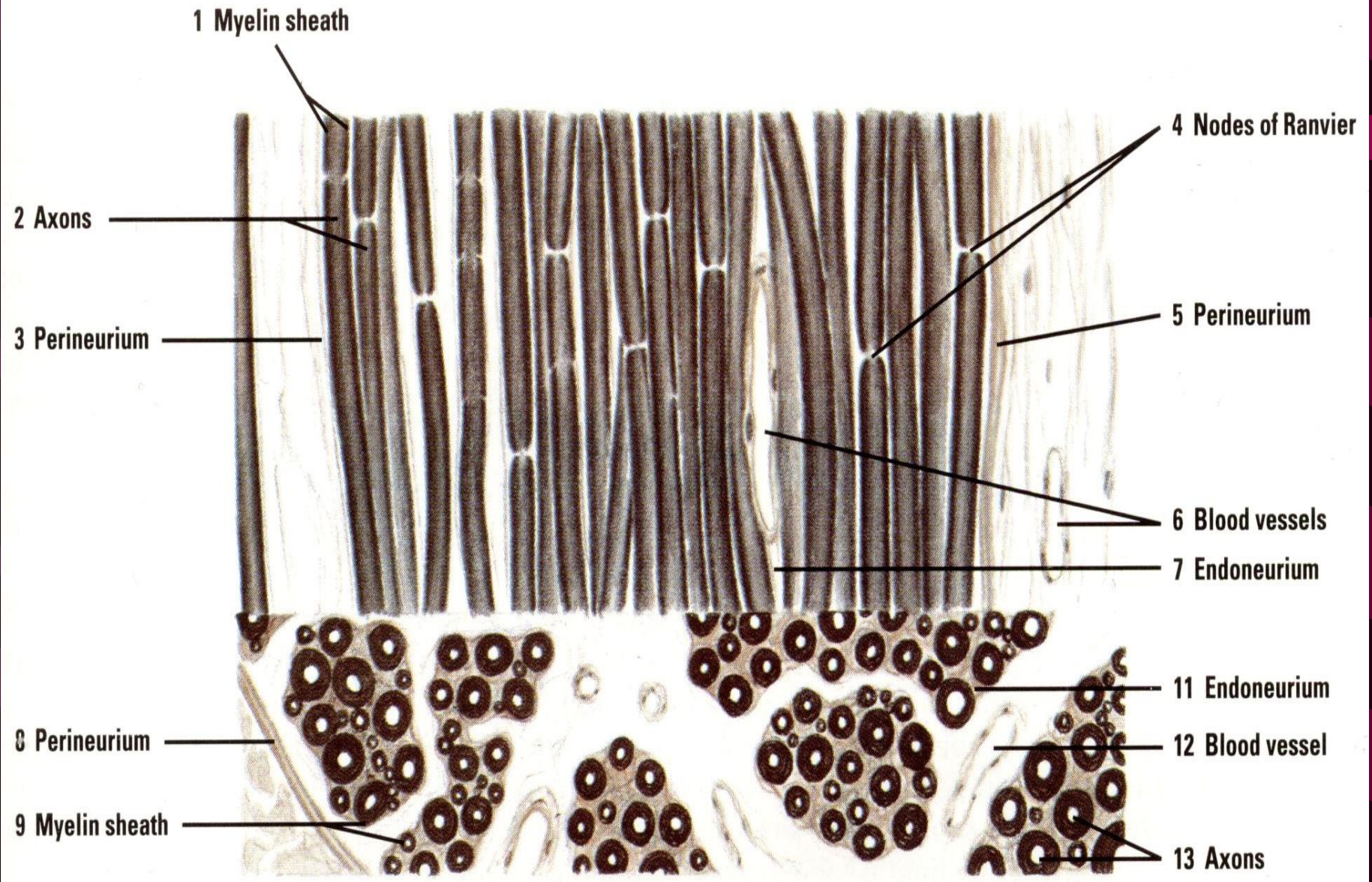
În sistemul nervos central nu se află celule Schwann, rolul lor fiind preluat de oligodendrogliei. Acestea, spre deosebire de celulele Schwann, trimit mai multe prelungiri pentru a edifica teaca de mielină în jurul a mai multor axoni.

