

MAKALAH

“PEMBENTUKAN SISTEM SYARAF PADA EMBRIOGENESIS”



Disusun Oleh : Kelompok A5-1

1. Niken Desri Fauzana : 2110101055
2. Aliya Puspita Rizwani : 2110101056
3. Salma Safira Damayanti : 2110101057
4. Putri Adelia : 2110101058
5. Dina Novitalia Utaminingsih : 2110101059
6. Firsta Fadhlila Putri : 2110101060

PROGRAM STUDI S1 KEBIDANAN

FAKULTAS ILMU KESEHATAN

UNIVERSITAS 'AISYIYAH YOGYAKARTA

BAB I

PEMBAHASAN

A. Pertumbuhan Dan Perkembangan sistem saraf pusat pada Embrio

Di dalam rahim, sistem saraf lebih dulu terbentuk daripada organ-organ tubuh lainnya. Embrio berasal dari sel zigot yang merupakan hasil fertilisasi (pembuahan) sel ovum dan sel spermatozoa. Zigot hasil pembelahan mula-mula menebal dan mengalami pembelahan mitosis menjadi dua sel. Kemudian dua sel tersebut membelah, hingga menghasilkan empat sel baru yang disebut blastomer.

Blastomer mengalami serangkaian pembelahan mitosis, hingga terjadi penambahan sel dengan cepat. Kumpulan sel embrionik hasil pembelahan zigot mempunyai bentuk seperti buah arbei dan disebut morula. Pada tahap akhir dari fase morula, sel-sel membelah dan membentuk cekungan pada bagian tengahnya. Cekungan yang disebut blastosul tersebut berisi cairan. Pada tahap ini terbentuk blastula pada embrio. Blastula terus mengalami perkembangan, sedangkan sel-sel morula terus mengalami pembelahan. Setelah tahap blastulasi selesai, embrio mulai berubah bentuk. Sel-sel pada salah satu sisinya bermigrasi ke arah depan sisi lain, sehingga ruang blastosul mengempis. Tahap ini disebut gastrula.

Migrasi sel-sel permukaan luar ke dalam, serta sel-sel lapisan dalam ke luar mengakibatkan blastosul menghilang dan terbentuklah ruang baru yang disebut gastrosul atau arkenteron. Pada akhir gastrulasi terbentuklah dorsal nerve cord (tali saraf dorsal) dan notochord. Nerve cord adalah suatu cekungan saraf di bagian atas notochord, yaitu neural groove. Notochord adalah tangkai pendukung di bagian dorsal tepatnya di bawah susunan saraf. Nerve cord berasal dari jaringan ektoderm, sedangkan notochord berasal dari jaringan endoderm. Notochord menjadi bagian atap pada arkenteron.

Diferensiasi jaringan embrional membentuk tiga jaringan baru, yaitu jaringan ektoderm, jaringan mesoderm dan jaringan endoderm. Jaringan ektoderm berdiferensiasi menjadi susunan saraf pusat dan saraf tepi. Jaringan mesoderm berdiferensiasi menjadi jaringan ikat, rawan dan tulang. Jaringan endoderm berdiferensiasi menjadi jaringan epitel yang membatasi saluran pencernaan dan saluran pernafasan.

Mesoderm korda/aksial (mesoderm daerah sumbu) akan menjadi kolumna vertebralis. Kolumna vertebralis dibentuk oleh sklerotom (sekelompok sel somit yang terdapat pada bagian ventromedial/bagian tengah tampak depan). Pada hari ke-17, sel-sel yang terletak pada medial jaringan mesoderm akan menebal untuk membentuk mesoderm paraksial, sedangkan yang terletak pada lateral tidak akan mengalami perubahan dan disebut lempeng lateral. Di antara mesoderm paraksial dan lempeng lateral terdapat mesoderm intermedial. Adanya penebalan, akan membentuk rongga dan pemecahan lempeng lateral menjadi mesoderm somatik (mesoderm yang membungkus amnion (air ketuban)) dan mesoderm splanknik yang membungkus vesikel umbilikal (kantung kuning telur/yolk sac). Pertemuan antara mesoderm somatik dan mesoderm splanknik akan

membentuk rongga selom intraembrional (rongga badan tahap awal). Kantung kuning telur menyuplai darah untuk masa awal embrio. Mesoderm lateral ventral (hipomer) akan membentuk sistem sirkulasi, permukaan rongga tubuh dan komponen anggota tubuh atau anggota gerak.

