Sinir Dokusu

- Temelde 2 tip hücreden oluşur.
  - Sinir hücreleri–NÖRON
  - Glia hücreleri–NÖROGLİA
- Diğer dokularda bulunan ara madde ve lifler yoktur.
- Entegre bir iletişim ağı halinde vücuda dağılmıştır.
- Anatomik olarak, beyin ve medulla spinalisten oluşan Merkezi Sinir Sistemi ile sinir lifleri, ve ganglionlardan oluşan Periferik Sinir Sistemi'ne ayrılır.

1

Sinir Dokusunun Genel Özellikleri

- Sinir hücrelerinin gövdeleri MSS'de gri cevher ve çekirdeklerde, PSS'de ganglionlarda yerleşiktir.
- Sinir hücrelerinin uzantıları ise ak cevheri oluşturur.
- Glia hücreleri ise her yerde bulunan, nöronları koruyan ve destekleyen, nöral aktiviteye, beslenme ve savunmaya katılan hücrelerdir.

2

Sinir sisteminin fonksiyonu

- İç ve dış çevrede yer alan kimyasal ve mekanik değişimlerle üretilen tüm bilgileri algılamak, analiz etmek, birleştirmek ve iletmek.
- Vücudun birçok fonksiyonunu, özellikle motor, visseral, endokrin ve mental aktivitelerini direkt ve indirekt olarak organize ve koordine etmek.

3

NÖRONLAR

- Uyarıları almak ve iletmek,
- Belli hücresel aktiviteleri başlatmak,
- Nörotransmitterleri ve diğer bilgi moleküllerini sentezlemek ve salgılamaktan sorumludur.
- 3 bölümden oluşur;
  - Dendrit: Uyarıları almak için özelleşmiş çok sayıdaki uzantılar
  - Hücre gövdesi-soma-perikaryon: Hücrenin trofik merkezi
  - Akson: Sinir impulsunu diğer hücrelere ileten tek uzantı

4

Perikaryon

- Nöron, çevresinde uzantıları bulunan bir hücre gövdesine (perikaryon) sahiptir. Uzantılarından tek ve uzun olanına **akson,** kısa ve çok sayıda olanına **dendrit** denir.
- Nöronlar dendritleri aracılığıyla çevreden uyanlan ahrlar; akson ile de uyarıları diğer nöronlara ya da kas, bez hüc-resi gibi efektör hücrelere iletirler.
- Nöroplazma adı verilen sitoplazmasında her yönde seyreden ve sinir impulslarının iletiminde özellikle nörotransmitterleri taşımaları ile önemli rol oynayan **nörofibriller** bulunmaktadır.

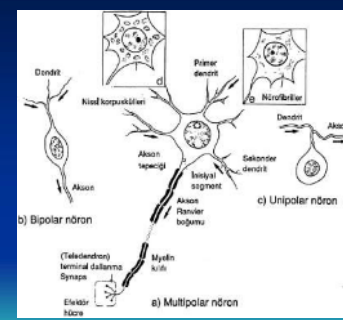
5

- Nörotransmitterlerin sentezi için bol miktarda bulunan gra**nüllü** endoplazmik retikulumları **nissl korpüskülleri** adında ve perikaryona kaplan derisi görünümü verecek şekilde tertiplenmişlerdir.
- Nissl korpuskülleri bulundukları sinir hücrelerinin yer aldığı sinir sistemi bölümüne göre farklıklar gösterir.
- Medülla spinalisin istemli kas hareketlerini yöneten ön boynuz nöronlarında iri ve tek tek seçilir şekilde bulunurken, otonom sinir sisteminin ganglion hücrelerinde ince, sık ve ayırt edilemez tarzda gözlenmektedirler.

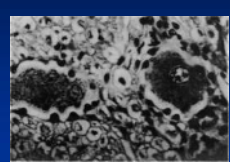
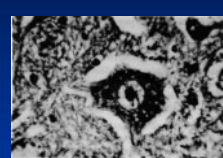
6

- **Farklı fonksiyonlarla ilgili bu değişiklikler,** sinir hücresinin uzantılarında da gözlenir. Aynı ornekte ön boynuz nöronları tek aksona ancak hücre gövdesinin her kutusundan çıkan çok sayıda dendrite sahiptirler. Bu şekildeki nöronlara **multipolar nöron** adı verilmektedir Gangliondaki nöron ise tek aksonla birlikte gene aynı kutuptan çıkan tek dendrite sahip olup bu tip nöronlara **unipolar nöron** denir
- Uzantıları yine iki fakat karşıt kutuplardan çıkan ve bu nedenle perikaryonları mekik şeklinde olan nöronlara ise **bipolar nöron** adı verilir. Bunlar retina, burun koku alma epiteli gibi organiz-manın duyusal (sensitif) yapılarında bulunan nöron tipidirler

7



8

9

* Sinir hücreleri uzantılarının sayı ve hücreden çıkış yerlerine göre farklılıklar göstermelerinin yanı sira, aksonlarının uzunluğuna göre de sınıflandırılırlar. Aksonları uzun olup (1 metre kadar olabilirler) perikaryonun bulunduğu gri maddeden çıkarak başka bir gri madde (merkezi sinir sisteminde sinir hücresinin gövdesinin bulunduğu sinir doku bölümü) parçasında sonlananlara **golgi I tipi nöron** denir. Aksonu çok kısa olup yine perikaryonunun bulunduğu gri maddede kalan sinir hücrelerine ise **golgi II tipi nöron** adı verilir.

10

Genellikle uzantısı uzun nöronların perikaryonları da büyüktür. En büyük nöronlar beyin korteksindeki piramidal nöronlar (70-150 mikron) (ve omurilikteki ön boynuz motor nöronları (130 mikron) dır Beyincikte bulunan ve armut şeklindeki tipik perikaryonları olan Purkinje hücreleri ortaya boyda (60 mikron) ve yine beyincik korteksinde granüler katta bulunan nöronlar en küçük (3-5 mikron) olanlarıdır

11




12

- Nöronların büyüklükleri gibi perikaryonların şekilleri de oldukça çeşitlidir. Konunun başlangıcında da söz edildiği gibi sinir hücrelerinin yüklendiği görev diğer bir deyimle bulundukları sinir sistemi bölümünün fonksiyonel özelleşmesi ve bu fonksiyonların çeşitliliği, nöronların çok çe-şitli şekillerde olmasına neden olmaktadır. Bu nedenle her sinir sistemi bölgesi için belirli perikaryon şekilleri ortaya çıkmıştır.

