

# HÜCRESEL “CHAT”

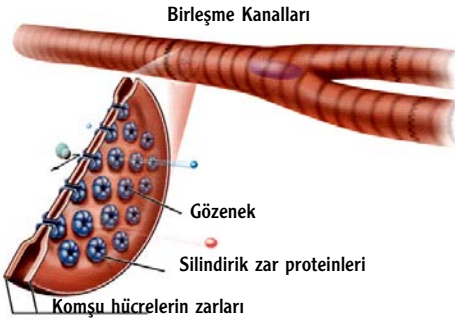
Hücrelerin bizim hakkımızda konuştuklarını, gece ve gündüz mikrodünyada gidip gelen milyarlarca fısıltıyla ne dediğimiz, ne yaptığımız hakkında yorum yaptıklarını, her hareketimizi kontrol ettiklerini düşünmek belki delice. Ancak, bu hücresele “chat”in, milyonlarca hücrenin işbirliği ve eşgüdümünün gerektiği çok hücreli canlılar için yaşamsal olduğu da bir gerçek. Peki, ama hücrelerarası iletişim nasıl gerçekleşiyor? Nasıl oluyor da, gelişen bir embriyoda hücreler nereye gideceklerini, kan hücresi mi, sinir hücresi mi olacaklarını ve ne zaman çoğalmaya başlayacaklarını biliyorlar? Kas hücrelerine enerji sağlamak için kandan şeker alımı gerektiğini söyleyen pankreas hücreleri hangi dille konuşuyorlar? Daha da can alıcısı, davetsiz konuklarla karşılaştıklarında, bağışıklık sisteminin şövalyeleri T lenf hücrelerine çoğalma komutunu kim veriyor? Elektrikler kesildiğinde, siz elektrik arızayı ararken, bu ve diğer tepkilerinizi sağlayan sinir hücreleriniz kime telefon ediyor?

Hücrelerarası iletişimle ilgili bu uçsuz bucaksız soruların yanıtları, 1950’li yılların sonlarında gün ışığına çıkmaya başlamış. Washington Üniversitesi’nden biyokimyacılar, Edwin G. Krebs ve Edmond H. Fischer’la, Vanderbilt Üniversitesi’nden biyokimyacı Earl W. Sutherland, hücrede ileti aktaran molekülleri bulmuşlar. Bu keşif, üç bilimadamına Nobel Ödülü getirmiş. Hücreler arasında bilgi aktarımıyla ilgili araştırmalar, 1980’in başlarında ilerleme kaydetmiş. Bugün, hücrelerin plazma zarıyla birbirlerinden yalıtılmadığını; birçok dokuda hücreler arasında, temel olarak silindirik zar proteinlerinden yapılmış küçük geçitler olduğunu biliyoruz. Bu geçitler, birleşme kanalları olarak adlandırılıyor. Fazla kan şekerinin (glukozun) karaciğer hücrelerinde glikojen olarak depolanması ya da ge-

rektğinde glikojenin glukozla çevrilererek kan dolaşımına karışması birleşme kanalları aracılığıyla mümkün. Bu kanallar, kalp kasında da yaşamsal önem taşıyorlar. Yüklü iyonlar şeklindeki elektriksel uyarıların hücreler boyunca ilerlemesini sağlıyorlar. Sonuç, eşgüdümlü bir kasılma. Anlaşılacağı gibi, hücrelerarası dil, kimyasal ve elektriksel. Bu dilin etkin kullanılması için, hücreden hücreye hem yakına hem uzağa ileti alma ve gönderme yollarıyla birlikte, iletilerin değerlendirilip işleneceği bir sistemin olması da gerekli.

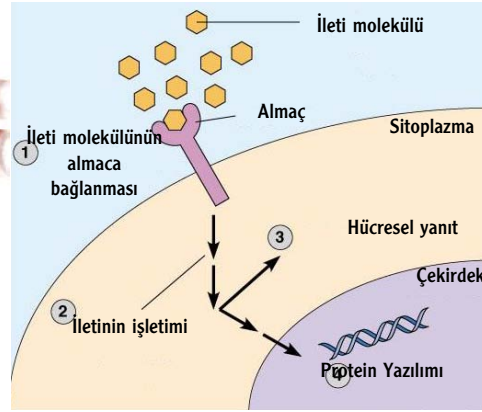
Kimyasal iletilerde, üç aşağı beş yukarı aynı temel mantık geçerli. Küçük moleküllerle kimyasal ileti gönderiliyor. Bu küçük moleküller, “almaç” (reseptör) olarak adlandırılan daha büyük moleküllere bağlanıyorlar. Alıcı moleküller olan almaçlara, hücrelerin penceresi gö-