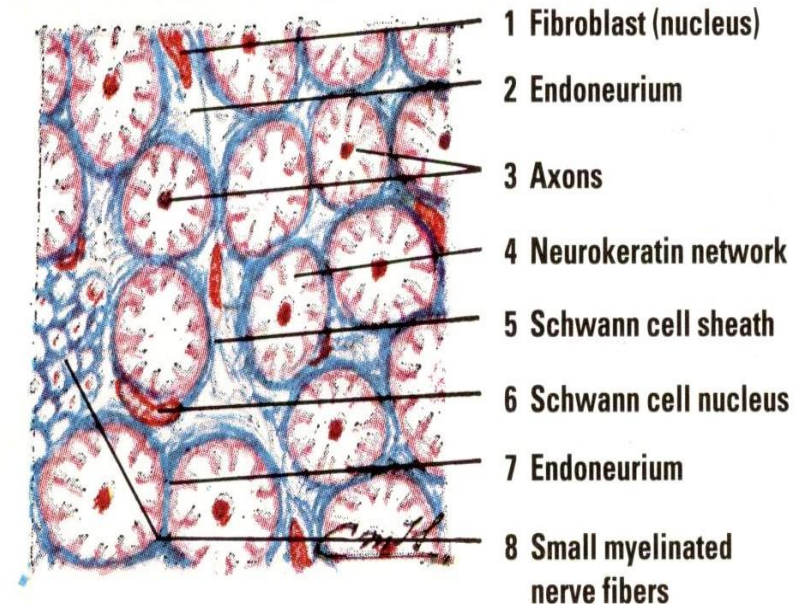
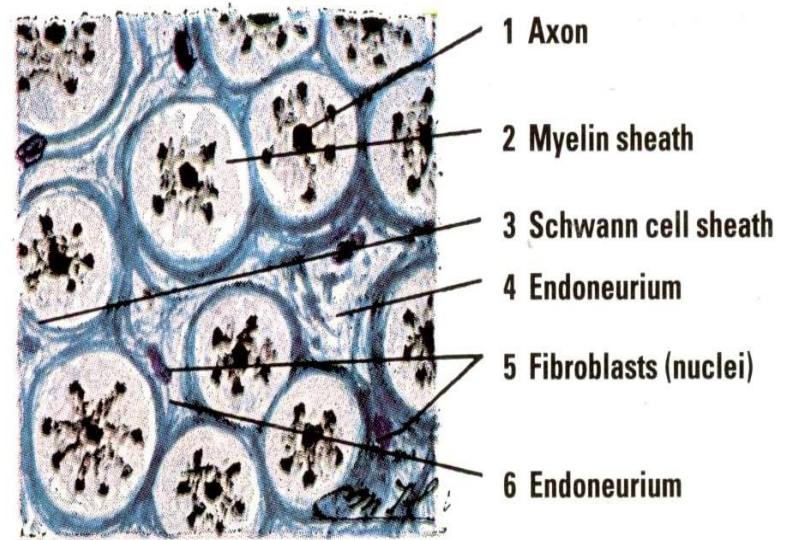
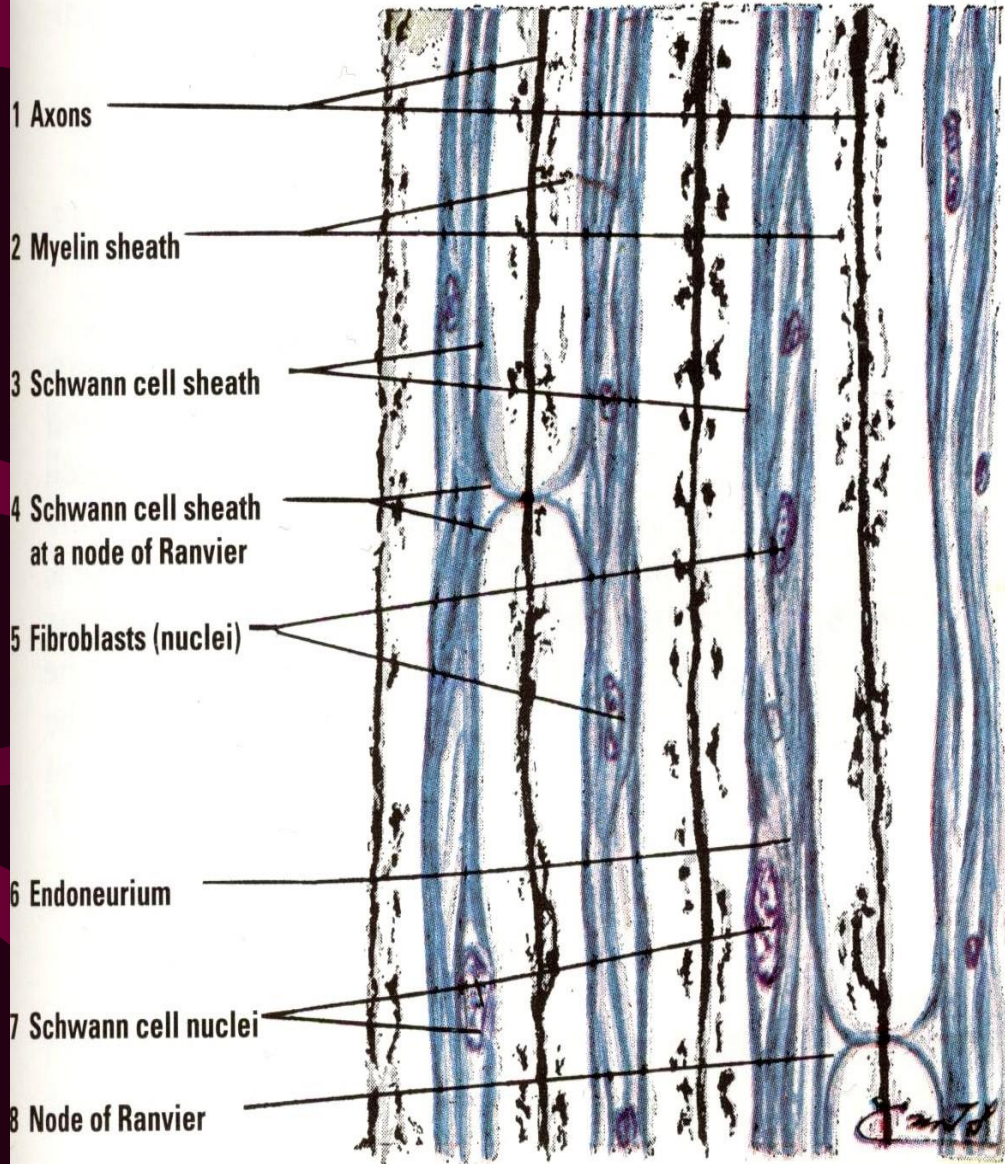
Teaca de reticulină, cunoscută și sub denumirea de teaca Henle sau teaca Key-Retzius prezintă la nivelul nervilor periferici, delimitează la periferie fiecare fibră nervoasă. Ea este constituită dintr-o rețea plexiformă, fină, de fibre de reticulină ce se continuă fără nici o limită cu endonervul.