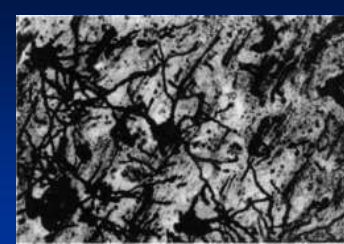
13

- Bu durum, dendritlerin sayısı, çıkış şekilleri, seyirleri ve yayılma alanlarının çok çeşitli olmasından kaynaklanır. Dendritler çok ince iseler perikaryon küremsi olur,çok sayıda ve geniş tabanla çıkan dendritleri varsa nöron yıldız şeklinde gözlenir.
- Dendritlerden biri diğerlerinden oldukça kalınsa perikaryon koni şeklini alır. Az sayıda ve gelişmiş dendriti bulunan veya tüm dendritleri bir kutuptan çıkan nöronlar ise bu kez armuda ya da piramide benzerler. Nöron şeklini en iyi ortaya koyan yöntem gümüşleme yöntemleridir

14

- Rutin boyamalarda hücrelerin uzantıları ortaya konamadığından hücre şeklini belirleyen yöntem, hücre uzantıların ı ve bunların hücreden çıkışlarını seçilir şekle ge tiren gümüşleme yöntemidir.
- Gümüşlemede seçilen yönteme göre gümüş tuzlarından metal gümüşün hücrenin tüm uzantıları ve gövdesi üzerine çöktürülmesi ile nöron ve nöroglialara ait en ince dallanmaların bile siyahlatılarak belirginleştirilmesi söz konusudur

15



16

- Sinir hücreleri aktif sentez hücreleri olduklarından ökromatik, oldukça iri, nukleouslan gok belir-gin çekirdekleri vardır Hem perikaryonda hem de uzantılarda yer alan çok sayıda mitokondri bulunmaktadır.
- Mitokondriler, Nissl korpuskülleri ve nörofibrillerle birlikte dendritlerin sitoplazmasında (dendroplazma) da yer almışlardır. Golgi kompleksi de çok gelişmiş olan nöronlarda, embriyonal dönem ve bazı tümoral yapılar dışında sentrozom bulun-maz. Bunun nedeni, sentrozomun bölünme organeli olması ve nöronların bölünmeyen hücreler olmasıdır.

17

- Nöroplazmada intrasitoplazmik olarak çok sayıda **lizozomlar** da bulunur. Sekonder lizozomlar yaşla artarak lipofüksin pigmentine dönüşmektedirler. Bu pigment organizmanın diğer hücrelerinde aşınma yaşlanma yıpranma pigmenti olarak yorumlanmakla birlikte, yaşla artsa da sinir hücrelerinde genç yaşlarda da oldukça fazla bulunması yaşlılık pigmenti ol-manın yanısıra yararlanma pigmenti olabileceğini de düşündürmektedir. Sinir hücrelerinde intrastoplazmik inklüzyon olarak melanin pigmenti de bulunur. Bir nörotransmitter olan katekolamin sentezi ile ilgili olduğu düşünülen melanin pigmentini içeren nöronların daha çok otonom sinir sistemiyle ilgili fonksiyon gördükleri sanılmaktadır.

18

Nöron (Tek Sinir Hücresi)

- Nöron sinir sisteminin temel birimidir. Nöron, hücre gövdesi (soma), birkaç kısa giriş noktası (dentrit) ve uzun bir iletim kanalı (akson)'dan oluşmuş tek bir hücredir. Axon üzerindeki kılıfı ile sinir lifini oluşturur.İskelet kasına ve düz kasa bağlanmış bir sinir hücresi görülmektedir. Sinir sinyallerinin dentritlerden sinir uçlarına doğru tek bir yönde ilerlediğine dikkat edin. Akson, sinir hücresi boyunca uzar ve bazıları bir miyelin kılıf (parçalı yalıtıcı kılıf) ile örtülmüştür. Schwann hücrelerinden oluşan nörolimma bu kılıfı kuşatır. Ranvier düğümleri sinir sinyallerinin iletimini hızlandırıcı bir görev görmektedir.

19

Sinir Hücrelerinin Uzantılar

- Sinir hücreleri için en tipik yapılar, uzantılarıdır. Uyarıları sisteme özgü enerjiler olan sinirsel impluslara çevirmekle yükümlü nöronlar bu impulsları iletmek ve efektör organa ulaştırmak için uzantılarını kullanırlar.
- Tek ve uzun olup genellikle perikaryondan gidecekleri yapıya kadar aynı çapı koruyan uzantı aksondur.
- Çok sayıda ve kısa olup perikaryondan çıktıktan sonra genişliklerini (primer dentrit) gittikçe kaybederek yakın çevrede incelmiş olarak dallanan (sekonder dendrit) uzantıları ise dendritlerdir. Ağaç benzeri birçok kereler dallanmalar göstermesi nedeniyle dendrit (ağaç) denmiştir.

20

Dendrit

- Bir bakıma perikaryonun protoplazmik uzantıları olduklarından perikaryon sitoplazmasındaki golgi kompleksi hariç, Nissl korpuskülleri, mitokondriler, nörofibril ve nörotubülüsler gibi yapılar dendritlerin sitoplazmasında da (dendroplazma) bulunur.
- Dendrit hücre membranında, çok sayıda ve diğer nöronların sonlanma yerleri (sinaps) olan diken şeklinde yerler bulunur. Bunlara **gemmule veya spina** adı verilmektedir. Dendrit membranı üzerinde bu yapılardan başka aksondaki kılıflar ise bulunmamaktadır.
- Dendritler hücre şekli gibi her sinir sistemi bölgesine göre değişen çeşitlerde dallanmalar gösterir. Ayrıca filogenetik olarak yüksek sınıf canlılarda özellikle beyin korteksinde bu dallanmaların sayısı artar ve bu da dentritlerin nöronlararası iletisimde önemlerini ortava kovar.

