

1  **SİNİR HÜCRESİ**

PROF. DR. METEHAN ÇİÇEK

2 

- Golgi boyasıyla nöron bir merkezi bölge ve bir çok ince tüpten oluşur.
- Hücre gövdesi (soma)
- Nöritler
  - Akson; Uzun mesafeler kaydedebilir (>1 metre), nöronun çıktısını taşıyan kablolar!
  - Dentrit; Genelde gövdeden incelererek uzar (~2 mm), nöronun girdisini alan antenler!

3  **AKSON**

- Akson tepeciği denen bir kısımla başlar
- Burada Granüllü ER yoktur, çok az ribozom
- Akson zarı protein yapısı gövdeden farklı
- Akson kollateralleri
- Çap: 1 - 25  $\mu\text{m}$

4 *Akson Terminali*

- Aksonun genellikle şişkin sonlanması
- Terminal aksonun bir başka nöron ile temasa geçtiği yerdir. Bu temas noktasına sinaps denir.
- Bir nöron bir diğer hücreyle sinaptik temasa geçtiğinde o hücreyi innerve ettiği veya innervasyon sağladığı söylenir.
- Mikrotübül yoktur, sinaptik veziküller ve bir çok mitekondri içerir.

5 6 *Aksoplazmik Taşıma*

- Ribozomun olmaması proteinin somada yapılıp taşınmasını gerektirir. Somadan akson terminaline doğru akson boyunca materyallerin taşınmasına aksoplazmik taşıma denir.
- Veziküller içine depolanan materyaller *kinezin* adlı proteinler tarafından ATP kullanılarak mikrotübüller boyunca somadan terminallere taşınır (anterograd taşıma).
- Terminalden somaya metabolik ihtiyaçlardaki durumu bildiren sinyaller ters yönde ve *dinein* adlı proteinle taşınır (retrograd taşıma).

7 8  **GLİA**

- İnsan beyinde 100 milyarın üstünde nöron olsa da glia bunun 2-4 katı sayıdadır.
- Şu anki bilgilerimiz glianın veya glial hücrelerin beyin işlevine komşu nöronların *izolasyonunu, desteklenmesini ve beslenmesini* sağlayarak katkı sağladığını düşündürmektedir.

9  **GLİA***Astrodit*

- Beyinde en çok bulunan glia hücresidir.
- Damar ve nöronlardan kalan yeri doldurur
- Hücrelerarası (extracellular) alanın kimyasal içeriğini düzenler

- Sinaptik aralığı sararak nörotransmitterlerin kaybını önler
- Zarındaki reseptörler aracılığıyla nörotransmitterleri doğrudan alır
- K<sup>+</sup> gibi maddelerin yoğunluğunu düzenler

10  **GLİA**

- Ependimal hücreler: Beyinde sıvı dolu ventriküllerin tabanını döşer ve büyümede hücre göçünde rol alır.
- Mikroglia: Ölü ya da zarar görmüş nöron ve glia artıklarını temizleyen fagositoz yapan hücrelerdir.

11 12  **SİNİRDE İLETİM**13 14 15 16  **SİNİR LİFİ TİPLERİ AKSİYON POTANSİYELİ İLETİMİ İLİŞKİSİ**17  **SİNİR LİFLERİ**18  **SİNİR LİFLERİ**19  **SİNİR LİFİ TİPLERİ**

- Erlanger ve Gasser memeli sinir liflerini A, B ve C gruplarına A'yıda alt gruplara ayırmıştır(alpha, beta,...).
- Kalın aksonlar başlıca derin duyu, vücut hareket işlevleri, bilinçli dokunma ve basınç duyusundan sorumluyken, daha ince aksonlar ağrı, sıcaklık ve otonomik işlevlerle ilişkilidir.
- Arka kök C lifleri ağrı ve sıcaklık dışında dokunma ve diğer deri reseptörlerinin ürettiği sinyalleri de iletir.

20 21  **SİNİR İLETİM HIZI ÖLÇÜMÜ**22  **SİNİR İLETİM HIZI ÖLÇÜMÜ**

- Sinir iletim hızı sinir üzerinde uyarıcı ve kaydedici elektrot arasındaki uzaklığın, elektriksel uyarı ile sinir yanıtı arasında geçen zamana bölünmesi ile bulunur.
- Hız (metre/saniye) = Gidilen uzaklık (milimetre) / gidiş zamanı (milisaniye)

$$x = V \cdot t$$

23 24 25  **SİNAPTİK İLETİM**

PROF. DR. METEHAN ÇİÇEK

26 27  **SİNAPS**

- Bir nöronun diğerine bilgi taşımasının gerçekleştiği özelleşmiş kavşaktır.
- Bir nöronun elektriksel aktivitesi sinaps yolu ile diğer nöronun elektriksel veya metabolik aktivitesini değiştirir.
- 1897: Charles Sherrington- "sinaps" (synapse)
  - Kimyasal ve elektriksel sinapslar
    - 1921- Otto Loewi
    - 1959- Furshpan and Potter

28  **PRESİNAPTİK NÖRON-POSTSİNAPTİK NÖRON**29  **SİNAPS TİPLERİ****I- ELEKTRİKSEL SİNAPSLAR (GEDİKLİ KAVŞAKLAR)**

- 
- Evrimsel olarak daha eski
  - Omurgasızlar: Refleks yollarda bulunur.
  - Memeliler: Glia, düz kas-kalp kası, embriyonik yaşamda nöronlarda
- Sinyal iletimi iki yönlüdür.
- Gedikli kavşaklar (Gap junction)
  - Kanal
    - Konnekson (Connexon- 6 konneksinden oluşur)

