

Elektriğin bulunmasından hemen sonra canlılarda da elektrik olduğu deneylerle kanıtlanmaya çalışıldı. İlk gerçek deney XVIII. yüzyıl sonlarında Galvani tarafından yapıldı. Galvani, kurbağanın siyatik sinirini, hayvanın çıplak baldır kaslarına değdirdiğinde kaslarda bir kasılma olduğunu buldu. Sonradan bu deney, sinir-kas fiziolojisinin ilk gerçek deneyi olarak anıldı. XIX yüzyılda elektrik yazdırma aletlerindeki gelişmeler nedeniyle, canlı elektriğinin daha iyi anlaşılmasına başlandı. Ancak, hücre dinlenme durumunda iken bile hücre zarında bir elektrik gerilim (potansiyel) olduğunu gösterebilme işi 1939 lara kadar gerçekleştirilemedi. Çünkü, üzerinde çalışılan hücreler çok dar çaplı olduklarından (1-20 μ), hücrenin içerisine elektrot sokarak gerçek hücre zarı elektriksel potansiyellerini ölçmek mümkün değildi. Geniş çaplı hücre araştırmalarının bir sonucu olarak 1939 da Hodgkin ve Huxley, mürekkep balığında dev bir sinir hücresi (çapı 1000 μ kadar olabilmekte) bularak, hücre içerisine elektrot sokmayı başardılar ve böylece ilk kez gerçek hücre zarı potansiyelini ölçmüş oldular (Şekil 1).

Bu ölçüme göre, zarın hücre içi ile hücre dışı arasında, yaklaşık -70 mV luk (içerisi -, dışarı +) bir potansiyel farkı bulunmaktadır. Sonradan başka araştırmacılar da, buna benzer sonuçları başka hücrelerden elde ettiler. Bu gün, bilmekteyiz ki, yaşayan tüm hücrelerin zarlarında bir elektriksel potansiyelleşme vardır. Membran (zar) potansiyeli olarak isimlendirilen bu potansiyelde hücre içi, daima dışına göre (—) dir.

Zar Potansiyelinin Kaynağı Nedir? : Hücre zarı, bazı iyonları kolay, bazı iyonları ise zor geçirme özelliğine sahiptir. Zardan geçemeyen iyonlar, elektriksel yüklerinden dolayı, zardan geçebilen iyonların hücre içi ve dışı yoğunlukları arasında bir dengesizleşme doğurur. Bu dengesizleşme oluşurken zarda, iyon akımını durdurucu yönde bir elektriksel gerilim meydana gelir. Zar potansiyeli adı verilen bu gerilim, iyonların dengesiz dağılımını korur (Şekil 2).

Böylece, canlı bir hücrede, hem dengesiz iyon dağılımı hemde bu dağılımı koruyan bir zar potansiyeli vardır. Bu iki veri birbirlerine son derece bağımlı olduklarından, birinin ortadan kaldırılması diğeri de yok eder. Bu verilerin ortadan kalkması da hücrenin, işlevini yitirmesiyle sonuçlanır.

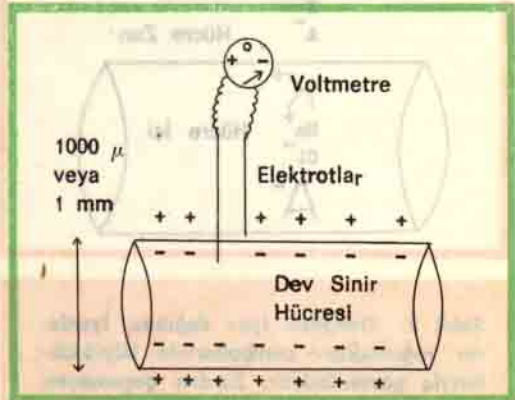
Aksiyon potansiyel (İş yapabilen potansiyel): Sinir ve kas hücreleri, zarlarındaki potansiyelden özel bir şekilde yararlanırlar. Bu hücreler, zarlarındaki potansiyeli çok kısa bir sürede değıştiren-

CANLI ELEKTRİĞİ (BİYOELEKTRİK) NEDİR?

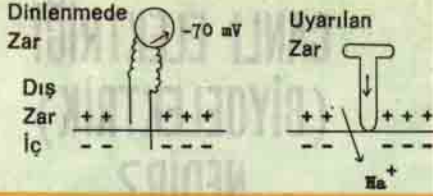
Dr. Kemal TÜRKER

rek, Aksiyon Potansiyeli denilen ve bir iş yapabilme özelliği olan bir potansiyel doğururlar. Bu iş, sinir hücreleri için; dış ve iç ortamda olan değışikliklerin farkedilerek beyne bildirilmesi ve beyinden çeşitli organlara emirler verilmesi gibi işlere yararlar; Kas hücreleri için: kasılmanın oluşmasını sağlar. Aksiyon potansiyel, hücre zarında bulunan elektriksel kutuplaşmanın (dışarı +, içerisi — şekilde) tersine dönüştürülmesi (dışarı —, içerisi +) ile oluşur. Herhangibir uyarana çeşitli (fiziksel, kimyasal, elektrik gibi), yeterli şiddette sinir ve kas hücresine verilirse, hücre zarının Na^+ iyonlarına geçirgenliği artar ve Na^+ hücre içerisine girerek orayı dışarıya göre pozitifleştirir. Zar potansiyelinin bu şekilde değışmesiyle elde edilen Aksiyon Potansiyel, hücre zarının iki tarafına doğru eş hızla yayılır (Şekil 3).