züyle bakılabilir. Küçük moleküllerin almaçlarla birleşmesi, almaçların şeklinin değişmesine ya da diğer almaçlarla kümeleşmelerine neden oluyor. Bu, hücre içinde bir dizi protein etkileşimini başlatıyor. Kimi anahtar enzimler ya da yazılım proteinleri etkin hale geliyor ya da etkinlikleri sona eriyor. Yani iletilere yeşil ya da kırmızı ışık yakılıyor. Enzimlerin ya da yazılım proteinlerinin etkin hale gelmesiyle, kimi genler de etkinleşiyor ve bazı proteinlerin üretimi başlatılıyor. Bu da genlerde bulunan yapısal ya da işlevsel bilgilerin harekete geçirilmesi demek. Hücre, aldığı iletiye göre davranıyor; bölünüyor, farklılaşıyor ya da ölüyor. Gerçekte, hücreler sürekli yüzlerce farklı iletinin bombardımanı altında, durmaksızın çevrelerine tepki vermeye ve uyum sağlamaya çalışıyorlar.



iki hücre arasındaki iletişimi birleşme kanalları sağlar.

İletiler için, o iletilere özgü almaçlar olduğu, iletilerin farklı görevler için gönderildikleri, almaçların bekledikleri iletiler dışındakileri yok saydıkları da düşünülecek olursa, iletişim ağının olağanüstülüğü ortada. Bir, iki, -bu kadar mı?- onlarca, binlerce, milyonlarca hücrenin iletişimiyle kocaman, görünmez bir dünya oluşuyor. Bu dünyada hücre olmak ne demek anlamak istiyorsanız, kendinizi gürültülü ve kalabalık bir kafede düşünün. Dikkatinizi yeterince toplayamazsanız, o gürültü içinde arkadaşınızın ne içmek istediğini sorduğunu duymayabilirsiniz. Arkadaşınızın sesi, diğerlerinin karşılındakinin dikkatini çekmek için bağırışları arasında kaybolup gider. Kafe benzeşimiyle, iletilerin farklı uzaklıklara gönderilebileceği açıklanabiliyor. Kimi iletiler daha uzaklara gönderiliyor. Bunun için “endokrin iletiler” kullanılıyor. Bu durumda, östrojen, testosteron ya da kan şekeri ve adrenal düzenleyen insülin gibi hormonlar kana bırakılıyor. Kan yoluyla hormonlar, tüm vücuda ulaşabiliyor. Bu uzaktan iletişimi, arkadaşınızın ayağa kalkıp siparişleri kafenin öbür tarafındaki garsona bağırarak haber vermesine benzetebiliriz. Bir de uzun boylu, gizemli bir yabancıyı kulağımıza eğilip bir espresso isteyip istemediğini sorması meselesi var. Bu da yakından iletişim. “Parakrin iletilerle”, hücreler komşu hücrelerle haberleşebiliyorlar. Sinir hücreleri arasında ileti taşıyan nörotransmitterlerle, hücre bölünmesi ve yaraların iyileşmesinde içerilen büyüme etkenleri bu şekilde salgılanıyor. Gizemli yabancıyı etkisinden kurtulmak için bir bardak su içmeniz gerektiğini düşünüp, kafenin tezgâhına yöneldiğinizde ne olduğunu anlamak istiyorsanız, “otokrin iletiler” bilmeniz



Bir iletinin mekanizması 3 aşamada gerçekleşir.