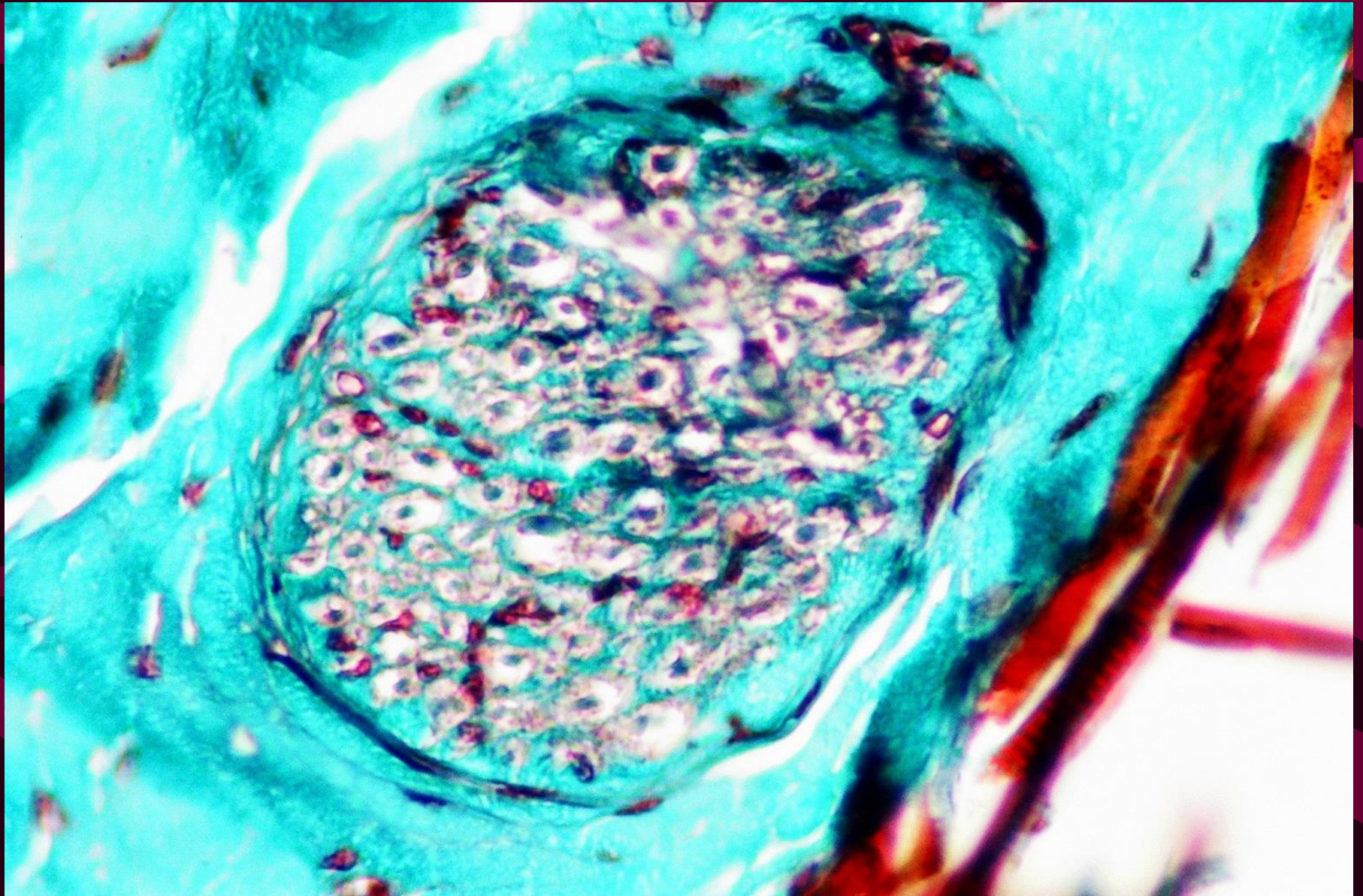


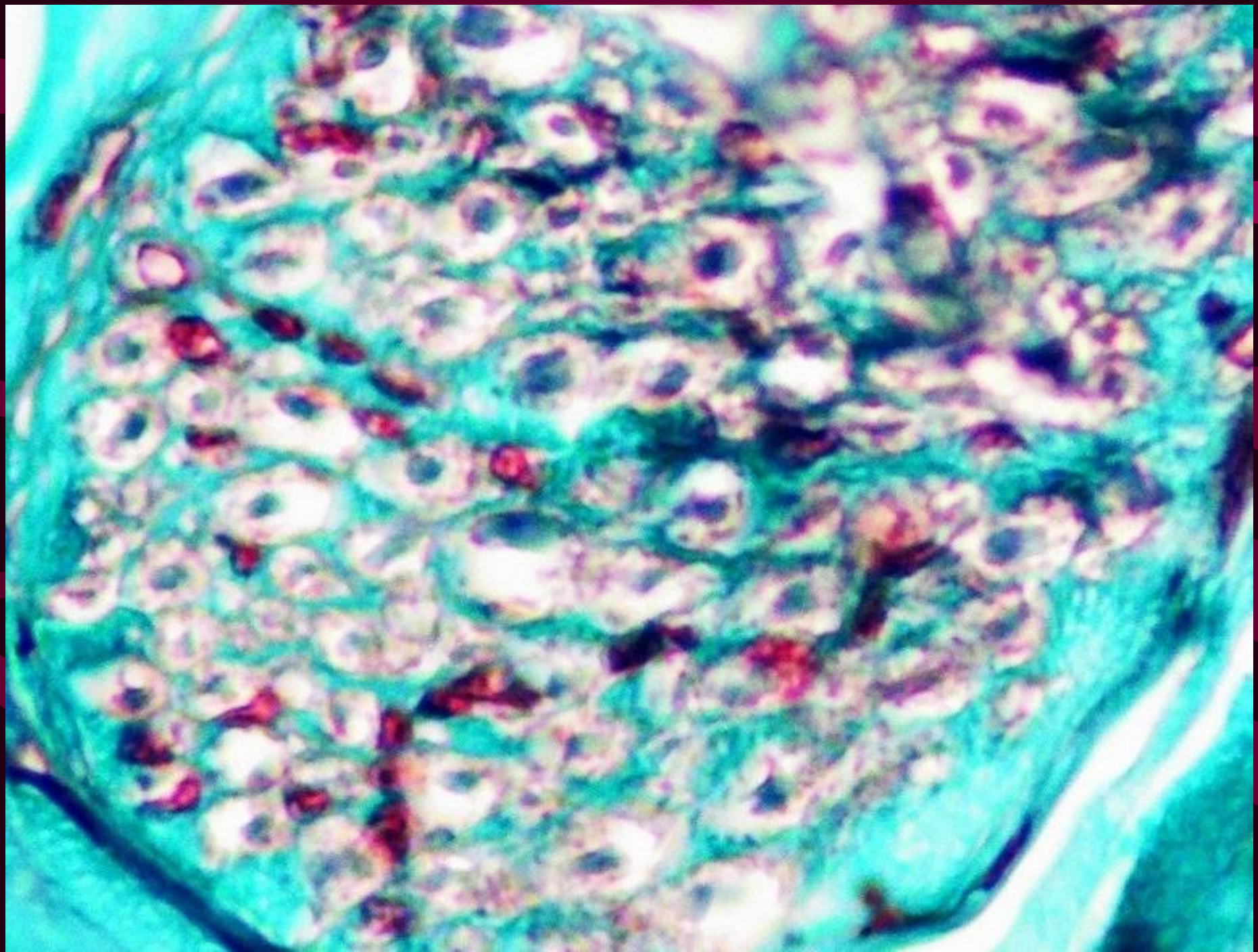












4.2. Fibrele nervoase amielinice

Fibrele amielinice din sistemul nervos periferic sunt reprezentate de unele fibre somatice cu diametrul sub $1,5\ \mu\text{m}$ și de fibrele efectorii postganglionare simpatice și parasimpatice. Aceste fibre, cunoscute și sub denumirea de **fibre Remak**, sunt formate din axoni cu diametrul variabil de la $0,5$ la $3\ \mu\text{m}$ adăpostiți în niște invaginații ale celulelor nevroglice Schwann. Membrana celulei nevroglice formează în jurul fiecărui axon câte un mezaxon, iar acolo unde numărul prelungirilor neuronale este foarte mare, fiecare mezaxon principal se divide în mai mulți mezaxoni secundari. Între membrana celulei nevroglice și axolemă există un spațiu constant de $15\ \text{nm}$.

În ansamblul lor, fibrele amielinice sunt **polifibrilare** fiind formate dintr-o succesiune de celule Schwann care conțin în nișele plasmalemei un număr variabil de axoni. Spre deosebire de fibrele nervoase mielinizate, fibrele nervoase amielinice nu prezintă ștrangulații Ranvier deoarece celulele Schwann se jonctionează între ele prin prelungiri citoplasmatiche.

În sistemul nervos central, fibrele amielinice se găsesc dispuse în substanța cenușie. Acestea sunt nude, prelungirile neuronale fiind lipsite complet de teci.

