

# BİLİM DAMLALARI

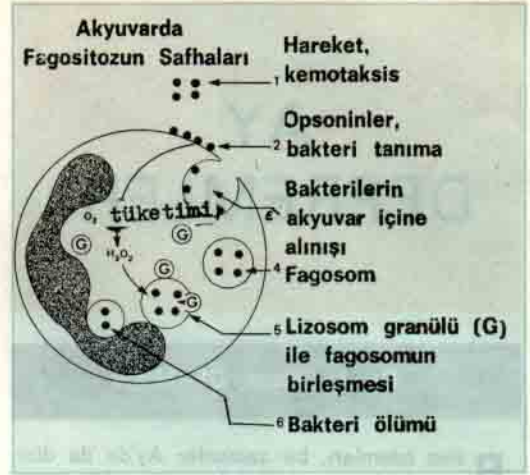
## KEMİLUMİNESANS VE FAGOSİTOZ

Akyuvarlarımızın bir görevi de vücuda girebilmiş mikroplarla savaşmaktır. Akyuvarlar hareketli hücrelerdir, **yalancı ayak (psödopod)** denen protoplazma uzantıları çıkararak mikroba yaklaşırlar. Akyuvar yüzeyindeki **opsonin** denen maddeler, mikrobun tanınmasını ve yüzeye yapışmasını sağlar. Akyuvar, mikrobun yalancı ayakları arasına alır, daha sonra iki yalancı ayak kıskaç gibi kapanarak mikrop, akyuvarın protoplazması içinde kalır, bu olaya, **fagositoz (hücre yeme)** denmektedir. Mikrop, akyuvar içinde bir boşlukta bulunur. Buna **fagositik vaküol** veya kısaca **fagosom** denmektedir. (Şekle bkz.) Akyuvarların içinde **lizosom** denen tanecikler bulunur. Lizosomlar, bakteri öldürücü maddelerle doludur. Bu maddelerin çoğu enzim yapısında olduğundan, lizosomlara "enzim fiçıları" gözüyle bakılabilir. Lizosom fagosoma yaklaşır, onunla birleşir ve enzimler bakteriyi tam anlamı ile eritip yokeder. Son yıllarda, bakterileri öldürme sırasında akyuvarlarda geçen olaylar incelenmiş ve çok ilginç gerçekler bulunmuştur. Enzimler, ancak ölü bakterileri parçalayabilir. Lizosomlar, içlerine aldıkları bakterileri acaba nasıl öldürmektedir? 1967'de Klebanoff, akyuvarlarda **miyeloperoksidaz** denen enzimin bakteri öldürmedeki önemini gösterdi. Fagosom ile lizosomun birleşmesinden fago-lizosomlar oluşur. Bunların içindeki asit ortamda (pH düşük), miyeloperoksidaz iki maddeyi reaksiyona sokar: hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) ve klorür (veya iyodür). Bu reaksiyon sonucu klorür, **hipoklorit** şekline dönüşür; hipoklorit kireç kaynağında da bulunan kuvvetli bir mikrop öldürücüdür. Akyuvar içinde hipoklorit (buna aktive edilmiş klorür de denmektedir) üç yolla bakterileri öldürür:

Bakterinin hücre duvarını tahrip eder, aminoasitleri toksik aldehidlere çevirir ve "**singlet oksijen**" oluşturur. Nedir singlet oksijen? Atmosferik oksijen molekülünde, elektron bulutu silindirik biçimindedir; singlet oksijende ise elektron bulutu silindirden başka bir biçimdedir. Bu hal, maddenin kimyasal özelliklerini o denli değiştirir ki, singlet oksijen, bilinen oksijenden farklı bir madde sayılmaktadır. Bu oksijene **singlet (tek çizgili)** ve bilinen oksijene **triplet (üç çizgili)** denmesinin nedeni şudur: yeterince ısıtılan oksijen ışın saçmaya başlar (**emiyon spektrumu**). Bu ışın, çok belli dalgaboylarında çizgiler verir. Bir manyetik alanda, singlet oksijenin emiyon tayf çizgileri tek kaldığı halde, triplet oksijenin çizgileri üçe yarılr. Elektronların, mıknatıslar gibi, kuzey ve güney kutbu içeren bir manyetik alanları vardır. Moleküllerin çoğunda, elektron çiftlerinin manyetik alanları birbirine karşıt yönde olup, birbirini yok eder. Böylece, **diamanyetik molekül** oluşur. Atmosferik oksijende ise, elektron çiftlerinin manyetik alanları karşıt değil, aynı yöndedir (**paramanyetizm**). Singlet oksijende, elektron çiftlerinin manyetik alanları birbirine karşıt yönde olduğundan,  $O_2$  molekülünün paramanyetizmi kaybolmuştur.

Singlet oksijen, hücrede hipoklorit ( $OCl^-$ ) veya süperoksit ( $O_2^-$ ) molekülünün ayrışmasından oluşur ve  $^1O_2$  sembolü ile gösterilir. (Singlet oksijenin ozonun ( $O_3$ ) ayrışması sırasında oluşan tek oksijen atomu (doğal haldeki oksijen) ile ilgisi yoktur.)