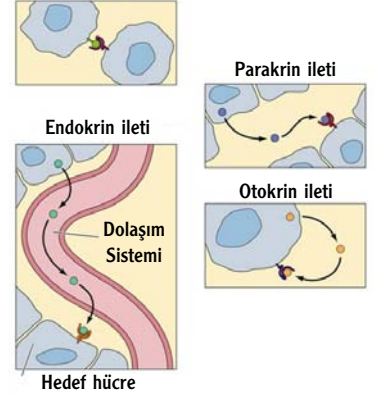
gerekıyor. Otokrin iletilerle, hücrenin kendi kendine iletişimi sağlanıyor. Bağışıklık sisteminde görev yapan T lenf hücreleri, yabancı bir proteinle karşılaştıklarında vücut savunmasını güçlendirmek için çoğalırlar. İşte, bu çoğalmayı bildirmek için otokrin iletiler kullanılıyor. Ancak otokrin iletiler, kanser hücrelerinin hızla çoğalmasına da izin veriyor. Kimi meme kanserlerinde, hücre bölünmesini hızlandırmak için östrojen üretiliyor. Bilimadamları, kanser hücrelerinin yavaşlaması için, tamoxifen adlı bir ilaç geliştirmişler. Bu ilaç, östrojen almamacını işlemez hale getiriyor.

## Postacı Moleküller

Endokrin, parakrin ve otokrin iletileri gönderen yüzlerce farklı molekül var. Bu moleküller sınıflandırıldığında, bir grubu steroid hormonları oluşturuyor. Cinsiyet hormonları olan östrojen, testosteron ve progesterondan başka stres hormonu olarak bilinen kortizol da bu grupta. Steroid hormonların çoğu susever olduğundan, bileşiminde yağ bulunan hücre zarını kolayca aşmıyorlar. Bu özellik, kimyasal iletilerin neden almaçlara gereksinimleri olduğunu gösteriyor. Steroid hormonlar o kadar küçükler ki, susevmez moleküllerle zardan içeri girebiliyorlar. Hücre içine girdikten sonra da hücre içi almaçlara tutunuyorlar. Bu almaçlar gerçekte, yazılım proteinleri. Hormonların bu proteinlere bağlanmasıyla almaçların şekil değiştirmesi, genlerin etkin hale gelmesi ya da etkinliklerinin durması gerçekleşiyor.

Araştırmacıların kimyasal moleküllerle ilgili olarak şaşırdukları konu, çözülmüş gazların da vücut içinde ileti taşımaları. Asit yağmurlarının baş so-

Doğrudan hücreden hücreye ileti



İletinin hedef hücreye ulaşması farklı yollardan olur.

rumlusu, sigaranın toksik maddesi olarak bilinen nitrik oksit (NO), hücrelerarası iletişimde parakrin ve otokrin iletileri taşıyor. Atardamarların iç duvarında üretilen NO, difüzyonla kaslara geçerek, kasların gevşemesini ve kan damarlarının açılmasını sağlıyor. Bu, etkili bir patlayıcı olan nitroglicerinin kalp hastalarına neden verildiğini açıklıyor. Nitroglicerinin, vücutta NO'ye çevrilerek, kan damarlarının açılmasını sağlıyor. Böylece, yüksek kan basıncı düşüyor ve kan akışı hızlanıyor.

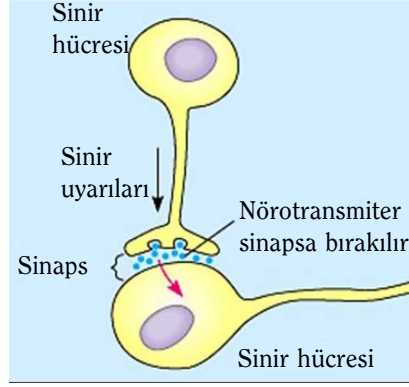
Bir diğer postacı molekül grubu, nörotransmitterler. Bunlar, sinir hücrelerinin birbiri ya da kas hücreleri gibi hedef hücreler arasındaki iletileri taşıyorlar. Bu küçük moleküller, sinir hücreleriyle hedef arasındaki “sinaps” denen aralıklarda çalışıyorlar. Sinapslara sinir hücrelerinin bağlantı yerleri olarak da bakılabilir. Sinir hücrelerinde hem elektriksel hem de kimyasal ileti birarada kullanılıyor. Elektriksel ileti, yüklü iyonların yer değiştirmesiyle oluşuyor. İleti sinir hücresi boyunca ilerleyerek, hücrenin uç kısmına ulaşiyor. Burada nörotransmitterler sinapsa bırakılıyor, yani ileti kimyasal şekle dönüşüyor. Nörotransmitterler de susever olduklarından diğer hücrenin zarını tek başlarına geçemiyorlar, hücre yüzeyindeki almaçlara bağlanıyorlar. Sürecin işleyişini daha iyi anlamak için kas hücrelerinin nasıl çalıştığına bakalım. Sinir hücrelerinde elektriksel iletileri karşılayan almaçlar iki tipte. Bunların bir kısmı, hücre zarı boyunca iyon akışını denetleyen kanalların etkinliğini düzenlemeye yarıyor. Ancak çoğu, şekil değişikliğine uğrayarak iyon kanallarının doğrudan açılmasını sağlıyor. Kas hücrelerinin kasılması, bu tip almaçlar aracılığıyla oluyor. Sinir hücrelerindeki elektriksel iletileri, bilimadamlarınca