21

Akson

- Tek ve uzun olup dallanma göstermemesi yam sira yüzeyinde spinaların bulunmaması nedeniyle düz yüzeyli olmasıyla da dendritlerden ayrılır. Yalnız perikaryondan çıkış yerine yakın ve bazen uzun seyri boyunca yer yer kollateral denen yan dallar verebilir. Sonlanmaya doğru çok az bir çap azalması gösterir ve terminal dallar adı altında dallanarak sonlanır.
- Bu terminal dallar da primer, sekonder ve tersiyer kollara ayrılıp herbiri tomurcuklar şeklinde sonlanır. Teledendron adı verilen bu son bölüm üzerinde diğer nöronların dendritleri sinaps yapabilir ya da bu bölüm sinir sonlanması şeklinde kas, bez hücreleri gibi efektör organlarda sonlanır.

22

- Aksonların sitoplamasına aksoplazma ve hücre zarına aksolemma adı verilir. Aksonun perikaryondan çıkış yeri piramit şeklinde genişleme yapar ve **akson tepeciği** veya **başlama konisi** denir. Bu bölge ile miyelinli aksonlarda miyelin kılıfının başladığı bölgeye kadarki kısma **initial segment (ön segment)** adı verilip aksolemma altında ince - yoğun bir madde yer alır.
- Aksoplazmada dendroplazmanın tersi olarak çok az organel bulunur. Bunlar az sayıda mitokondri, tubuler ve vesiküler agranüler endoplazmik retikulum, nörotubulus ile çok sayıda ve paralel tertiplenmiş nörofibrilerdir. Nissl korpüskülleri ve serbest ribozomlar ise hiç bulunmazlar.

23

- Aksonun denditlerinden en önemli farkı, birtakım kılıflarla çevrelenmesidir. Bu kılıflar içten dışa miyelin kılıfı ve nörolemmadır. Miyelin kılıfı aksolemmayı doğrudan örten iç zardır.
- Lipoid yapı ağırlıklı (%80) olan miyelin, %20 oranında proteinsel madde de içerir. Rutin metodlarla lipoid yapı eridiği için preparatlarda neurokeratin adı verilen proteinsel ağırlıklı çatı seçilmektedir
- Elektron mikroskobunda ise siyah yapılar şeklinde seçilir Miyelin, merkezi sinir sisteminde oligodendroglialar, periferik sinir sisteminde Schwann hücrelerince yapılmaktadır.

24

- Miyelin kılıfı bulunmayan aksonlar da vardır; bunlara miyelinsiz aksonlar denir. Miyelinli aksonlarda miyelin aksonu tümüyle sarmaz, yer yer kesintiler gösterir. Boğum şeklinde olan bölgelere **Ranvier boğumları** (Ranvier düğümleri) denir .
- Kolleteral dallanma yapan aksonlarda bu yan dallar Ranvier boğumlarından ayrılmaktadır. Miyelin tabakası konsantrik dizilimli tabakalar şeklinde tertiplenmiştir ve lameller arasındaki genişleme yerleri miyelin kılıfındaki **Schimidt -Lanterman yarıkları** olarak adlandırılır.
- Bu yarıklar ve Ranvier boğumları merkezi sinir sistemi miyelinli sinirlerinde bulunmazlar. Aksonlar merkezi sinir sisteminde glia hücreleri, periferik sinir sisteminde ise periferik noroglia hücrelerinden Schwann hücrelerince kuşatılırlar.

25

- Bu hücrelerin oluşturduğu yapı **Schwann kılıfı** ya da **nörolemma** adını alır. Miyelinli ak-sonlarda miyelin kılıfını örter miyelinsizlerde ise Schwann hücresinin stoplazmasına dörtten fazla gömülmüş durumda aksonun yerleşmesi söz konusudur
- Aksonun arada miyelin tabakası olmadan doğrudan Schwann hücre kılıfı ile uzunluğu boyunca kuşatıldığı bu yapıda, karşılıklı gelen Schwann hücre membranları **mezakson** adını alır.
- Bazen yine Schwann hücresinin sitoplazması içinde kalacak ve longitudinal (uzunlamasına) şekilde yerleşmiş kollajen fibrillere de rastlanır . Merkezi sinir sistemindeki miyelinsiz sinir fibrillerinde bu yapı da bulunmayıp akson tamamıyla çıplaktır.

26

Sinir Lifleri

- Yukarıda anlatıldığı gibi miyelin kılıfı ve schwann hücre kılıfı (nörolemma) ile sa-rılmış her bir aksona sinir lifi denir.Buna göre miyelin **kılıfı olanlar miye-linli sinir lifleri** miyelin kılıfı olmayanlar ise **miyelinsiz sinir lifleri** olarak isimlendirilir.
- Miyelinli sinir lifleri merkezi sinir sisteminde nörolemma içermezler ve bu sistem organların beyaz cevherini şekillendirirler. Periferik sinir sisteminde ise periferik sinirleri yaparlar. Bu liflere **A lifleri** adı verilmektedir.
- Miyelinsiz sinir liflerinin ise bir kısmının polarizasyon mikroskobik incelemelerde çok az da olsa bir miktar miyelin içerdikleri gösterilmiştir. Buna göre miyelinsiz lif ler, gerçekten miyelinsiz sinir lifleri (Remark lifleri ya da C - lifleri) ve miyelinden çok fakir sinir fibrileri (B - lifleri) olmak üzere iki çeşittirler

27

- Embriyoda bütün sinir lifleri önce miyelinsizdir. Erişkinlerde ise bütün miyelinli sinir lifleri baş-langıç ve sonlanma bölgelerinde miyelinsizdirler İskelet kasları sinir fibrilleri kalın (yaklaşık 20 mikron) ve miyelinlidirler.
- Düz kasların sinir fibrilleri ise ince (1 mikron), çok az mi-yelinli ya da miyelinsizdirler. Miyelinli sinir fibrilleri (A lifleri) çok hızlı iletim (saniyede 15-100 metre) yaparlar.
- Özellikle otonom sinir sistemi sempatik bölümünde çok gözlenen ince ve miyelinsiz sinir fibrilleri ise (C lifleri) sinir impulslarının iletiminde oldukça yavaştırlar (saniyede 0.5-2 metre). Bir miktar miyelin içeren küçük çaplı sinir fibrillerinin (B lifleri) iletim hızı da saniyede 3-14 metredir.

