

Histologi Jaringan Saraf

Histologi • SKDI BIOMEDIK

Course histologi jaringan saraf membahas struktur mikroskopis neuron dan sel glia, organisasi substansia grisea dan alba, jenis sinapsis, sawar darah-otak, serta korelasi klinis neurodegenerasi untuk dasar ilmu kedokteran.

Modul 1: Modul 1: Struktur Dasar Neuron dan Sel Glia

1.1 Neuron: Unit Fungsional Jaringan Saraf

Neuron adalah unit fungsional utama sistem saraf yang menerima, menghantarkan, dan mentransmisikan impuls listrik. Sekitar 10% populasi sel di SSP, neuron menentukan kapasitas kognitif, motorik, dan otonom.

Struktur mikroskopis: (1) Badan sel (perikaryon/soma) berisi inti vesikuler besar dengan nukleolus prominen dan badan Nissl (retikulum endoplasma kasar + ribosom bebas) untuk sintesis protein; (2) Dendrit bercabang banyak memperluas permukaan penerimaan sinyal; (3) Akson tunggal panjang yang berakhir pada bouton terminal membentuk sinapsis.

Klasifikasi morfologi: multipolar (korteks serebri), bipolar (retina, epitel olfaktorius), pseudounipolar (ganglia spinalis), unipolar (invertebrata). Berdasarkan fungsi: sensorik, motorik, interneuron.

Korelasi klinis: Degenerasi badan Nissl (kromatolisis) terjadi saat akson terputus dan merupakan temuan histopatologis pada amyotrophic lateral sclerosis serta polineuropati.

Poin Kunci: Neuron memiliki inti besar, badan Nissl, dan dendrit-akson khas. Morfologi multipolar mendominasi SSP; pseudounipolar dominan di ganglia sensorik.

> Disclaimer: Materi ini untuk tujuan pendidikan. Selalu rujuk buku teks biomedik terkini.

1.2 Sel Glia: Pendukung Struktural dan Fungsional

Sel glia menyusun sekitar 90% sel di SSP. Selain sebagai penopang (scaffolding), glia memiliki peran metabolik, imun, dan regulatorik. Jenis glia dikenali lewat pulasan imunohistokimia: GFAP (astrofit), Iba1 (mikroglia), MBP (mielin).

Glia SSP: (1) Astrofit — berbentuk bintang, kaki perivaskular membentuk sawar darah-otak, mengatur homeostasis K⁺ dan glutamat; (2) Oligodendrosit — membungkus beberapa akson dengan mielin di SSP; (3) Mikroglia — sel imun residen, fagosit profesional saat cedera; (4) Ependim — sel kolumnar melapisi ventrikel dan kanalis sentralis.

Glia sistem saraf tepi (SST): sel Schwann membentuk mielin (1 sel = 1 segmen pada 1 akson) atau tetap nonmielin; sel satelit membungkus neuron ganglia sensorik dan otonom.

Korelasi klinis: Astroglisis tampak pada cedera otak dan neurodegenerasi; demielinasi pada multiple sclerosis melibatkan oligodendrosit; glioma berasal dari astrofit atau oligodendrosit.

Poin Kunci: Lima glia utama — astrosit (sawar darah-otak), oligodendrosit (mielin SSP), sel Schwann (mielin SST), mikroglia (imunitas), ependim (ventrikel).

> Disclaimer: Materi ini untuk tujuan pendidikan. Selalu rujuk buku teks biomedik terkini.

Modul 2: Modul 2: Substansia Grisea, Alba, dan Sinapsis

2.1 Substansia Grisea dan Substansia Alba

SSP terbagi menjadi substansia grisea (badan sel neuron, dendrit, akson tak bermielin, kapiler, glia) dan substansia alba (akson bermielin, oligodendrosit). Pada H&E, grisea lebih basofilik karena inti dan Nissl; alba pucat karena mielin terekstraksi alkohol.

Medula spinalis: grisea berbentuk huruf H/kupu-kupu sentral — cornu posterior (sensorik), cornu anterior (motorik); alba mengelilingi sebagai traktus; kanalis sentralis dilapisi ependim.

Serebrum: grisea menyusun korteks serebri 6-lapis dan ganglia basalis (kaudatus, putamen, globus palidus), talamus, hipotalamus. Alba: traktus asosiasi, komisural (korpus kalosum), proyeksi (piramidal). Serebelum: grisea = korteks 3-lapis + nukleus serebelar; alba = arbor vitae.

Korelasi klinis: Atrofi grisea pada Alzheimer (kehilangan neuron hipokampus); kehilangan mielin pada leukodistrofi dan MS. Pewarnaan luxol fast blue dan imunohistokimia mendukung diagnostik.

Poin Kunci: Grisea = badan sel neuron; alba = akson bermielin. Distribusinya menentukan arsitektur SSP.