ilk tanımlanan nörotransmitter olan asetilkolin, kas hücresine taşıyor. Asetilkolin kas hücresinde, kendine özgü almaçlara bağlanıyor. Almaçtaki şekil değişikliğiyle, iyon kanalları açılıyor ve sodyum (Na) iyonları hücre içine akıyor. Bu da, zar boyunca “aksiyon potansiyeli” denen elektrik yükü farkını oluşturuyor. Hücre bu durumu dengelemek için, hücrede bulunan kalsiyumu (Ca) salıyor. Böylece kas hücreleri kasılıyor.

Nörotransmitterler, beyinde de kilit noktaları. Örneğin, serotoninin biyokimyasal olarak kaygı gibi baskın duygularda önemli rolü olduğu, düşük miktarının depresyona neden olduğu biliniyor. Özellikle “ekstazi” adlı uyuşturucunun, serotonin düzeyini yükselttiği, bunun da kullanıcılarda vücut sıcaklığını artırdığı ve elbette yan etkilerinin olduğu belirlenmiş. Beyinde, hipotalamustaki yüksek serotonin düzeyi, böbreklerin boşaltımını durduruyor. Bu, kimi ekstazi kullanıcılarının neden fazla sıvı tüketiminden öldüklerini açıklıyor. Birçok araştırmacı, uzun süre bu uyuşturucuyu kullanmanın vücutta serotonin üretimine zarar vereceğini düşünüyor.

Hücrelerarası iletişimi sağlayan moleküller içinde en büyük grubu peptidler oluşturuyor. Peptidler, birkaç taneyle yüzlerce arasında aminoasitin birbirine bağlı olduğu zincirler. İnsülin gibi hormonlar ve büyüme etkenleri, peptid yapısındalar. Büyüme etkenleri yaraların iyileşmesine ve pıhtılaşmaya yardımcı oluyorlar. Kimi peptidler de, hücrenin gelişimini düzenliyor, hücre bölünmesini denetliyor ve hücrelere ne olmaları gerektiğini söylüyor. İnterlökin, interferon gibi sitokinler, T ve B lenf hücrelerinin farklılaşmasını ve gelişmesini düzenliyorlar. Enfeksiyon durumunda bağışıklık sisteminde görev yapan hücreler sitokin salgılıyorlar. Örneğin AIDS hastalığında, yardımcı T lenf hücrelerinin kaybı, hastanın bağışıklık sistemini alabora ediyor.

Prostaglandinleri de içeren ekosanoidler, ileti moleküllerinden diğer bir grubu oluşturuyor. Bunlar, yağ bileşimli moleküller ve yaralanmalarda enfeksiyona karşı bağışıklık sisteminin tepkisi iltihaplanma, kanın pıhtılaşması ve düz kasların kasılmasıyla ilgili işlevlerde etkililer. Bu, ekosanoidlerin üretimini engelleyen aspirinin neden kanın



Sinir hücrelerinde elektriksel ve kimyasal iletiler birarada kullanılır.

pıhtılaşmasını ve damar tıkanmalarını engellediğini açıklıyor. Böylece kan akışı artabiliyor ve hücrelerin kan geri dönüşümü daha kolay karşılanabiliyor.