28

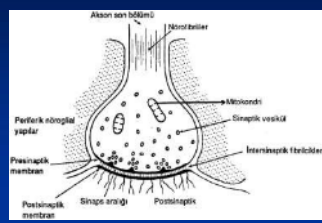
Akson sonlanması (Sinapslar) :

- Sinir dokusunun organizmada üst düzeyde ve diğer dokuların canlılığı devam ettirecek düzeyde çalışmalarını sağlayabilmesi için kendi hücreleri arasında da entegre bir düzen gerekmektedir.
- İnsan merkezi sinir sisteminde yaklaşık 10 mil-yar nöron ve 50 milyara yakın da bunlara yardımcı nöroglia hücresi bulunur. Uzantıları aracılığıyla bunların birlikte yaptığı ağsı kompleks yapı (nöropil) ile olağanüstü bir koordinasyon sağlanır.
- Örneğin beyin korteksi tek bir piramidal nöronunda bile 10.000'den fazla başka nöronla bağlantı bulunur. Medülla spinalis ön boynuz motor nöronlarında ise 1800 kadar başka nöronun sonlanması vardır.

29

- Bir telefon santrali karmaşası ve kompleks yapısındaki bu bağlantılar, genellikle sinir hücresinin uzantılarından aksonun bir diğer nöronun perikaryonu (akso - soma-tik) ya da dendriti (akso - dendrik) üzerinde **sinaps** adı verilen yapı ve fonksiyondaki bağlantı noktalan seklinde sonlanması ile gerçekleşir.
- Sinapslar daha ender olarak dendro -aksonik, dendro - dendrik, somoto - dendrik, somoto - somotik ya da akso - aksonal da olabil-mektedir. Ayrıca son yıllarda aksonunun, kas, bez hücresi gibi effektör yapılarındaki sonlanmaları da sinaps olarak değerlendirilmektedir.

30



- Sinapslarda hem uyarıyı götüren nörona (örneğin aksonunun son kısmı), hem de uyarıyı alan nörona ait (örneğin dendritinin yüzeyi) kısımlar bulunur.
- Bu kısımlar membran yapılarıdır (ak-solemma, dendrolemma gibi) ve şişkinlikler halinde sonlanan aksonun membranına **pren-sinaptik membran**, uyarıyı alacak olan hücrelerin membranına **postsinaptik membran**, ikisinin arasındaki 200 - 300 Angstron'lık aralığa **sinaps aralığı** denir.
- Bu aralıktan dolayı ak-sonla gelen uyarılar doğrudan diğer hücreye geçemezler. Sişkinlikle sonlanan aksonun sitop-lazmasında bol mitokondri ve **sinaptik vesikul** bulunur

- Sinaptik vesiküllerde bulunan nörotransmitter madde veya kimyasal mediyatör adı verilen uyarıcı maddeler, uyarı sonu-cu sinaps aralığına dökülür.
- Bu maddelerin postsinaptik membrana ulaşması ile membranın iyonlara karşı geçirgenliği değişir ve elektriksel membran polarizasyonu değişerek uyarı diğer hücreye iletilmiş olur.
- Sinapsta bulunan bol mitokondriler ileti sırasında gereken enerjinin oksi-datif fosforilizasyonla karşılanmasında ve K, Na, H iyon konsantrasyonunun sağlanmasında iş görürler.

- Asetil kolin, katekolaminler (adrenalin, noradrenalin ve dopamin) ile GABA (Gamma aminobutirik asit), glutamik asit, serotonin, glisin, bazı nörotsansmitterlerdir.
- Ayrıca son yıllar-da endorfinler, VİP (vazoaktif intestinal peptit), bombasin, histamin ve nörotransmitter etkili bulunmaktadırlar.
- Bu nörotransmitterler postsinaptik membrandaki reseptörün cinsine göre inhi-bitör ya da eksitatör etki gösterirler.

Nöroglia Hücreleri

- Sinir dokusunda, asıl fonksiyon gören nöronların perikaryon ve uzantılarının aralarını dolduran ve gerek mekanik bağlayıcılık gerekse metabolik destekleyicilik yapan özel bir doku bulunmak-tadır. Bu dokuya **nöroglia dokusu ya** da **gliöz doku** adı verilir.
- Hücrelerinin uyarılma özelliği bulunmayıp **nöroglia** veya **glia hücreleri** olarak adlandırılırlar. Nöronlar gibi uzantılı, ancak gerek hücre gövdesi gerekse uzantiları açisindan küçük olan hücrelerdir.
- Bulundukları sinir dokusunun merkezi ya da periferik sinir sisteminde oluşuna göre 6 tip glia gücresi bulunur

I- Merkezi sinir sistemi nöroglia hücreleri

- Epandim hücreleri
- Astrositler (Protoplazmik ve Fibröz)
- Oligodendroglialar
- Mikroglialar

2-Periferik nöroglialar:

- Schwann hücreleri (teloglial hücre, terminal lemmal hücreler, destek hücre leri)
- Satellit hücreleri

37

Epandim hücreleri

- Merkezi sinir sistemini oluşturan beyin ve omurilikte bulunan boşlukları, epitelyal tarzda döşeyen nöroglialardır. Diğer nöroglia hücreleri ise doğrudan nöronlar arasında bulunmakta-dırlar.
- Beyinde lateral venstrikuluslar ile üçüncü ve dördüncü ventrikuluslar (beyin karıncıkları), omurilikte ise kanalis sentralisi döşeyen epandim hücreleri oval nükleuslu, prizmatik ya da genellikle kübik hücreler şeklindedirler.
- Embriyonal dönemde apikal yüzlerinde silyalar vardır, erişkinde bu silyalar çoğunlukla kaybolur.