Pada minggu ketiga, mesoderm paraksial akan terpisah menjadi balok-balok berbentuk segitiga yang disebut somit. Somit akan tersusun membentuk somitomer secara sefalokaudal (dari arah kepala ke kaki). Somitomer akan membentuk jaringan mesenkim pada kepala.

Pada awal minggu keempat, sel pada dinding ventral somit akan menjadi sklerotom dan dermatom, sedangkan sel pada dinding dorsal somit akan membentuk lapisan sel baru, yaitu miotom. Sklerotom menjadi komponen untuk tulang rawan (kartilago) dan tulang keras (osteon), dermatom menjadi komponen pembentuk jaringan subkutis kulit/ otak dari kulit yang disebut lapisan dermis (lapisan tengah kulit yang mengandung serat kolagen, serat elastis, asam hialuronik, pembuluh darah, pembuluh limfa, folikel rambut, saraf, kelenjar dan lain-lain), sedangkan miotom menjadi komponen pembentuk otot.

Pada akhir minggu kelima, satu somit oksipital (somit bagian belakang) pertama dan 5-7 somit koksigeal (somit bagian ekor) akan menghilang. Lempeng lateral akan membentuk kelompok sel bersegmen (berangkai/bergolongan), yaitu nefrotom (bakal ginjal) pada daerah servikal (leher) dan korda nefrogenik pada daerah lebih kaudal (dekat kaki).

Pada akhir minggu kelima tangkai kuning telur dan tangkai penghubung akan bersatu membentuk tali pusar. Perkembangan selanjutnya, jaringan endoderm dan mesoderm splanknik akan bersatu untuk membentuk jaringan epitel yang melapisi usus primitif (usus awal). Selain itu, jaringan endoderm akan membentuk jaringan epitel untuk melapisi saluran pernafasan, parenkim tiroid, kelenjar paratiroid, hati, pankreas, stroma retikuler tonsil dan kelenjar timus, kandung kemih dan uretra, serta kavum timpani dan tuba Eustachii.

Selanjutnya, embrio memasuki tahap neurulasi (pembentukan tabung saraf yang merupakan bakal sistem saraf pusat dan saraf tepi). Neurulasi disebut juga neural ektoderm karena berasal dari diferensiasi jaringan ektoderm. Embrio yang sedang mengalami proses neurulasi disebut neurula. Proses neurulasi diawali dengan terbentuknya bakal notochord yang berperan sebagai induktor. Notochord akan menginduksi jaringan ektoderm neural yang terletak di atasnya. Tanpa adanya induksi neural (proses stimulasi pada saraf), tahap-tahap induksi tidak akan berlanjut, hingga ke tahap organogenesis (proses pembentukan organ tubuh). Sebagian besar proses induksi bersifat instruktif (bersifat mengintruksi), sebagian lagi bersifat permisif (bersifat terbuka/mengizinkan).

Tahap neurulasi terbagi tiga, yaitu :

1. Pada kehamilan 18 hari.
 - Pada tahap awal Notochord (Sumbu primitif embrio dan bakal tempat vertebral column) menginduksi ektoderm di atasnya. Sel – sel ectoderm berubah menjadi