5 CELUL.ELE GLIALE (NEVROGLIILE)

Celulele nevroglice reprezintă cel de-al doilea component celular al țesutului nervos. Numărul lor este mult mai mare decât al neuronilor, raportul fiind de aproximativ 10/1 în favoarea nevrogliilor. Dacă numărul neuronilor se reduce progresiv cu vârsta, numărul celulelor gliale crește, ele având posibilitatea de a se divide și de a ocupa spațiul rezultat din distrugerea neuronilor.

Nevrogliile se formează, ca și neuronii, atât din tubul neural cât și din crestele neurale. Spre deosebire de neuroni, celulele gliale nu participă la elaborarea sau transmiterea influxului nervos, dar dețin roluri esențiale în funcționarea țesutului și sistemului nervos, unele încă incomplet cunoscute. Dintre acestea amintim următoarele funcții:

- de susținere pentru neuroni și prelungirile neuronale;
- trofică pentru neuroni;
- de mielinogeneză;
- de protecție;
- de fagocitoză a resturilor neuronilor și prelungirilor neuronale.

Nevrogliile **se clasifică** după locul în care se află în :

- **nevroglii centrale** prezente în organele sistemului nervos central. Ele se dezvoltă din tubul neural.
- **nevroglii periferice** prezente în sistemul nervos periferic. Se dezvoltă din crestele neurale.