38

- Hücrenin bazal yüzünde ise, sinir dokusunda dallanmalar yapan uzun uzantılar çıkar. Sinir dokuda desteklik ve salgılama ile görevlidirler. Salgılama fonksiyonları beyin, omurilik sıvısının (BOS) salgılanmasıdır.
- Beyin karıncıklarının duvarındaki **pleksus koriyoideus** (Tela koriyoidea), epandim hücreleri ile örtülüdür
- Piyamaterin (iç beyin zarı) gevşek bağ dokusunun ventriküller içine gönderdiği invagine kıvrımlar ve bunları tek kath orten epitelyal epandim hücrelerinden kurulmuş olan pleksus koruyoideustan salgılanan BOS, ventriküller ve kanalis santralis yanısıra damar çevresindeki aralıklarda, beyin orta zarı olan araknoidea ile piyameter arasında bulunan subaraknoidal boşlukta bulunmaktadır.

39

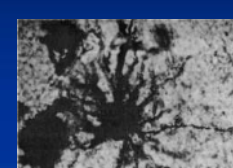
- Erişkinde 10 ml. olan BOS, sinir dokuyu travmalardan korur; fazlası sinir doku çevresindeki venler taraf ından absorbe edilir.
- BOS ve sinir dokusu arasındaki BOS - Beyin Bariyeri, epandim hücrelerindeki çeşitli yan yüzey bağlantı kompleksleri ile sağlanır.
- Epandim gücrelerinin BOS salgılama ve venler yanı sıra absorbsiyon (geri emme) fonksiyonla-rında gözlenen bozukluklar hidroselafi (BOS'nın normalden fazla olmasıdır ve sinir dokuda basınç bozuklukları yapar, kafatası çok büyür) nedenlerindendir.

40

Astrositler (Astroglia

- Yıldız şeklinde anlamına gelen astrositler uzantılı hucrelerdir. Sitoplazmalarında bulunan glia fibrillerinin miktarı ve uzantılarının yapısına göre iki çeşidi vardır.
- **Protoplazmik astrositler** adı verilen tipinde uzantılar bol ve kalın, sitoplazmalarındaki fibriller az sayıdadır. İri ve açık bo-yanan oval çekirdekleri bulunur. Gri cevherde bol bulunduklarından **gri cevher astrositleri** de denir
- **Fibröz astrositler** ise daha az sayıda, ince, uzun uzantılara sahip olup sitoplazmalarında daha fazla fibril bulunmaktadır. Çekirdekleri protoplazmik astrositlerden daha küçük olan föbröz astrositler daha cok beyaz cevherde bulunduklarından **bevaz - ak - cevher astrositleri** ismini alırlar.

41



42

- Her iki astrositin de uzantılarından bazıları genişlemiş ayakçıklar şeklinde (perivasküler glia ayakları) kan kapilleri duvarına yapışırken bir kısım uzantıları nöron gövdeleri üzerinde yassılanarak sonlanır.
- Böylelikle nöron yüzeyini ve özellikle sinaps bölgelerini kan ile nöronlar arasında su ve metabolit bölmeleri oluşturmak suretiyle çevreden izole ederler.
- Piyameter altında da gözlenen ve süperfisiyel ve perivasküler sınırlayıcı glial membranlar adını alan bu yapılar ile nöronları kanın labil etkisinden korunmuş olurlar.

43

Oligodendrositler

- Az uzantılı anlamına gelen oligodendroglialar astrositlerden daha küçük ve piramit şeklindeki hücre gövdeleri, az ve ince uzantıları, astrositlerden küçük ve koyu boyanan nukleusları olan hücrelerdir.
- Sitoplazmalarında glia fibrilleri bulunmaz. Perivaskülerya da perinöral olarakbulunurlar. Daha çok beyaz cevheri yapan miyelinli aksonlan gevrelerler ve periferik sinir sisteminde Schwann hücrelerince yapılan iyelin tabakasını merkezi sinir sisteminde yapan hücreler olarak iş görürler. Gri cevherde de bulunan oligodendroglialar glia hücrelerinin içinde en çok sayıda (%75) olanlardır.

44

Mikroglialar

- Glia hücrelerinin en küçükleri ve diğer nöroglia hücreleri nöroektodermal kökenliyken bu hücrelerin ektomezodermal (kirsta nöralis ve mezoderm ortak oluştururlar) olmaları nedeniyle mikroglia ve mezoglia adını almışlardır.
- Merkezi sinir sisteminin makrofajları olarak iş görürler, bu nedenle retikuloendotelyal sisteme dahildirler ve son yıllarda mezenkimal kemik iliğinden gelen monositlerden köken aldıkları da düşünülmektedir.

45

- Oval üçgenimsi gibi değişik şekillerde ve küçük boyu nukleusları bulunan mikroglianın, uzantıları da çok az, ince ve kısa olup birkaç defa dallanırlar. Bu yapı, uzantılarına dikenimsi görünüm kazandırır.
- Postnatal hayatta yenilenmeyen sinir hücreleri haraplandığında sinir dokusu bu hücrelerin oluşturduğu bir yama (nöroglial sikatriks, glia düğümcüğü) ile tamir edilmektedir.
- Hipofizdeki pituistler, retinadaki Müller hücreleri de merkezi sinir sisteminde bulunan ve astrositlere benzeyen glia hücreleridir.

46

Periferik nöroglia

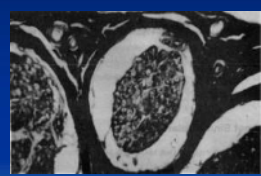
- Yukarıda anlatılan merkezi sinir sistemine ait 4 çeşit nöroglia hücresinden başka periferik sinir sisteminde, ganglionlarda bulunan **satellit ya da uydu hücreleri** ile periferik sinirlerin çevresinde kılıf yapan **schwann hücreleri** de bulunur.
- Bunlar periferik nörogliayı yaparlar. Schwann hücrelerinin motor plaklardaki şekilleri teloglial hücre koku alma epiteli gibi duyu epitellerinde destek hücreleri sensorial kapsülleri kuşatanları ise terminal lemmal hücreleri oluşturur. Periferik nöroglia hücreleri, periferik nöronlar gibi (ganglion hücresi) krista nöralisten köken alırlar.