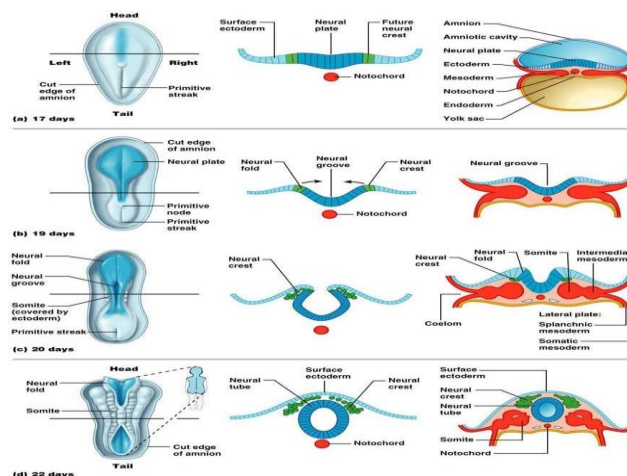
panjang dan tebal daripada sel disekitarnya atau disebut juga dengan poliferasi menjadi lempeng saraf (neural plate).

2. Pada kehamilan 19-20 hari .

- Kemudian bagian tepi neural plate menebal dan tumbuh ke atas yang akhirnya terbentuk neural fold atau lipatan neural. Selanjutnya terbentuk lipatan saraf ke arah dalam yang dibatasi oleh neural fold terhadap lapisan skin ectodermà lalu terjadi fusi neural fold kanan-kiri dan bagian tengah membentuk parit atau biasa disebut parit neural (neural groove).
- Lapisan mesoderm pada hari ke-19 akan berproliferasi menjadi bersegmen-segmen membentuk somite pada hari ke-20

3. Pada kehamilan 22 hari.

- Kemudian somite akan terus berkembang ke arah cranial dan caudal yang semakin lama akan tertutup, terbentuk tabung saraf (neural tube) dengan lubangnya yang disebut neural canal atau neural tube akan membentuk SSP (otak, batang otak, dan medulla spinalis)
- Dan dibagian ujung2 yang terbuka dinamakan Neuropore anterior(bag cranial) dan Neuropore posterior (bag caudal) akan menutup pada;
 - Neuropore Anterior akan menutup pada hari ke-25 dengan tingkat 18-20 somite, lalu akan mengalami suatu pelipatan dan pelebaran (dilatasi) di bag cranial pada minggu ke-4 membentuk 3 pelebaran (cranial, tengah dan caudal) sedangkan,
 - Neuropore Posterior pada hari ke-27 dengan tingkat 25 somite akan memanjang (elongation) membentuk medulla spinalis



Bersamaan dengan terbentuknya bumbung neural (neural groove), sel-sel turunan dari jaringan ektoderm akan mengalami perubahan menjadi neural crest (jambul neural)

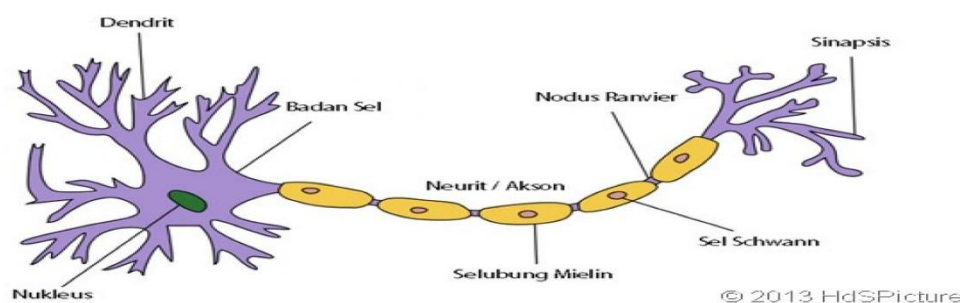
atau tumbuh ke arah lateral. Neural crest bersifat neurogenik (kerusakan pada saraf pemasok).

Jaringan penyokong kepala, seperti jaringan tulang rawan dan jaringan ikat berasal dari neural crest. Neural crest akan berkembang menjadi ganglion (simpul saraf) dan pigmen kulit pada manusia. Tetapi, pada bagian kepala manusia, neural crest juga menjadi cikal bakal terbentuknya jaringan mesenkim (jaringan embrional yang terbentuk pada masa awal pembentukan embrio) yang akan berdiferensiasi menjadi jaringan ikat, osteoblas (sel pembentuk tulang yang juga bertanggung jawab pada perkembangan tulang), sel-sel tulang rawan, odontoblas (sel pembentuk lapisan dentin pada gigi), organ ginjal dan lain-lain.