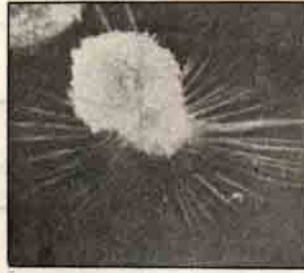
Singlet oksijen az yaşar; ısı, ışık ve kimyasal enerji vererek kaybolur. Singlet oksijen, tüm canlılar için müthiş bir ölüm silâhidir. Çünkü, rastladığı tüm kimyasal çiftte bağlar (=) ile reaksiyona girer.







Makrofaj denilen büyük fagositoz hücresi ortada görülüyor. Etrafı alyuvarların oluşturduğu bir rozetle çevrili.



Monosit denen fagositoz yapıcı akyuvar, Protoplazmanın filopod denen ipliksi çıkıntıları görülüyor.

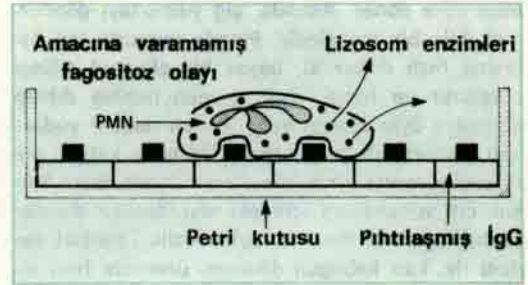


Filopodlar üzerinde ka-  
barcıklar

Şimdi kemilüminesansı açıklayabiliriz. Hücre fagositoz yaparken, hücre solunumu hızlanır; singlet oksijen, süperoksit ve  $H_2O_2$  birikir. Bunlardan singlet  $O_2$ , kırmızı dalga boyunda, süperoksit ve  $H_2O_2$ , tüm görünen ışık dalga boylarında ışın yayar (emisyon olayı). İşte fagositoz yapan bir akyuvarın ışın saçmağa başlamasına, kemilüminesans (kimyasal ışımaya) denmektedir. Bu ışımaya, çok duyarlı özel cihazlarla (sıvı sintilasyon sayaçları) ölçülebilir.

Akyuvarlar nasıl oluyor da, bir bölgeye mikrop girdiğini haber alabiliyor? Akyuvarlar olay yerine, bir çeşit kimyasal "telsiz"le çağırılır. Bunlara, **kemotaktik maddeler** denmektedir. Bu maddelerin üç kaynağı vardır: 1) Mikropların kendisi, 2) Mikropları karşılayan lenfosit hücreleri, 3) Mikrop zehirleri (endotoksin) veya bağışıklık olayları ile kanda harekete geçen kimyasal bir çağlayan (kompleman sistemi). Mikrop lu bölgeye gelen akyuvarlar, yalnız fagositoz yapmakla kalmaz, lizosom denen enzim fiçilerini de dışarı boşaltır. Bunun sonucu, damar geçirgenliği artar ve o bölgeye hızla savunma maddeleri (antikorlar) ve daha çok akyuvar gelmeye başlar. Akyuvarlardan salgılanan bir madde (endojen pirojen), beynin hipotalamus bölgesindeki ısı merkezlerini etkileyerek, ateşe neden olur. Aynı madde, karaciğerden 7 farklı proteinin kana geçmesini sağlar. Bunlara, "**akut faz proteinleri**" denmektedir (C reaktif protein, fibrinojen vb).

Son olarak, bu konuda çok ilginç bir diğer olaydan söz edeceğiz: **Amacına varamamış fagositoz**. Şekilde görüldüğü gibi, bir cam kutunun dibine sıcakla pıhtılaştırılmış gama globulin yerleştirilir ve üzerine canlı akyuvarlar ko-



nursa, tuhaf birşey olur: Akyuvar zarındaki duyarlı alıcı uçlar (reseptörler), gama globulinin varlığını anlar ve akyuvar bu maddeyi fagosite etmeye çalışır. Fakat gama globulin pıhtılaşmış olduğundan fagositoz yapılamaz; yani fagositoz amacına varamaz. O sırada gelip zara yapışmış olan "lizosom fiçisi", içindeki tahrir edici maddeleri dışarı döker. (Buna akyuvarın öfkelenmesi gözü ile bakabiliriz). Bu olay son derece önemlidir; çünkü benzeri olaylar, vücutta mikropsuz iltihaplara yol açmaktadır. Örneğin, böbrek kılcal damarlarında veya eklem zarlarında büyük antijen-antikor kompleksleri çökmüş olsun. Bu sırada harekete geçen kompleman çağlayıcı, akyuvarları çağırır, gelen akyuvarlar bu iri kompleksleri fagosite etmeye çalışır; başaramayınca, "lizosom fiçilerini" damar veya eklem yüzeylerine boşaltır. Böylece, lizosomdaki son derece tahrir edici enzimler, dokuda şiddetli bir iltihap başlatır. Ortada mikrop yoktur. Bu bağışıklıkla ilgili (immünolojik) bir iltihaptır. İşte böbrekte akut glomerülonefrit ve bazı nefrozlar, eklemlerde ise bazı romatizmalar bu tip bir iltihabın sonucudur.

Der: Dr. Selçuk ALSAN