47

PERİFERİK SİNİRLER

- Merkezi sinir sisteminde sinir hücreleri ve uzantılarının arası nöroglia dokusu taraf ından doldurulmaktadır.
- Periferik sinir sisteminde ise sinir hücrelerinin (gonglionlardaki gibi) ve bunların uzantılarından oluşan sinir fibrillerinin arasını bağ dokusu doldurur.
- Sinir fibrillerinin bağ doku kılıfları ile çevrili şekilleri periferik sinirleri oluşturur

48



- Organizmada çok sayıda bulunan motor ve duyusal periferik sinirler omurilik ve beyinden çıkıp değişik vücut bölgelerine giderler.
- Bu sinirlerin miyelinli ya da miyelinsiz oluşuna göre, miyelinli sinirlerde akson - miyelin kılıfı + Schwann hücre kılıfından miyelinsiz sinirlerde ise akson + Schwann hücre kılıf ından oluşan herbir sinir fibrili gevşek bağ dokusuyla çevrelenirler.
- Schwann hücresi bazal membranını çevreleyen, yassı endonöral fib-roblastları ile kollajen fibrilleri (kollajen tip IV) içeren ilkbağ dokukılıfı **endonöryum** (Key - Retzius ya da Henle kılıfı) adını alır.
- Herbiri ende nöryumla çevrili birçok akson biraraya gelerek "sinir fasikulusları"nı oluşturur.

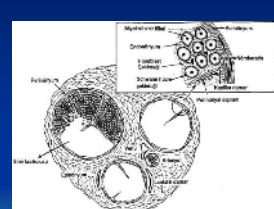
- Fasikuluslar da kollajen fibriller ve fibroblastlar -dan oluşan **perinöryum** adını alan bağ doku ile çevrilidirler. Sıkı düzensiz tipte olan bu bağ dokudan fasikuluslar içine "perinöyral septumlar" girer.
- Bir çok fasikulus ise yine sıkı bağ dokudan oluşan, kollajen fibril ve fibroblastlardan başka yağ hücreleri ve kan damarları, lenf damarlarını da içeren **epinöryum** adh kihfla biraraya gelerik "sinir trunskusları"nı yaparlar.
- Bu şekilde organize olmuş periferik sinirler effektör yapıya yaklaşınca 9.7 fasikulusların ayrılmasıyla dallanırlar. Bu fasikulusların dallanma ve sonra tekrar bir araya toplanmaları ile de sinir pleksusları meydana gelmektedir.
- Bir periferik sinirde (sinir trunkusunda) hem miyelinli hem miyelinsiz sinir fibrilleri bulunabilir (miks sinirler

SİNİR SONLANMALARI

- Periferik sinirler uyarıyı götürdükleri ya da uyarıyı aldıkları yapılarla değişik şekillerde ilişki kurarlar. Bu yapıların cinsine (kas dokusu, epitel dokusu, bağ dokusu oluşuna) göre değişen ve si nir sonlanması adı verilen oluşumlar ya basit ya da daha kompleks bir yapıdadırlar. Buna göre sinir sonlanmaları, basit - serbest sinir sonlanmaları ve kompleks yapılı kapsülalı sinir sonlanmaları olarak iki türlüdür.

Serbest Sinir Sonlanmaları

- Vücudun her yerine dağılmışlardır. Deri, kas, tendon, kemik ve birçok organlarda (viseral) bulu-nurlar.



- **Örtü epitelinde serbest sonlanma** : Derinin epitel katı olan epidermiste miyelinini kaybetmiş ve dallanmış sinir fibrilleri küçük topuzlar halinde epitel hücrelerinde sonlanır.
- **Bez epitelinde sonlanma** : Ekzokrin bezlerde miyelinsiz sempatik sinir fibrilleri, bazal membranın dışında sinir ağı oluştururlar. Bu ağdan ayrılan dallar bez epiteli içinde serbestçe sonlanırlar ve uyarıldıklarında salgının boşaltılmasını sağlarlar.
- **Bağ dokuda serbest sonlanma** : Deri, seröz ve müköz membranlarda sklera ve periosteumda sinir fibrilleri ağ ya da topuz şeklinde sonlanırlar.
- **Kas dokusunda serbest sonlanma** : Remak fibrilleri dalları ayrılıp **herbiri** düz kas hücreleri üzerinde sonlanırlar.

Kapsülalı sinir sonlanmalar

- **Merkel diski** : Dokunma reseptörlerinde epidermis epitel hücreleri biraz genişler sinir fibrili son dalları bunları yarım ay şeklinde sarar.
- **Lameller korpusküller**: Deri müköz membran ve korneada bulunanlarına **pacini** korpusküleri, dış genital organ ve meme başında bulunanlarına ise genital korpusküller denir. Derin basınç duyusunu alan bu korpusküllerde derin basınç reseptörlerinin bağ dokudan oluşan kalın kapsülleri endonöryum hücreleriyle ve fibrilleriyle devam etmektedirler.
- Bağ dokudan oluşan lamelli bir kapsülün değişen şekillerde sinir fibrillerini sarması ile de diğer lamelli korpusküller oluşmaktadır. Bunlardan küre şeklinde olup çoğunluklu soğuk duygusu olmak üzere soğuk, sıcak, dokunma duygularını alan Krause korpusküleri, daha yassı şekilli olup sıcaklık duyusunu alan **Ruffini** i korpuskülü, elips şeklinde dokunma duyusunu alan Meissner korpuskülü organizmanın değişik bölgelerine yayılmışlardır.