Penebalan sel-sel epitel yang berasal jaringan ektoderm pada kepala embrio, sehingga membentuk neuron dan struktur sistem saraf sensorik disebut neurogenic placode. Placode adalah struktur embrio yang akan membentuk folikel rambut, bulu dan gigi. Sel-sel pada neural crest dan neural groove akan membentuk nervi spinalis (sistem saraf spinal) yang berasal dari sumsum tulang belakang. Sistem saraf spinal berjumlah 31 saraf spinal. Sistem saraf spinal berfungsi mempersarafi bagian-bagian tubuh tertentu.

Seiring perkembangan embrio, neural groove semakin tenggelam dari permukaan embrio, sedangkan neural fold saling mendekat sepanjang garis tengah dorsal. Lama-kelamaan, neural fold menutup neural groove dan terbentuklah neural tube (tabung saraf) yang tertutup. Bagian tengah neural tube disebut neurentic canal (kanal saraf). Pada tahap awal, rongga di dalam neural tube masih berhubungan dengan rongga enteron (perut) atau rongga gastrovaskuler (tempat untuk pencernaan dan peredaran makanan ke seluruh tubuh) melalui neurenteric canal.

Otak besar embrio (telencephalon) berdiferensiasi menjadi korteks serebral (bagian dorsal telencephalon) dan basal ganglia (bagian ventral telencephalon). Di dalam korteks serebral terdapat 15-33 miliar neuron yang masing-masing terhubung pada 10.000 sinapsis (titik temu antara terminal akson salah satu neuron dengan akson neuron lain). Bagian anterior dari neural tube akan mengalami perkembangan lebih cepat dari pada bagian posterior dari neural tube. Bagian anterior dari neural tube akan menjadi otak, sedangkan bagian posterior yang panjang dan menyempit akan menjadi korda spinalis/medulla spinalis (sumsum tulang belakang). Dengan kata lain, neural tube akan berdiferensiasi menjadi sistem saraf pusat



Setiap benang saraf terdiri dari serabut saraf yang tersusun dari sel-sel saraf. Nervus central (saraf pusat) berasal dari neuroblas yang merupakan sel-sel lapisan terdalam dari neural tube. Nervus peripherium (saraf tepi) berasal dari neural crest dan beberapa placode. Bagian otak yang terdiri dari struktur longgar neuron yang menghubungkan jaringan saraf tulang belakang dan seluruh bagian otak disebut Reticular Activating System (RAS). Reticular activating system (otak sensorik) berbentuk selaput tipis berwarna kekuningan yang terletak pada batang otak. Bagian ini berfungsi sebagai sensor. Bagian ini akan terbentuk secara sempurna pada usia 12 tahun.

B. Tahap Perkembangan Otak

Perkembangan otak terdiri dari 6 tahap, yaitu :

A. Proliferasi (Penambahan Sel Saraf)

Proliferasi adalah siklus sel yang berlangsung secara berkesinambungan (kontinu) dan berulang (siklik) untuk penambahan sel saraf. Keberhasilan tahap proliferasi membutuhkan transisi unidireksional (peralihan arah pancaran ke satu arah) yang teratur pada setiap tahap siklus sel. Proliferasi berlangsung pada usia kehamilan selama 4-24 minggu. Tahap proliferasi akan berhenti/selesai ketika bayi dilahirkan.

Proliferasi sel dilakukan dengan pembelahan sel. Tetapi proliferasi berbeda dengan mitosis. Proliferasi dilakukan dengan menduplikasi sejumlah besar DNA secara berulang, sedangkan mitosis adalah pembelahan sel yang menghasilkan dua sel anak dengan jumlah kromosom yang sama dengan jumlah kromosomnya, yaitu sel diploid ($2n$). Proliferasi diawali dengan pembelahan sel-sel induk (sel punca/stem cell). Sel-sel punca tidak mengalami pertambahan ukuran dalam proses pertumbuhannya. Sel punca berfungsi untuk mengganti sel-sel tubuh yang telah rusak. Pembelahan sel punca akan menghasilkan sel baru yang berpotensi untuk menjadi sel punca dari jenis sel lainnya dengan fungsi yang lebih khusus.