## Araştırmalar Hangi Aşamada?

Geçen 15 yıla bakıldığında, insan hücreleri arasındaki iletişime ilgili iki kolda ilerlendiği görülüyor. Biri, hücresel iletilerin hastalıklarda nasıl rol oynadığı hakkında. Bilimadamları, kanser, şişmanlık, şeker gibi hastalıklarda hücrelerin nasıl davrandığını inceliyorlar. Diğeri de gittikçe önemi artan bir diğer araştırma alanı, gelişim biyolojisine odaklı. Gelişen bir embriyoda hücrelerin nasıl iletişime geçtikleri, bu iletişim bir şekilde kesilirse neler olacağı anlaşılmaya çalışılıyor. Bu çalışmalarda diğer canlıların hücresel iletişimi de inceleniyor. Bir meyve sineğinin ya da bir solucanın, yani basit yapı bir canlının hücresel iletişimini anlamak ne işe yarayabilir diye düşünebilirsiniz. Ancak, evrimsel benzerliklerimizi ve farklılıklarımızı bulmak, önemli bilgilere ulaşmamızı sağlıyor. Genetik haritası tamamen çıkarılmış meyve sineğini ele alalım. Bilimadamları küçük kılara kaplı meyve sineklerinin embriyosunda kanat ve bacakların gelişimini incelemiş ve kanat gelişimini kontrol eden ileti moleküllerini bulmuşlar. Meyve sineklerinde kanat, tıpkı insanlardaki kollar ve bacaklar gibi bir organ. Sineklerdeki kanat gelişimini uyaran benzer moleküllerin, insan vücudunda kol ve bacak gelişiminde etkili oldukları bulunmuş. Üstelik bu moleküller, hücre bölünmesinde de görevli. Daha da ilginç, bir tür deri kanserinin bu mole-

küllerin almaçlarındaki sorunlardan kaynaklandığı ortaya çıkmış.

Bir embriyoda hücreye gelen iletilerle, genlerdeki bilgilerin işletimi başlıyor. Bunu biliyoruz. Her hücrede aynı genetik bilgi saklı. Bunu da biliyoruz. Peki, kas ya da kan dokularının oluşumunu sağlayacak hücrelerin özelleşmesi nasıl oluyor? Bunun yanıtı, hücrelerde farklılaşmayı sağlayacak farklı iletilerin olması ve bu iletilerin, hücrelerin gen havuzunda bulunan farklı gen kümelerini işletmeleriyle açıklanıyor. Bu bile, vücut içinde hücreler farklılaşması için, hücrelerarası iletişimin ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaya yeterli. İletişimde oluşan herhangi bir terslik canlı gelişimini doğrudan etkiliyor. Bunun nasıl olduğunu, 1960'larda hamile kadınların kullandıkları, talidomid adlı ilaçtan anlayabiliriz. İlaç, uyku hapi olarak ve sabah bulantılarına karşı üretilmiş. Ancak, ilacı kullanan hamile kadınların bebekleri gelişmemiş kol, bacak ve parmaklarla, göz ve yüz kaslarında sinirsel işlev bozukluklarıyla doğmuşlar. Normalde 4-5. hafta içinde embriyoda, bir bitki gövdesinden dalların gelişmesine benzer şekilde, kollar ve bacaklar tomurcuklanıyor. Kolların, bacakların vücuttan tomurcuklandığı yerdeki hücrelere “fibroblast büyüme etkeni” iletileri gönderiliyor. Bu iletilerle hücre bölünmesi başlayarak gelişme evresine giriliyor. Hücreler çoğalmaya devam ettikçe daha yaşlı olanlar, doğal olarak tomurcuklanma yerinden uzakta kalıyor. Bu sırada fibroblast büyüme etkenleri daha yakın bölgelere dağılıyor. Bunun anlamı şu: Hücreler, iletileri alma sürelerinin uzunluğuna göre farklılaşıyorlar. En uzun uyarının alındığı yerde el ve ayak oluşuyor. Bu bilgilerden, bilimadamlarının talidomidle ilgili olarak çıkardıkları sonuç, ilacın gelişim evresinde hücre bölünmesini durdurduğu. Hücre bölünmesi durunca, tüm hücreler uzun süre fibroblast büyüme etkeni uyarısı alıyorlar ve farklılaşarak, sanki herşey normalmiş gibi ancak tomurcuklanma yerine yakın, buldukları yerde kolları ya da bacakları oluşturuyorlar. Bu da, bebeğin kısa kollu ya da bacaklı olmasına neden oluyor.