55

- **Golgi tendon organı**: Kas - tendon bağlantı bölgelerinde bulunan ve kas mekiklerine benzeyen oluşumlardır, gerilme derin duyusunu alırlar.
- **Nöromusküler iğler (kas mekikleri)** : Kas fibrilleri özel şekilde bağ doku fibrilleriyle kuşatılır. Oluşan tubüler kılıfa giren sinir fibrilleri buralarda sonlanır.
- Periferik sinirler, yukarıda söz edilen sonlanmalardan başka çizgili kaslarda motor plak şeklinde yani efektör organlarda motor sonlanma şeklinde de sonlanmaktadırlar.

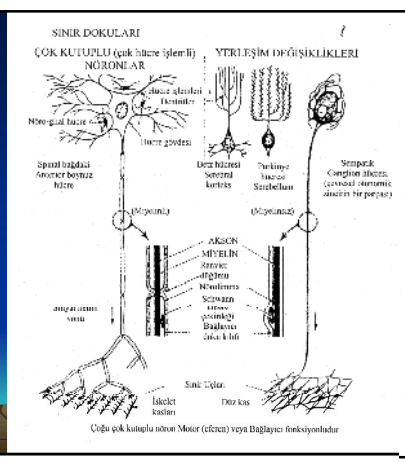
56

- Organizmadaki sistemleri oluşturan organların **herbiri** göreceği fonksiyona göre dört temel dokudan oluşurlar.
- Bu dört temel dokudan en gelişmişi olan sinir doku nöron adı verilen sinir hücreleri ve bunlara desteklik yapan nöroglia dokusundan kurulmuştur.
- Nöroektodermden farklanan sinir dokusunda ancak tektük yapı elemanı da mezenkimal kökenlidir.
- Sinir dokudan oluşan sinir sistemi merkezi ve periferik sinir sistemi olarak ikiye ayrılır.

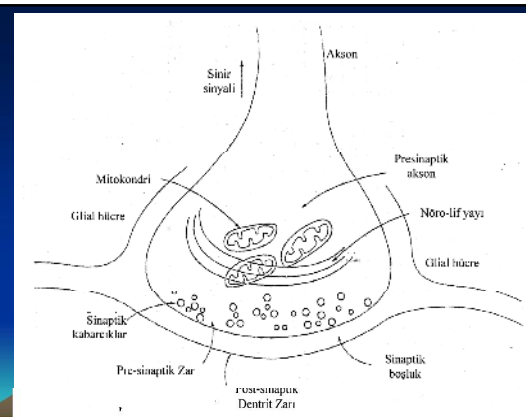
57

- Sinir doku yapı elemanları bulundukları sinir sistemi bölümünün yüklendiği fonksiyonla ilgili yapısal farklılıklar göstermektedir.
- Merkezi sinir sistemini oluşturan beyin ve omurilikte sinir hücre gövdelerinin bulunduğu kısımlar gri cevher, bu hücrelerin uzantısı olan aksonu saran miyelinden dolayı beyaz renkli seçilen bölümler ise beyaz ya da ak cevher adını alır.
- Beyaz cevherde bazı bazal çekirdekler dışında nöron gövdesi (perikaryon) bulunmaz. Periferik sinir sistemi organları ise periferik sinirler ile onların yolu üzerinde bulunan ganglionlar olup, periferik sinirler nöron uzantısı aksonların bağ doku kılıfları ile sarılması sonucu oluşurlar. Reseptörler de periferik sinir sistemine ait yapılardır.

58

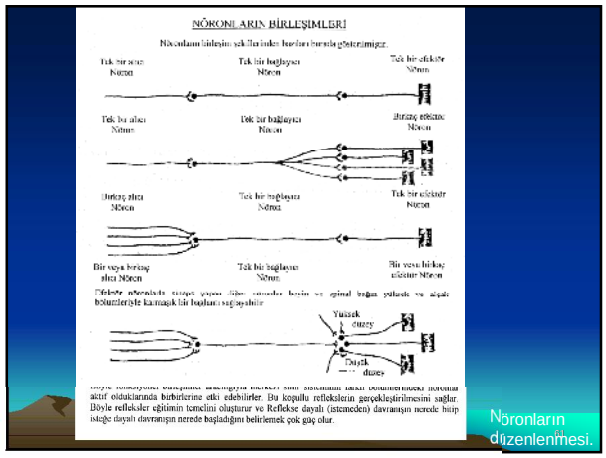


59



Sinaptik yapı

60



Nöronların düzenlenmesi.

Nöron tipleri

Uzantılarına göre;

- Multipolar nöron: 1 akson, birden çok dendrite sahip
- Bipolar nöron: 1 aksonu, 1 dendriti var
- Psödounipolar nöron: Gövdeden çıkan bir tek uzantı var, daha sonra T şeklinde ikiye ayrılır.

62

Nöron tipleri

Fonksiyonuna göre;

- Motor nöron: Kas hücreleri, endokrin ve ekzokrin bezler gibi effektör organları kontrol eder.
- Duyusal nöron: Çevreden ve vücuttan gelen duyusal uyarıları alır.
- İnternöron: Diğer nöronlarla bağlantı kurar.
-
-

63

Perikaryon–Soma

- Nöronun çekirdek ve çevresindeki sitoplazmasıdır.
- Eksitatör ve inhibitör pek çok sinir sonlanması alır.
- Alıcı özelliği vardır.
- Yuvarlak, büyük ve sentrik yerleşimli nukleus ökromatik boyanır, belirgin nukleolusa sahiptir.
- Paralel sisterna kümeleri şeklinde düzenlenmiş bol GER ve çok sayıda serbest polizomlar vardır. (Nissl cisimcikleri)
- Nukleus çevresinde çok sayıda Golgi kompleksi yer alır.
- Sitoplazma içinde dağılmış durumda çok sayıda mitokondri vardır.
- Nörofilament, nörofibril ve mikrotubuller bol miktardadır.
- Lipofuskin ve melanin gibi pigment inklüzyonlarına rastlanabilir.