Keterangan :

Sel diploid adalah sel dengan dua set genom (keseluruhan informasi genetik yang dimiliki suatu sel/organisme, seperti DNA sel) yang merupakan hasil pembuahan sel-sel gamet pada sel haploid (sel dengan satu pasang kromosom yang menjadi struktur dalam inti sel yang mengandung informasi genetik untuk proses transmisi sifat pada keturunannya). Sel-sel gamet haploid melebur, sehingga kromosomnya saling bercampur dalam satu sel untuk membentuk sel diploid. Umumnya, mitosis diikuti dengan fase sitokinesis (pembelahan sitoplasma) dan fase kariokinesis (pembelahan inti). Proses pembelahan mitosis terjadi pada semua sel tubuh, kecuali pada jaringan yang menghasilkan gamet (sel kelamin).

B. Migrasi (Perpindahan Sel Saraf)

Sel saraf yang telah melalui tahap proliferasi akan berpindah (migrasi) ke tempatnya masing-masing untuk mulai berkembang. Sel saraf dari zona ventrikel akan berpindah ke zona subventrikel. Dan sel saraf dari kedua zona tersebut akan pindah ke sistem saraf pusat (otak dan sumsum tulang belakang).

Keterangan :

Zona ventrikel/ventrikular adalah lapisan embrio sementara dari jaringan yang mengandung sel-sel punca saraf. Zona ventrikel melapisi sistem ventrikel yang berisi cairan serebrospinal. Pembentukan neuron (neurogenesis) terjadi pada zona ini selama perkembangan embrio/janin. Zona ventrikel menjadi fungsi dari jalur Notch (jalur selular pada organisme yang diaktifkan oleh molekul reseptor). Zona ventrikel akan menghilang setelah kelompok sel punca saraf habis.

Zona subventrikel/subventrikular terletak berdekatan dengan zona ventrikel. Pada korteks serebral embrio, zona subventrikel mengandung progenitor (nenek moyang/induk) saraf menengah yang terus membelah menjadi neuron pasca-mitosis. Pola dasar migrasi sel saraf terdiri dari dua jenis, yaitu ke arah radial (melingkar) dan ke arah tangensial (tegak lurus). Pada otak besar (cerebrum), sel-sel saraf dari zona ventrikel dan subventrikel bermigrasi ke arah radial untuk membentuk korteks serebral dan nukleus profundus/profunda (inti sel bagian dalam).

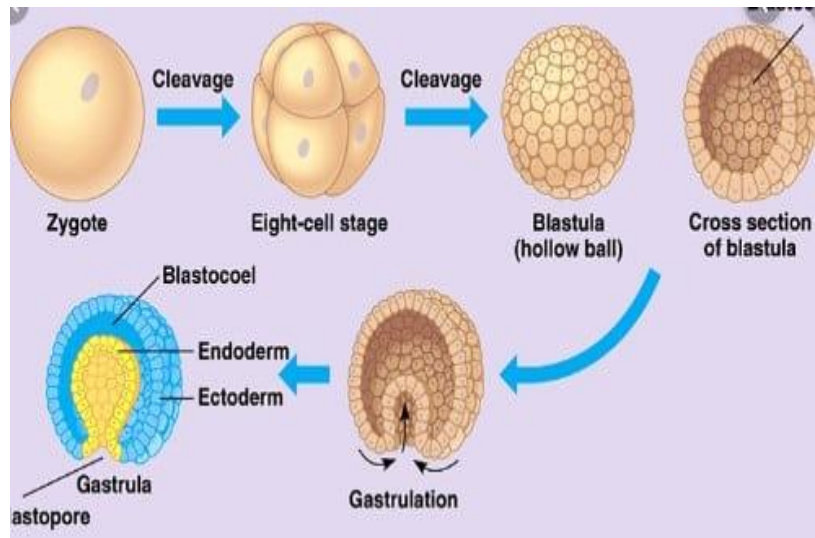
Pada otak kecil (cerebellum), sel-sel saraf dari kedua zona bermigrasi untuk membentuk sel purkinje (sel dengan banyak cabang dendrit/sel ganglion besar), nukleus dentatus (sekelompok neuron yang memiliki tepi bergerigi dan terletak di bagian dalam cerebellum) dan nukleus lainnya yang berada di bagian atas. Sedangkan migrasi tangensial adalah perpindahan sel dari zona ventrikel dan subventrikel menuju permukaan pial/piameter (bagian dalam dari selaput meninges) untuk membentuk korteks serebral. Migrasi tangensial terjadi setelah migrasi radial.