Araştırmacılar, hücrelerin nasıl farklılaştığını çözümlemenin kanseri anlamada da önemli bir anahtar olacağını düşünüyorlar. Kanser, bir hücre hasta-

lığı. Hücre farklılaşması ve bölünmesinin kontrolden çıkmasıyla ortaya çıkıyor. Araştırmacılar, hücre kansere yakalanana kadar birçok kontrol mekanizması olduğunu düşünüyorlar. Ancak, hücre bölünmesinin kontrolden çıkmasıyla tümör kitlesinin oluştuğunu da biliyorlar. Bunu sağlayan birçok etken var. Bunlardan birinde, hücresel iletinin işletimindeki proteinler, mutasyon sonucu zarar görüyorlar. “Ras” denilen bir proteinin bölünmeyi tetiklediği biliniyor. Normalde Ras proteini, belirli büyüme etkenlerinden bölünme için uyarı aldığı anda etkin hale geliyor. Ancak, çoğu kanser türünde Ras proteini, düğmesi açık unutulmuş bir odada ışığın yanmaya devam etmesi gibi çalışıyor ve hücreyi, bölünmeye devam etmesi için sürekli uyarıyor. Bir de kanser hücrelerinde etkili korsan iletiler var. Hücreler, kan yoluyla besin ve oksijen sağlıyorlar. Tümörün büyümesi için, oluşan yeni hücrelere elbette besin ve oksijen gelmesi gerekli. Bunun için de yeni kan damarlarının oluşmasına gereksinim var. Bu gereksinim, damarsal endotel büyüme etkeninin iletiyle işleme konuyor. Bilimadamları, kanser hücrelerinin çevreleriyle iletişimini çözerek, bu iletileri engelleyecek yeni ilaçlar geliştirmek istiyorlar.

Farklılaşma dışında ilginç bir konu da hücre ölümü. Hücreler dünyasında kimi hücreler şanslı, onlara kolaylıkla yaşlarını sorabilirsiniz. Ama tüm hücreler aynı yaşta değiller. Deri, sindirim sistemi ve bağışıklık sistemi hücreleri sürekli yenileniyorlar. Bu nedenle gençler. Bu yenilenmeyi sağlayan, genetik olarak programlı hücre ölümü (apoptosis). Her gün binlerce hücremizin öldüğünü düşünmek zor olsa da, bu yaşamın devam etmesi için kaçınılmaz. Hücreler, yaşlandıkları, biyolojik işlevlerini tamamladıkları ya da zarar gördükleri için kendi kendilerini yokediyorlar. Bu yok etme süreci embriyo dönemimizden başlıyor ve ölene kadar devam ediyor. Embriyoda beynin gelişimi sırasında oluşan fazla sinir hücresi ve sinapslar, programlı hücre ölümüyle yok ediliyorlar. Diğer yandan, embriyonun gelişiminin başlangıcında, arası kapalı olan el ve ayak parmakları programlı hücre ölümüyle birbirinden ayrılıyor. Programlı hücre ölümünü başlatan, hücreyi ayakta tutan büyüme etkenlerinin üretimlerinin durması ya da

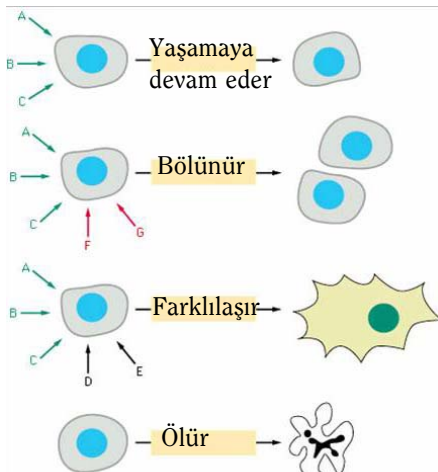
hücre zarında azalmaları. Bu uyarılarla hücrede kimi değişimler oluyor. Hücre, aldığı iletilerle büzülüyor ve çekirdeğindeki DNA zincirleri parçalanıyor. Bundan sonra parçalanmakta olan hücreyi yutup yok etmek, komşu hücelere ya da bu işe özgü hücelere (makrofajlara) kalıyor. Programlı hücre ölümü her zaman bu şekilde işlemiyor. Vücudumuz enfeksiyona yakalanıp hasta olduğumuz zamanlarda, bağışıklık sistemini güçlendirmek üzere farklı bir yol izleniyor. Her zaman anormal hücre nöbetindeki öldürücü T lenf hücreleri, hastalık etkenlerinin bulaştığı hücreleri kolaylıkla tanıyabiliyorlar. Çünkü, hastalık etkeni bulaşan hücre içinde, yabancı protein sentezi bir “imdat ileti”ne dönüşüyor. Bu ileti alan T lenf hücreleri, hedef hücrenin “ölüm” almaçlarına bağlanarak, “öl” emrini veren bir protein salgılıyorlar. Protein yıkımıyla parçalanan hücre, yine komşu hücreler ya da makrofajlar tarafından yok ediliyor.