> Disclaimer: Materi ini untuk tujuan pendidikan. Selalu rujuk buku teks biomedik terkini.

2.2 Sinapsis dan Transmisi Sinyal

Sinapsis adalah kontak fungsional antarneuron atau antara neuron dan sel efektor. Dua jenis utama: (1) Sinapsis listrik — gap junction (konnexon) untuk aliran ion langsung, umum di otot polos dan sirkuit lokal; (2) Sinapsis kimia — dominan di SSP manusia, dengan bouton terminal bermanuver ke membran post-sinaptik.

Ultrastruktur sinapsis kimia: zona aktif berisi vesikel sinaptik (40–50 nm) docked di membran pre-sinaptik; celah sinaptik 20–30 nm; densitas post-sinaptik (PSD). Sinapsis eksitatorik: vesikel bundar, PSD tebal (asimetris); inhibitorik: vesikel gepeng, PSD tipis (simetris).

Mekanisme transmisi: potensial aksi membuka kanal Ca^{2+} z voltage-gated, memicu eksositosis neurotransmiter. Reseptor post-sinaptik menghasilkan EPSP atau IPSP. Sinyal berakhir melalui reuptake, degradasi enzimatik, atau difusi.

Korelasi klinis: Toksin botulinum memotong SNARE, menghambat pelepasan asetilkolin

(paralisis flaksid). Benzodiazepin, SSRI, dan antipsikotik memodulasi reseptor/transporter sinaptik.

Poin Kunci: Sinapsis kimia dominan, terdiri atas bouton terminal, celah sinaptik, dan PSD; transmisi bergantung pada Ca^{2+} dan vesikel sinaptik.

> Disclaimer: Materi ini untuk tujuan pendidikan. Selalu rujuk buku teks biomedik terkini.

2.3 Sawar Darah-Otak dan Mielinisasi

Sawar darah-otak (BBB) adalah antarmuka selektif antara darah dan jaringan otak. Terbentuk dari endotel kapiler otak dengan tight junction kontinu (claudin, occludin), membran basalis, kaki perivaskular astrosit, dan perisit — bersama membentuk unit neurovaskular.

Komponen histologis: endotel serebral memiliki sedikit vesikel pinositik dan pompa efluks (P-glikoprotein). Astrosit mensekresikan Sonic Hedgehog dan GDNF yang memelihara fenotipe BBB.

Mielinisasi: mielin dibentuk oligodendrosit di SSP (1 oligodendrosit = beberapa segmen pada beberapa akson) dan sel Schwann di SST (1 sel = 1 segmen pada 1 akson). Konduksi saltatorik antar nodus Ranvier mempercepat hantaran. Komposisi mielin: lipid 70–80% dan protein (MBP, PLP, MOG di SSP; P0, PMP22 di SST).

Korelasi klinis: Disrupsi BBB terjadi pada stroke, meningitis, dan neurodegenerasi, menyebabkan edema vasogenik. Demielinasi (MS, Guillain-Barré) menghasilkan defisit neurologis dan penurunan kecepatan konduksi saraf.

Poin Kunci: BBB dibangun oleh endotel khusus, astrosit, dan perisit. Mielin mempercepat konduksi saltatorik dan rentan terhadap gangguan autoimun serta metabolik.

> Disclaimer: Materi ini untuk tujuan pendidikan. Selalu rujuk buku teks biomedik terkini.

Daftar Pustaka / Referensi

1. Ross MH, Pawlina W. Histology: A Text and Atlas with Correlated Cell and Molecular Biology. Wolters Kluwer (2020).
2. Junqueira LC, Carneiro J. Basic Histology: Text and Atlas. McGraw-Hill Education (2018).
3. Kierszenbaum AL, Tres LL. Histology and Cell Biology: An Introduction to Pathology. Elsevier (2016).
4. Purves D, Augustine GJ, Fitzpatrick D, et al.. Neuroscience (6th Edition). Oxford University Press (2018).
5. Nave KA, Werner HB. Myelination of the Nervous System: Mechanisms and Functions. Annual Review of Cell and Developmental Biology (2014).
6. Boron WF, Boulpaep EL. Medical Physiology (3rd Edition). Elsevier (2016).
7. Abbott NJ, Patabendige AA, Dolman DE, Yusof SR, Begley DJ. Structure and function of the blood-brain barrier. Neurobiology of Disease (2010).
8. Johns Hopkins Medicine. Blood Brain Barrier and Neuroinflammation. Johns Hopkins Medicine Research (2019).

Disclaimer / Pernyataan Penting

Materi dalam dokumen ini disusun untuk tujuan pendidikan kedokteran berdasarkan kurikulum SKDI 2012. Informasi klinis harus selalu diverifikasi dengan sumber terkini (pedoman nasional, jurnal terindeks, konsultasi supervisor klinis). Penulis dan Malayan Saintifika tidak bertanggung jawab atas keputusan klinis yang diambil berdasarkan materi ini semata.