Proses ini terjadi pada minggu ke-16 dari masa kehamilan, sampai memasuki masa enam bulan kehamilan. Sel saraf yang bermigrasi lebih awal akan menempati lapisan dalam, sedangkan sel saraf yang bermigrasi berikutnya akan menempati lapisan luar.

C. Diferensiasi (Perubahan Sel Saraf)

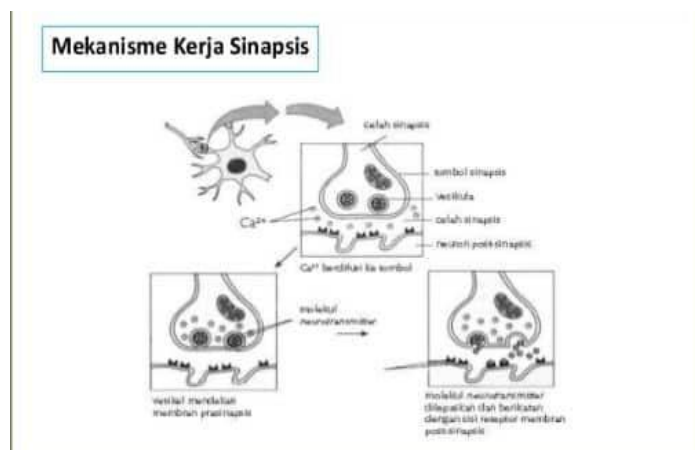
Pada akhir bulan ke-6 masa kehamilan, lempeng korteks (lapisan luar) telah memiliki komponen sel saraf yang lengkap, sehingga dapat memasuki proses diferensiasi. Proses diferensiasi terjadi setelah molekul sinyal dikeluarkan oleh jaringan mesoderm untuk mengaktifkan gen tertentu dan mematikan sel lainnya, sehingga memicu beberapa sel-sel ektoderm untuk menjadi jaringan saraf.

Sel-sel ektoderm yang tidak menerima molekul sinyal akan menyebar pada jaringan mesoderm untuk membentuk kulit. Proses ini juga dikenal dengan induksi saraf. Sel saraf akan menjadi sel neuron yang memiliki banyak cabang dan menjadi sel glia (sel penyokong).



D. Sinapsis (Pembentukan Jalinan Pada Setiap Sel Saraf)

Tahap sinapsis berlangsung secara bergantian dengan tahap mielinasi. Jika jalinan saraf yang satu telah terbentuk, maka jalinan saraf tersebut akan melalui proses mielinasi, sebelum akhirnya sel saraf kembali memasuki tahap sinapsis.



E. Mielinasi (Pematangan Selubung Saraf)

Tahap mielinasi akan berakhir saat bayi berusia 1 tahun. Selubung saraf disebut selaput Mielin. Proses mielinasi diawali dengan penyatuan akson/neurit antar sitoplasma sel Schwann (sejenis sel glia) secara terus-menerus, sampai membentuk selaput Mielin. Pada dasarnya, selaput Mielin berasal dari lemak yang dihasilkan oleh sel Schwann. Bagian dari sel Schwann yang membungkus selaput Mielin disebut neurolema/selubung Schwann. Daerah penyatuan dinding sitoplasma sel Schwann disebut mesaxon interna. Mesaxon interna akan meluas ke arah dalam dan membentuk lamel-lamel (pelat-pelat tipis) sitoplasma sel Schwann. Lambat-laun sitoplasma sel Schwann akan menghilang dan kedua sisi dalam membran sitoplasma sel Schwann akan menyatu lalu menebal, hingga membentuk garis perioda.