5.1. Nevrogliile centrale sunt reprezentate de:

- **nevroglia epitelială** prezentă în pereții cavităților organelor sistemului nervos central;
- **nevrogliile interstițiale** sau **parenchimatoase** prezente în țesutul nervos al sistemului nervos central. Acestea, după aspectul histologic și funcțiile îndeplinite, se clasifică în:
 - **macroglia**;
 - **microglia**;
 - **oligodendroglia**.

Nevroglia epitelială, denumită și **nevroglia ependimară**, tapetează toate cavitățile sistemului nervos central (ventriculii laterali, ventriculii III și IV, apeductul lui Sylvius, canalul ependimar), formând epiteliul ependimar. Înălțimea celulelor este variabilă de la o cavitate la alta, realizând un epiteliu de aspect cilindric, cubic sau pavimentos.

Nevroglia epitelială prezintă un nucleu ovalar, situat central, nucleolat. Citoplasma este abundentă și conține: mitocondrii, aparat Golgi, reticul endoplasmic neted și rugos, ribozomi, lizozomi, microfilamente. Celulele se jonctionează între ele prin complexe jonctionale, în special zonule adherens.

În ventriculii laterali, epiteliul ependimar se continuă cu epiteliul **plexurilor coroide**. Acestea sunt formate din stromă și epiteliu. Stroma este alcătuită din celule leptomeningee dispersate printre numeroase capilare sanguine fenestrate și fibre de collagen. Epiteliul plexurilor coroide este alcătuit din celule de aspect cubic, cu numeroși microvili la polul apical, așezate pe o membrană bazală continuă. Plasmalema polului bazal prezintă numeroase plicaturări între care se dispune un număr mai mare de mitocondrii.

Plexurile coroide reprezintă locul principal unde se produce lichidul cefalo-rahidian (LCR). Lichidul cefalo-rahidian reprezintă o adevărată secreție a plexurilor coroide și nu un filtrat plasmatic pasiv.

În canalul ependimar nevroglia epitelială are un aspect cilindric. La polul apical, liber în LCR, prezintă circa **40 - 60 de cili vibratili și microvili**. Polul bazal trimite o prelungire celulară ce traversează membrana bazală și se afundă în parenchimul nervos. Epiteliul ependimar permite un larg schimb de substanțe între LCR și spațiul extracelular al parenchimului nervos.

Macrogliile sau **astrocitele** sunt cele mai mari celule nevroglice din sistemul nervos central (gr. **makros** = mare). Prezente în special în substanța cenușie, ele reprezintă circa 20% din nevrogliile sistemului nervos central. Corpul celular este mare, cu numeroase prelungiri citoplasmatiche ce conferă celulei un aspect stelat (gr. **astron** = stea), al căror număr, aspect și mărime variază de la o celulă la alta.

Nucleul celulei este sferic, hipocrom, nucleolat, așezat central.

Microscopia electronică a pus în evidență în citoplasma și prelungirile astrocitelor prezența organitelor celulare comune (reticul endoplasmic neted și rugos, mitocondrii, aparat Golgi, lizozomi), a **gliofilamentelor** (microfilamente cu diametrul de 7 nm prezente atât la nivelul corpului celular cât și în prelungiri), a granulelor de glicogen, a vacuolelor lipidice și a corpurilor denși citoplasmatici.

Pentru evidențierea prelungirilor celulare, în microscopia fonică se utilizează tehnici speciale de impregnație argentică. Aceste tehnici au permis să se observe că unele prelungiri ale astrocitelor se îndreaptă spre capilarele sanguine și se atașează pe peretele acestora. Aceste prelungiri, denumite "**picioare vasculare**", prezintă extremitatea distală lătită ca o "**ventuză**" ce se atașează membranei capilarelor sanguine din țesutul nervos.

"Ventuzele" formează o teacă perivasculară continuă, jonționându-se între ele prin complexe impermeabile, izolând uneori complet țesutul nervos de vasele sanguine, participând astfel la constituirea "**barierei hemato-encefalice**".

Există două tipuri de astrocite:

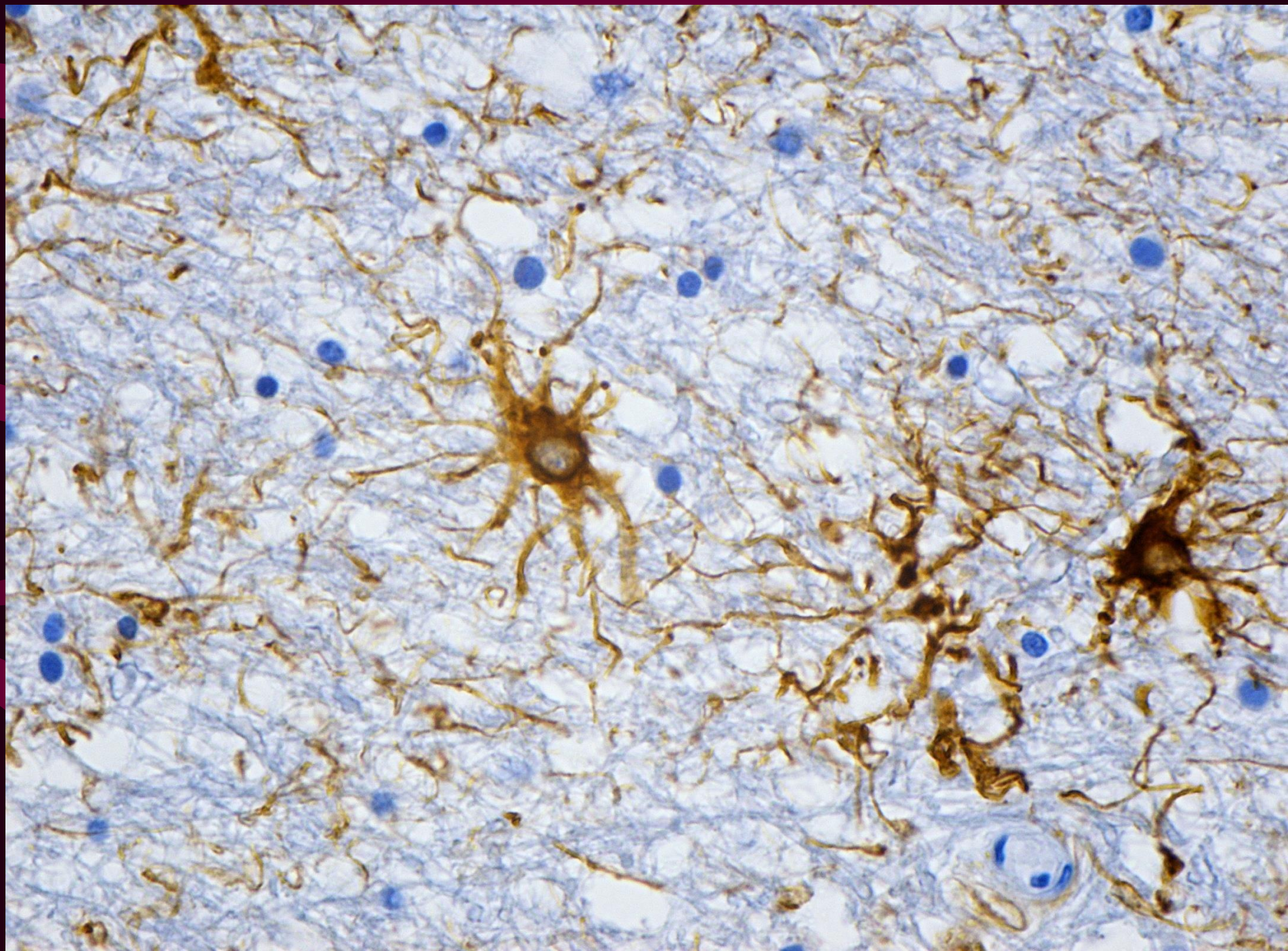
- astrocitele protoplasmaticice;
- astrocitele fibroase.

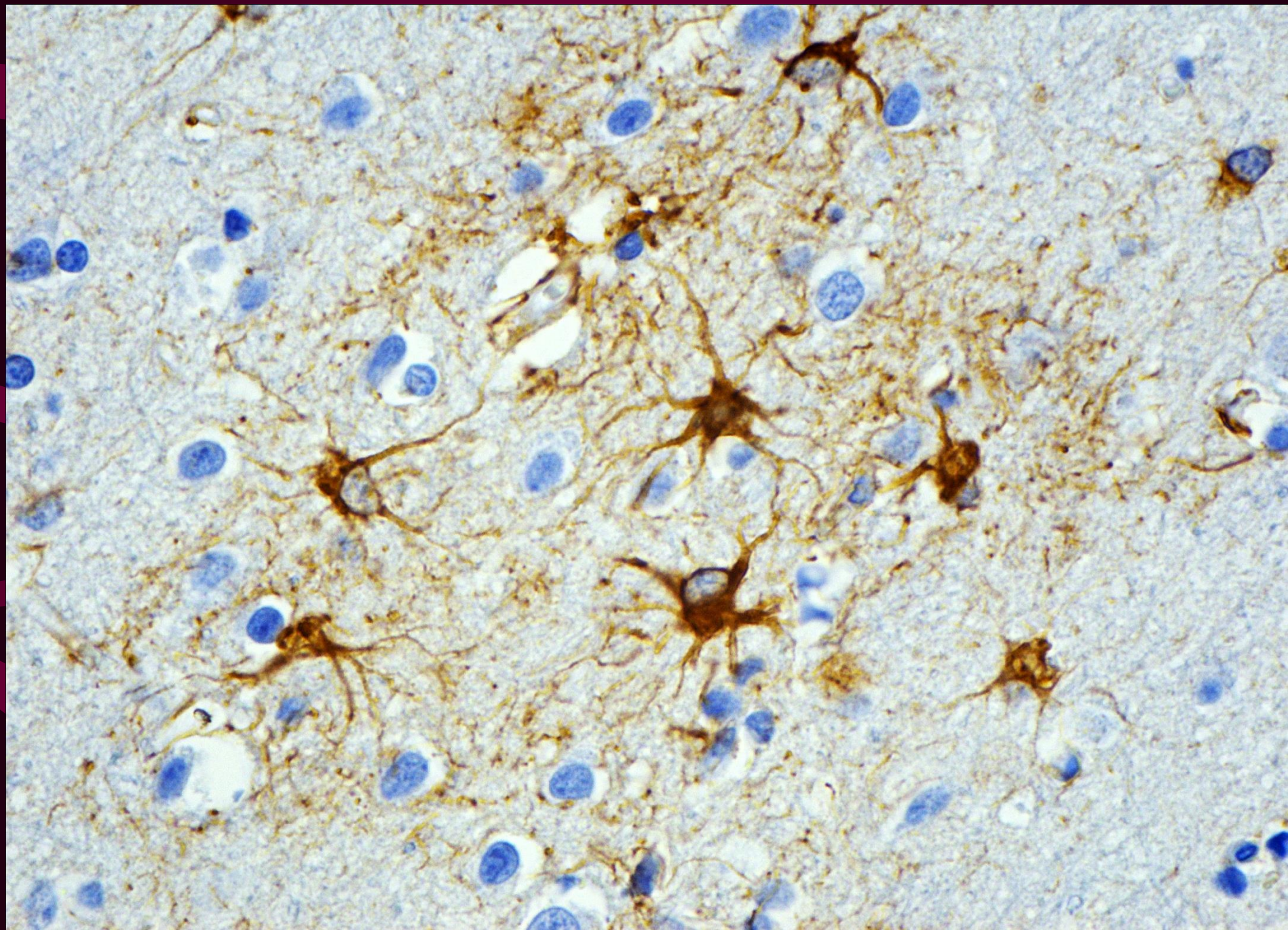
Astrocitele protoplasmaticice se găsesc localizate în substanța cenușie a nevraxului, în jurul neuronilor, fiind numite din această cauză și "celulele satelite perineuronale" din sistemul nervos central.