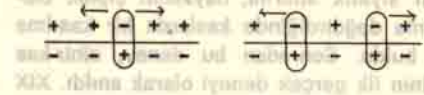
Sinir hücresinde yayılarak iletilen Aksiyon Potansiyel, beyine, Uyarana ilgili şifreli bilgi verir. Kas hücresinde yayılarak iletilen Aksiyon



Şekil 1. Zar potansiyelini yazdırma yöntemi



Aksiyon Potansiyeli Elde Edilen Zar Aksiyon Potansiyeli İletilen Zar

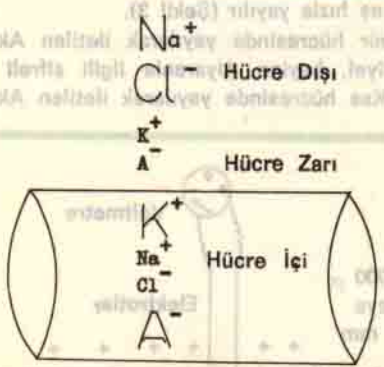


Şekil 3. Sınır hücresi zarını uyararak, Aksiyon Potansiyeli elde etme ve onun yayılması.

Potansiyel ise kas hücresinin kasılmasını sağlar. Yani, eğer hücre zarlarında bir potansiyel olmasaydı, Aksiyon Potansiyeli oluşamayacaktı. Aksiyon Potansiyelin olmaması durumunda ise, beynimiz ne iç nede dış ortam hakkında bilgi alabilir, ne düşünebilir, ne de kaslarımız hareket edebilirdi.

Aksiyon Potansiyelini Nasıl Ölçebiliriz? Aksiyon Potansiyelinin en ideal ölçülmesi; hücre içerisine bir elektrot, hücre dışısına da bir elektrot, konularak aradaki potansiyel farkını ölçme şeklinde yapılmalıdır. Ancak, pratikte hücre içerisine girmek çok zor olduğundan ve insanda bu yöntem ağırlı olduğu için kullanılmıyacağından, her ikisinde de hücre dışısına konulan elektrotlar tercih edilir. Örneğin; İnsanda, kalp hücrelerinden bazıları dakikada 70 kadar Aksiyon Potansiyelini kendiliklerinden doğururlar. Kalp kasılmalarının kaynağı olan bu Aksiyon Potansiyellerin ölçülmesi kalbin içerisine elektrot sokularak yapılamaz. Bu yüzden, kalpte oluşan aksiyon potansiyelini

yellerini derimiz üzerine yapıştırılan elektrotlar aracılığıyla ölçeriz. EKG (veya ECG) denilen bu ölçüm bize kalbin çalışması hakkında çok değerli bilgiler verir. Aynı şekilde, kasların, beynin ve diğer organların çalışmalarının göstergesi olan aksiyon potansiyelleri bu organlara yakın deriye yapıştırılan elektrotlar aracılığıyla ölçülürler.



Şekil 2. Dengesiz iyon dağılımı. İyonların yoğunlukları sembollerinin büyüklükleriyle gösterilmiştir. Zardan geçemeyen A- (Anyon), zardan geçebilen Na+, K+, ve Cl- arasında bir dengesiz dağılım oluşturmuştur.

- Amazon Nehri Vadisinde yaşayan balık türü sayısı (2000'in üzerinde), Atlantik okyanusu'ndakinden fazladır. Bu balıkların arasında iki tür "tatlı su yunusu" da bulunur.
- Dünya üzerindeki bitkiler tarafından üretilen oksijenin yarısı, Amazon Nehri vadisindeki bitkilerden gelir.
- Avustralya'da yaşayan dev solucanların boyları, yaklaşık 3 m. yi bulur.
- Gözcü arılar yeni bir kovan yeri ararlarken, ağaç dalında kümelenen bal arısı, oğulu, dıştaki arıların titreşimi ile ısınır. Oğulun merkezinde sıcaklık yaklaşık 33 derecedir. Soğuk kanlı arılar ısınırlarsa, yeni bir kovan yerini çok çabuk işgal edebilirler.
- Bukalemunun gözleri birbirinden bağımsız çalışır bir göz avı izlerken, diğer göz çevreyi tarayabilir.
- Yumurtadan çıkmadan hemen önce bazı civcivler kabuklarının içinde soluk almaya başlarlar ve zayıf, belli belirsiz, cik cik sesleriyle bitişik yumurtalarla haberleşirler. (hepsinin aynı zamanda çıkışlarından emin olmak için.)