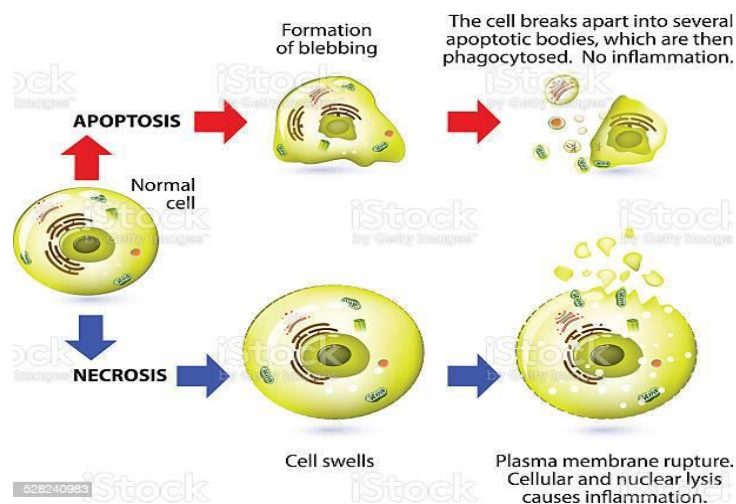
Matriks ekstraselular (struktur kompleks yang mengeliling sel-sel pada semua jaringan tubuh dan berbatasan dengan membran plasmanya) dari sitoplasma sel Schwann akan menyatu membentuk garis interperioda. Pada tahap akhir mielinasi, dinding sitoplasma sel Schwann akan menyatu untuk kedua kalinya, hingga membentuk mesaxon eksterna. Jika terjadi kegagalan dalam penyatuan kedua dinding sitoplasma sel Schwann, sehingga terdapat sejumlah kecil sitoplasma yang terjatuh dalam selaput mielin atau disebut insisura Schmidt Lanterman.

Pada sistem saraf tepi, proses pembentukan selaput Mielin berlangsung sama dengan pembentukan selaput Mielin pada sistem saraf pusat. Tetapi, pada sistem saraf pusat, sel oligodendrosit (sejenis sel glia) dapat membuat selaput Mielin sendiri untuk beberapa seraf saraf.

F. Apoptosis (Pembuangan Sel Saraf Yang Tidak Diperlukan)

Apoptosis adalah kematian sel terprogram. Di mana sel-sel terprogram yang sudah tidak diperlukan/sel-sel tua akan dibongkar, sehingga melepaskan diri dari sel-sel tetangga dalam jaringan dan membran plasma yang sama. Sedangkan kematian sel karena terinfeksi patogen atau mengalami iskemia (kekurangan oksigen atau zat metabolisme lain) disebut nekrosis.

Apoptosis dilakukan untuk perkembangan dan menjaga kesehatan tubuh. Jika apoptosis tidak berlangsung dengan baik, sel-sel yang seharusnya dihancurkan akan tetap bertahan dan menjadi abadi, hingga menyebabkan kanker. Namun, jika apoptosis terjadi pada banyak sel akan menyebabkan kerusakan jaringan, sehingga menyebabkan stroke, alzheimer, Huntington (penyakit keturunan yang menyebabkan kerusakan sel-sel saraf pada otak) dan Parkinson.



DAFTAR PUSTAKA

1. Gambar Diferensiasi Sel. <https://www.dosenpendidikan.co.id/diferensiasi-sel/>
2. Gambar Sistem Syaraf Pada Manusia. <https://materiipa.com/sistem-saraf-pada-manusia>
3. Gambar Sinapsis. <https://ekosistem.co.id/sinanpsis/>.
4. <https://ratukemalalaura.blogspot.com/2018/02/pembentukan-sistem-saraf-pusat.html?m=1> (Diakses Pada 09 Juni 2022).