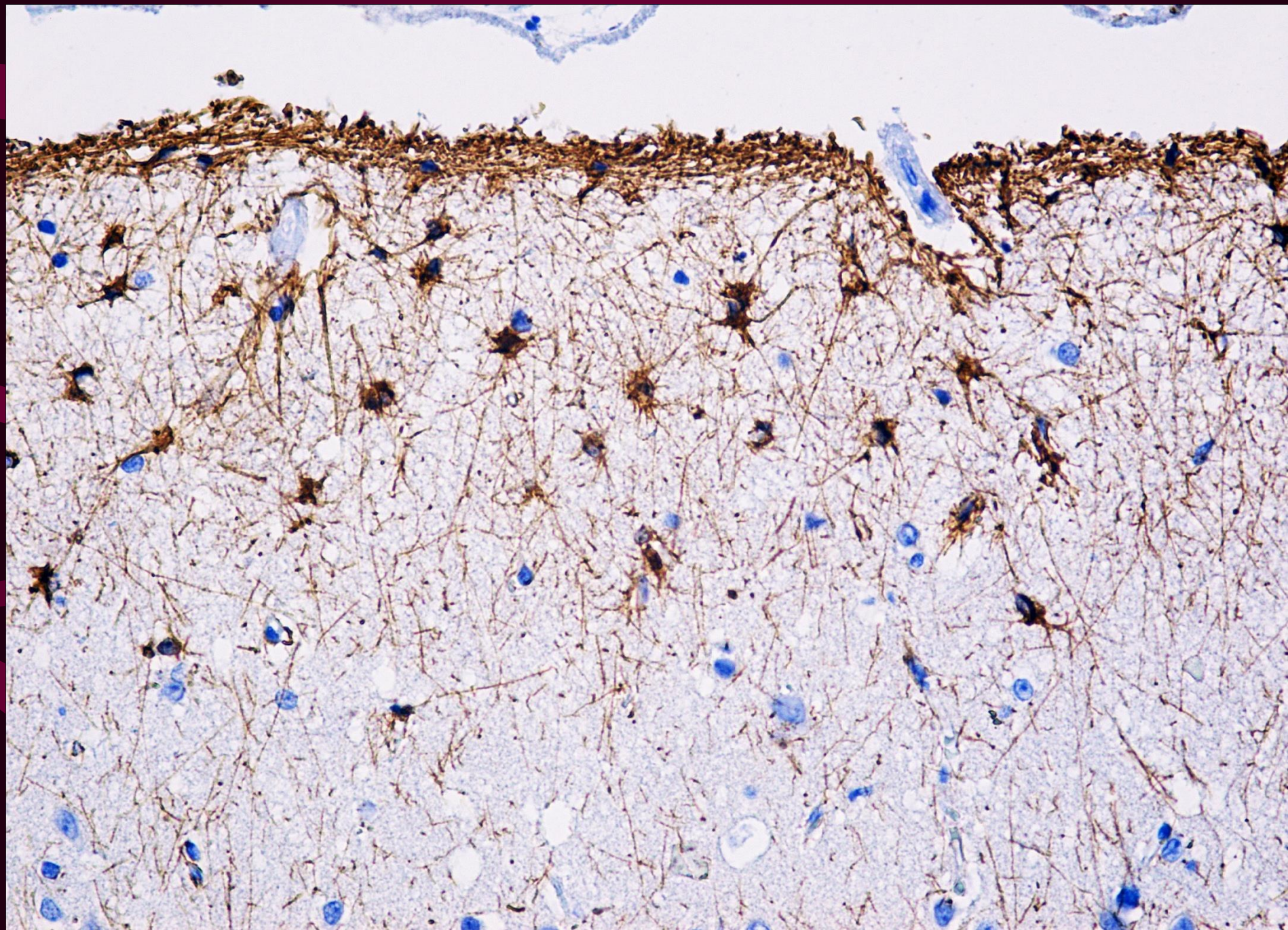
Astrocitele fibroase sunt prezente mai ales în substanța albă a nevraxului. Prezintă prelungiri lungi, subțiri și netede care se ramifică foarte rar. În citoplasmă conțin abundente gliofilamente.

Astrocitele se jonctionează între ele prin joncțiuni de tip *gap* sau *nexus* realizând o rețea tridimensională compusă din corpul și prelungirile astrocitare cu funcție de suport pentru neuroni și prelungirile neuronale. La suprafața sistemului nervos central formează un strat continuu sub piamater (*astrocite marginale*).