Programlı hücre ölümünün canlı sağlığını korumayı sağlamasına karşın, günümüzün yaygın hastalığı şişmanlık söz konusu olduğunda işlerin karıştığı da görülmüş. Araştırmacılar, Avrupa ve ABD’deki verilerden, şişmanlığın geleceğin önemli sağlık sorunlarından biri olacağını farketmekte gecikmemişler. Elbette, bu sorunu çözmek için, hücresel iletimle ilgili mekanizmalara yönelmişler. Çünkü konu şişmanlık olduğuna göre, hedef de yağ hücreleri. Vücudumuzda yağ depolanmasında anahtar rol oynayan hormonun leptin olduğu biliniyor. Yemek yedikten sonra yükselen “leptin” düzeyi, sonraki yemeğe kadar derece derece düşüyor. An-

cak, yağ hücrelerinden kan dolaşımına bırakılan leptin miktarı, bir insanda depolanan yağ miktarına göre değişiyor. Beynin, iştahımızı kontrol eden hipotalamus bölgesindeki hücreler dahil, vücuttaki birçok hücrede, leptinin bağlanması için almaçlar bulunuyor. Bağışıklık ve üreme sistemleriyle ilgili bölgelerdeki hücrelerde bile bu almaçlardan var. Bu bölgelerde neden leptin almaç olduğunu inceleyen araştırmacılar, vücutta leptin düzeyi düştüğünde neler olduğunu bakmışlar. Vücut düşük leptin düzeyini, bir kriz olarak algılıyor. Kriz, açlık! Bu durumda, bağışıklık sistemi ve üreme sistemiyle ilgili etkinlikler askıya alınabiliyor. Örneğin, böyle bir kriz anında kadınların adet döngüsü duruyor. Bu, balerinler, atletler gibi vücudunda yağ miktarı düşük kadınların düzensiz adet döngüleri olmasını açıklıyor. Şişman hastalarda leptinin düzeyi ayarlanamıyor. Bunun bir nedeni, leptin almaçlarının ya da iletinin işletimi sırasında kullanılan diğer moleküllerin doğru çalışmaması. Araştırmacılar, şişmanlığın genetik altyapısı nedeniyle bunun zarar görmüş genlerden kaynaklanabileceğini düşünüyorlar. İletin işletimiyle ilgili mekanizma çalışmıyorsa, ortamda ne kadar leptin olduğu da önemli değil. Bu nedenle genetik etkenleri keşfetmek isteyen araştırmacılar, İnsan Genom Projesi’ndeki gelişmeleri izliyorlar. Bu projeye ileti moleküllerinin hangi genleri etkin hale getirdiği, bu genlerin hangi işlevleri gerçekleştirdiği ortaya çıkacak. Şimdiden genlerimizin %20’sinin hücresel iletişimde kullanıldığını biliyoruz.

Bunca bilgiye karşın, birçok bilim dalında olduğu gibi, hücrelerarası iletişim de emekleme aşamasında. Ancak insan aklını zorlayan iddialar da var. Kimi kimya mühendisleri, yaşayan hücrelerden bilgisayar yapılabileceğini söylüyorlar. California Üniversitesi’nden araştırmacılar, akıllı biyolojik devreler tasarlamaya çalışıyorlar. Hücreler arasındaki iletişim, yapay olarak kurulabilirse birçok hastalık tedavi edilebilecek, ortopedik özürlere yönelik protezler üretilebilecek. Bilimadamlarının umutları, sınır tanımıyor.

Tuğba Can



Hücreler, farklı iletileri işleyerek farklı yanıtlar verirler.

Kaynaklar  
www.blauen-institut.ch/Tx/TP/SecretLanguage.pdf  
biology.dbs.umt.edu/biol101/lecture/Westphal/westphal\_chapter11.ppt