30 31  **I- ELEKTRİKSEL SİNAPSLAR**

- Hücreler "elektriksel olarak çiftleşmiştir"
  - Sitoplazmadan sitoplazmaya iyonlar serbestçe akar
- Çok hızlı iletim
  - Postsinaptik potansiyeller (PSPs)
- Sinaptik integrasyon: Bir çok PSPs aynı anda oluşarak bir nöronu uyarır (yani AP oluşturur)

•

32 33  **II- KİMYASAL SİNAPSLAR**34  **II- KİMYASAL SİNAPSLAR**

- 
- Sinyal İletim yönü: Genelde presinaptik nörondan postsinaptik nörona doğru (tek yönlü)

35 36  **SİNAPS TİPLERİ**

MSS Sinapsları örnekler:

- Aksodendritik (Dendritik dikensi çıkıntılar)
- Aksosomatik
- Aksoaksonal
- Dendrodendritik

### 37 KİMYASAL SİNAPTİK İLETİMİN İLKELERİ

- Nörotransmitter sentezi
- Sinaptik veziküllere nörotransmitterlerin yüklenmesi
- Veziküller presinaptik sonlanmayla bütünleşmesi
- Sinaptik aralığa nörotransmitterlerin dökülmesi
- Postsinaptik reseptörlere bağlanma
- Postsinaptik hücrede Biyokimyasal/Elektrik yanıtın elde edilmesi
- Sinaptik aralıktan nörotransmitterlerin temizlenmesi
- 

### 38 KİMYASAL SİNAPTİK İLETİMİN İLKELERİ

#### 39 •NÖROTRANSMİTTERLER

- Amino asitler: Küçük organik moleküller
  - e.g., Glutamat, Glisin, GABA
- Aminler: Küçük organik moleküller
  - e.g., Dopamine, Asetilkolin, Histamin
- (Nöro)Peptidler: Kısa aminoasit zincirleri (i.e. proteinler) sekretuar granüllerde saklanır ve bunlardan salınırlar
  - e.g., Dinorfin, Enkefalinler

40

41

- Nörotransmitterler Sentez ve Saklanması
  - Aminler, amino asitler, peptidler

42

- Egzositoz işlemi hücre içi kalsiyumun artmasıyla uyarılır [ $Ca^{2+}$ ]
- Proteinler konformasyon değiştirir-aktive olur
- Vezikül zarı presinaptik zarla bütünleşir
- Nörotransmitter salınır
- Endositozla vezikül zarı geri kazanılır.

43

Egzositoz: Veziküllerin içeriğini boşaltması işlemi

#### 44 SALINIM MEKANİZMALARI

- 
- Nöropeptidler hafif fakat

uzun süreklî uyarıyla salınır  
(ani, yoğun uyarıyla değil)

45

1) İyonotropik: Transmitter kapılı iyon kanalları

46

47  **POSTSİNAPTİK HÜCREDE BİYOKİMYASAL/ELEKTRİKSEL YANIT**

- Sinaptik potansiyeller
  - Depolarize edici: Eksitatör postsinaptik potansiyeller
  - Hiperpolarize edici: İnhibitör postsinaptik potansiyeller
- Bunlar dereceli potansiyellerdir
- Dereceli potansiyeller, sınırlı membran potansiyel değişimleridir (Reseptör potansiyeli, Pace-maker potansiyeli gibi)

48

**DERECELİ POTANSİYELLER**

- Potansiyelin büyüklüğü değişebilir (derecelenebilir)
- 
- Uyarın membran kanallarının açılmasına, membranın iki tarafı arasında potansiyel farkı değişimine neden olur

49

**DERECELİ POTANSİYELLERİN ÖZELLİKLERİ**

- Başlatan olaya bağlı olarak depolarize ya da hiperpolarize
- 
- Büyüklüğü başlatan uyarın şiddetiyle ilişkili
- 
- Uyarı bölgesinden uzaklaştıkça potansiyel azalır

50

**EKSİTATÖR POSTSİNAPTİK POTANSİYELLER (EPSP)**

51

**ÖRNEK: İYONOTROPİK GLİSİN VE GABA RESEPTÖRLERİ**

52

- Aksiyon potansiyeli presinaptik uca ulaştıktan sonra postsinaptik potansiyel oluşumuna kadar geçen süre (en az 0.5 milisaniye)
- 
- İletim bir grup nöronla yapıldığında tek nöronla yapılmasına göre daha uzun sürecektir (her sinapta en az 0.5 msn gecikme olacaktır)

53

- Difüzyon: Sinapstan uzağa doğru
- Geri alım: Nörotransmitterler presinaptik akson terminaline geri alınır (ve gliaya)
- Terminal içinde veya sinaptik aralıkta enzimatik parçalanma
  - Asetilkolinesteraz, asetil kolini parçalar.
  - *Desensitizasyon (örn. sinir gazları):*

54

**KİMYASAL SİNAPTİK İLETİMİN İLKELERİ**

**(\*FİLMLER\*)**55 

- İlaçların sinir sistemi dokusuna etkisi
- Reseptör antagonistleri: Nörotransmitter reseptörleri inhibitörleri
  - Curare
- Reseptör agonistleri: Doğal oluşan nörotransmitterlerin etkisini taklit eder
  - Nicotine
- Sinaptik iletimin bozulması: Nörolojik ve psikiyatrik hastalıkların temel nedenleri