Astrocitele joacă un rol important în funcționarea sistemului nervos central. Ele influențează creșterea, migrarea și activitatea neuronilor prin elaborarea unor substanțe numite **encefaline**.







1 Perivascular fibrous astrocyte

2 Processes of the perivascular fibrous astrocyte

3 Oligodendrocyte

4 Vascular pedicle (foot plate) of a fibrous astrocyte

5 Fibrous astrocyte: cell body and nucleus

6 Processes of a fibrous astrocyte

7 Reticular fibers surrounding a capillary



Principala funcție a macrogliilor este însă funcția trofică. Ele se implică în realizarea **barierei hemato-encefalice**, în sensul că extrag din capilarul sanguin anumite substanțe nutritive și plastice pe care, după o prelucrare adecvată, le cedează neuronului.

Microglia (gr. **mikros**=mic) (celula lui Del Rio Hortega) este cea mai mică celulă nevroglică a sistemului nervos central, prezentă atât în substanța albă cât și în substanța cenușie. Corpul celular este mic, alungit, cu puțină citoplasmă, cu un nucleu alungit și hipercrom, caracter esențial pentru identificarea ei în tehnicile uzuale de microscopie fotonică. Tehnicile specifice de impregnare argentică au permis să se observe că din corpul celular pornesc numeroase prelungiri fine, flexuoase, acoperite de mici expansiuni ce-i conferă celulei un aspect spinos.

Având origine mezenchimatoasă, **microglia este reprezentantul sistemului fagocitelor mononucleare în țesutul nervos**. Ea se formează în măduva osoasă roșie dintr-un precursor comun tuturor elementelor figurate ale sângelui, se diferențiază în monocit sanguin, după care trece în țesutul nervos unde-și continuă maturarea funcțională ca microglie.

În cazul unor stimulări antigenice, microglia își retractă prelungirile luând un aspect histologic similar macrofagului. În aceste cazuri ea secretă numeroase **citokine** cu efect imunoreglator și fagocitează resturile celulare cauzate de diverse leziuni ale sistemului nervos. În unele infecții virale (cu HIV), microgliile fuzionează formând celule gigante multinucleate.

Oligodendroglia sau oligodendrocitul (gr. **oligo** = puțin, **dendron** = ramificație, prelungire) este o nevroglie prezentă atât în substanța albă cât și în substanța cenușie. La microscopul fotonic, în colorațiile uzuale, oligodendrogliile apar ca celule mici, cu un nucleu mai mic și mai hipercrom decât al astrocitelor, înconjurat de un mic halou citoplasmatic, slab eozinofil. Tehnicile de impregnație argentică specifice au evidențiat faptul că oligodendrocitele au un corp celular de formă ovalară, poligonală sau stelată din care pornesc câteva prelungiri fine.

În substanța cenușie prelungirile sunt mai greu de evidențiat, ele fiind mascate de structura neuropilului, pe când în substanța albă prelungirile sunt mai groase și mai evidente. În substanța cenușie, oligodendrogliile se găsesc în imediata vecinătate a corpilor neuronali ceea ce sugerează faptul că există o relație metabolică directă între cele două celule. În substanța albă a nevraxului ele pot fi identificate printre axoni, în jurul cărora formează **teaca de mielină**. Acesta este considerat rolul fundamental al oligodendrogliilor.

Față de sistemul nervos periferic, unde o celulă Schwann formează teaca de mielină în jurul unui singur axon între două noduri Ranvier, în sistemul nervos central un oligodendrocit formează teaca de mielină pe un anumit segment, în jurul a mai mulți axoni adiacenți.

Și în sistemul nervos central teaca de mielină este întreruptă din loc în loc de strânguturile Ranvier. Numeroase studii au arătat că există o relație directă între grosimea axonului, grosimea tecii de mielină, lungimea segmentului interinelar și dimensiunile oligodendrocitului.

5.2. Nevrogliile periferice sunt reprezentate de:

- celula Schwann;
- nevrogliile satelite neuronale (celulele capsulare);
- celulele corpusculare.

Celula Schwann a fost descrisă mai înainte. Ea formează teaca de mielină în jurul fibrelor senzitive sau motorii din nervii cranieni și spinali.

Nevrogliile satelite neuronale sau **celulele capsulare** se găsesc în ganglionii spinali și în ganglionii vegetativi. Sunt celule aplatizate cu un nucleu alungit, tahicrom, situat central. Citoplasma este redusă cantitativ și posedă toate organele citoplasmice comune. Ele se dispun într-un strat continuu în jurul fiecărui corp neuronal formând o capsulă izolatoare. Fața externă a celulelor capsulare se sprijină pe o tramă de fibre conjunctive cu funcție de membrană bazală, prin intermediul căreia vine în contact cu vasele sanguine și stroma conjunctivă a ganglionului.

Celulele capsulare sunt foarte apropiate structural de celulele Schwann. Ele iau naștere, ca și precedentele, tot din crestele neurale.

Celulele corpusculare sunt prezente în terminațiile nervoase încapsulate senzitive (corpusculii Meissner, Golgi, Vater-Pacini, etc). Ele prezintă unele caracteristici morfologice ultrastructurale care le apropie de celulele nevroglice Schwann. Se consideră că ele derivă, ca și acestea din urmă, din crestele neurale.

Forma și dimensiunile acestor celule diferă de la un corpuscul senzitiv la altul. În general au o formă alungită sau aplatizată și formează o capsulă continuă în jurul prelungirii nervoase a corpusculului.