64

Dendrit

- Tek dendritli bipolar nöronlar hariç pek çok nöron çok sayıda dendrite sahiptir. Dendritler seyri boyunca dallanır, dallandıkça incelirler. Sitoplazması perikaryonunkine benzer.
- Golgi kompleksi dışında tüm organellere sahiptir. Çok ince dendritlerde Nissl cisimcikleri ve mitokondri yoktur.
- Çok fazla sayıda nörofilament ve mikrotubul içerir.
- Dendritlerin üzerinde spina / gemmul adı verilen çıkıntılar, sinaptik bağlantı bölgeleri, vardır.

65

Akson

- Nöronun tipine göre değişen uzunluk ve çapta, silindirik bir yapıdır.
- Sabit bir çapa sahiptir ve fazla dallanmaz.
- Perikaryondan çıktıktan hemen sonra hücre gövdesi alanına dönen bir dal verir (kollateral).
- Aksonun distal bölümü sıklıkla dallanma yapar ve terminal arborizasyon diye adlandırılır.
- Her bir dalın ucu sinaps için özelleşmiş bir yumru taşır. Buna son düğmecik / terminal buton denir.

66

Akson

- Tüm aksonlar perikaryonda akson tepeciği / konisi denen kısa piramit şekilli bir bölge ile başlar.
- Aksonun plazma membranına aksolemma, sitoplazmasına aksoplazma adı verilir.
- Akson tepeciği ve aksoplazmada Nissl granülü yoktur.
- Aksoplazma birkaç mitokondri, mikrotubul, nörofilament ve AGER içerir.
- Miyelinli aksonlarda miyelinleşmenin başladığı noktaya kadar olan bölüm başlangıç segmentidir.

67

Akson

- Akson tepeciği ve başlangıç segmenti; nörona gelen değişik eksitatör ve inhibitör uyarıların cebirsel toplamının olduğu, bir aksiyon potansiyelinin üretilip üretilmeyeceğine karar verilen kısımdır.
- Burada farklı iyon kanalları lokalizedir. Elektriksel potansiyel farkının üretilmesinde önemlidir.

68

Aksonal transport

- Soma ile akson terminali arasında materyal taşınması aksonun önemli fonksiyonlarından biridir.
- Aksonun ve trofik merkez somanın ilişkisini sağlayarak her ikisinin de varlığı ve işlevlerini sürdürebilmesi için gereklidir.
- Virusler de hücre içine girmek ve diğer hücrelere dağılmak için bu yolu kullanır.
- Anterograd transport: Somadan akson terminaline doğrudur. Organel, vezikül ve bazı makromoleküllerin taşınmasında kullanılır. Bu işlemde mikrotubuller kullanılır. Kinezin, mikrotubulle ilişkili protein, aracılığıyla veziküller 3µm/sn hızla taşınır.

69

Aksonal transport

- Retrograd transport: Akson terminalinden somaya doğrudur. Nörofilament protein blokları, mikrotubul subünitleri, solubıl enzimler, somada endolizozomlarda yıkılacak olan proteinlerin taşınmasında kullanılır. Bu işlemde de mikrotubuller kullanılır. Dynein, mikrotubulle ilişkili protein, aracılığıyla veziküller 0.2mm/gün hızla taşınır.
- Horseradish peroksidaz → retrograd transport
- Radyoaktif işaretlenmiş aminoasit enjeksiyonu ve otoradyografi → anterograd transport incelenmesinde kullanılmaktadır.

70

Sinapslar

- Sinir impulsunun iletildiği özelleşmiş yapılardır.
- Sinapslar nöronların ya da diğer efektör hücrenin membran potansiyelini değiştirerek işlev görür.
-
  - Akso-dendritik ⇨ aksonla dendrit arasında
  - Akso-somatik ⇨ aksonla soma arasında
  - Akso-aksonik ⇨ iki akson arasında
  - Dendro-dendritik ⇨ iki dendrit arasında

71

Sinapslar

- Sinapslarda impuls iletimi elektriksel ya da kimyasal yolla olur.
- Memelilerde elektriksel sinaps beyinsapı, retina ve serebral kortekste vardır. Gap junction aracılığı ile serbest iyon hareketi elektrik akımına ve uyarılmaya neden olur.
- Elektriksel sinapslarda impuls iletimi çok daha hızlıdır.
- Kimyasal sinapslar daha sık rastlanan sinaps tipidir ve impuls iletimi nörotransmitter aracılığıyla olur.

72

Sinapslar

- Presinaptik membran: Sitoplazması mitokondri, birkaç AGER sisternası ve bol sinaptik vezikül içerir. Sinaptik veziküller nörotransmitterler ile doludur. Bunlar çoğunlukla somada yapılıp anterograd aksonal transport ile taşınır.
  - Aksiyon potansiyeli presinaptik membrana ulaştığında voltaj kapılı Ca^{2+} kanalları açılır.
  - Ca^{2+} hücre içine girer, sinaptik veziküller presinaptik membranla kaynaşır ve nörotransmitter ekzositozla sinaps aralığına verilir.
  - Eklenen membran klatrin aracılı endositozla geri alınır ve AGER'e eklenerek geridönüşümlü olarak kullanılır.

73

Sinapslar

- Sinaptik aralık (yarık): 20-30 nm genişlikteki aralıktır.
- Postsinaptik membran: Postsinaptik hücre membranının kalınlaşmış bölümüdür. Nörotransmitter reseptörlerini taşır.
  - Nörotransmitterin reseptörüne bağlanması iyon kanallarının açılmasına ve belirli iyonların hücre içine girmesine neden olur.
  - Membran potansiyelinde oluşan değişiklik yanıt oluşumunu aktive eder.
  - Bir stimulus postsinaptik membranda depolarizasyona neden oluyor ve aksiyon potansiyelini başlatıyorsa eksitatör (uyarıcı) postsinaptik potansiyel
  - Hiperpolarizasyona neden oluyorsa inhibitör (baskılayıcı) postsinaptik potansiyel diye adlandırılır.

74

Nörotransmitterler

- Sinyal moleküllerdir.
- Asetilkolin, glutamat, aspartat, glisin, GABA, serotonin, dopamin, noradrenalin, adrenalin
- Enkefalin, endorfin, substans P, nörotensin, VIP, hipotalamik salgılatıcı hormonlar, ADH, oksitosin

75