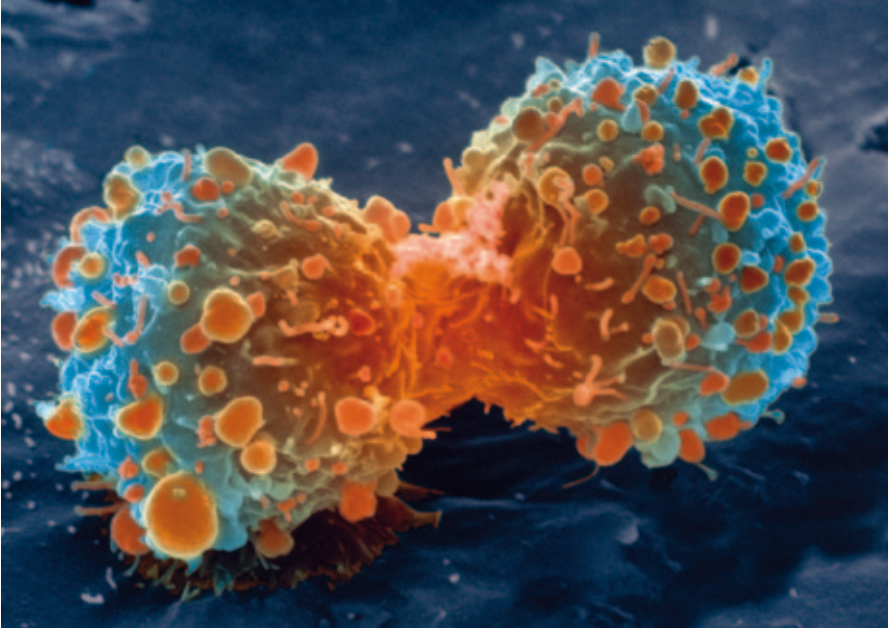


# Kanser Virüsleri



SP

**V**irüsler en basit yaşam şekilleri olarak kabul edilirler. Proteinden oluşan bir kılıf içerisinde saklı bulunan genetik maddeden oluşurlar. Adeta parazit gibi hayatlarını sürdüren virüsler kendi başlarına çoğalma yeteneğine sahip değildirler. Yapıştıkları hücrelerin içerisine girerler ve hücrenin içerisindeki oluşumları çoğalmak için kullanırlar. Böylece hücreleri virüs üretme fabrikasına çevirirler. Üreyen virüsler içinde buldukları hücreyi öldürerek yeni hücrelere akın eder ve o hücreleri de kontrol altına alırlar. Bazı virüslerse hücre içerisinde çoğalıp o hücreyi öldürmekten sonra genetik şifrelerini hücre DNA'sına yapıştırarak o hücrede kalıcı hâkimiyet sağlarlar. Hücre çoğaldıkça virüsün genetik şifresi de yeni hücrelere geçer. Örneğin, dudaklarda uçuga yol açan Herpes virüsü, genetik şifresini sinir kökü hücrelerine yerleştirir. Kişinin bağışıklık sistemi zayıfladığında virüs üretimi başlar ve buna bağlı dudakta uçuk yaraları çıkar. Bağışıklık sistemi güçlendikçe enfeksiyonla başa çıkabilecek duruma gelir ve yaralar iyileşir.

Virüslerin hücre içerisinde yol açtığı değişiklikler zamanla kontrolsüz hücre çoğalmasına yani kansere de yol açabiliyor. Özellikle bazı virüsler belirli kanser türlerine yol açıyor. Çok uzun süredir virüs-kanser bağlantısı bilinse de moleküler düzeyde bağlantıların anlaşılması uzun yıllar aldı ve ancak son 20-30 yıl içerisinde mekanizmalar büyük ölçüde açığa çıkartıldı. İlk olarak

1908 yılında Wilhelm Ellermann ve Oluf Bang adlı iki bilim insanı, tavuklarda kan kanserine yol açan ve bulaşıcılığı olan bir mikrobun varlığından söz ettiler. Daha sonra elektron mikroskopu kullanılarak yapılan çalışmalar bu mikrobun virüs olduğunu gösterdi. İlerleyen yıllarda Peyton Rous adlı araştırmacı tavuklarda kansere yol açan bir virüs türünü gösteren çalışmalarının neticesinde 1966 yılında Nobel ödülünü aldı.

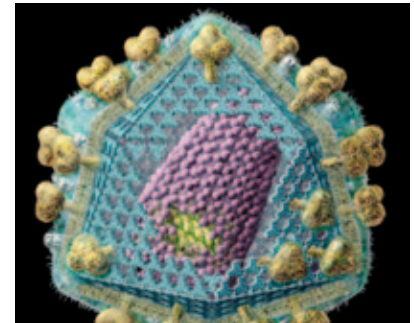
Virüslerle bağlantısı bulunan ilk insan kanseri, Burkitt lenfoma denilen bir kan kanseri türüdür ve ilginç bir hikâyesi vardır. Uganda'da ça-

lışan bir cerrah olan Denis Burkitt 1961 yılında, Afrikalı çocukların çenesinde oluşan bir kanser türünün varlığından bahsetti. Bu, Afrikalı çocuklarda en sık görülen kanser türüydü. Burkitt, bu kanserin, belirli bir bölgesel dağılım gösterdiğini ve sıtma vakalarının arttığı belirli mevsimlerde daha fazla görüldüğünü fark etti. Tümör, çoğunlukla 15 derecenin altında sıcaklığa sahip ve yağmurlu bölgelerde daha sık görülüyordu. Bu bulgulara dayanarak Burkitt, bu kanser türüne sivrisineklerle taşınan belirli bir mikrobun yol açabileceğini öne sürdü. Burkitt'in bu hipotezinden çok etkilenen Anthony Epstein adlı araştırmacı 2 yıl boyunca, Uganda'dan gelen doku örneklerinde, böyle bir mikrobun varlığını araştırdı. Çalışmalar ilk önceleri hep başarısızlıkla neticelendi. Elektron mikroskopu kullanılmasına rağmen herhangi bir mikrobun varlığı gösterilemedi. Ancak bir gün, Uganda'dan gelmesi beklenen doku örnekleri kötü yol koşulları nedeniyle gecikti ve elektron mikroskopunda incelenemeyecek hale geldi. Bunun üzerine Epstein, bu doku örneklerini mikroskopta incelemek yerine ilk önce hücre kültürlerinde çoğalttı. Kültürde çoğalan bu tümör hücrelerini elektron mikroskopunda inceleyen Epstein 1964 yılında, hücrelerin içerisinde yeni bir herpes virüsü türü keşfetti. Daha sonra yapılan çalışmalarda, bu kanser türündeki tüm hücrelerde aynı virüs bulundu. Sonunda, kansere yol açan bu yeni virüs türüne Epstein-Barr virüsü (EBV) adı verildi. Sonraki yıllarda yapılan çalışmalar daha birçok virüs türünün çeşitli kanserlere yol açtığını

## Virüs Nedir?

Virüslerin yapısı hakkında yıllardır araştırmalar yapılmasına rağmen henüz canlı mı yoksa cansız mı oldukları dahi tartışma konusudur. Virüsler, kapsül denilen protein kılıf içerisine sarılı küçük bir parça genetik şifreden oluşur. Kimileri virüsleri yaşamın ilk oluşumları, kimileri de uzaydan gelen ilk canlılar olarak kabul eder. Sonuç olarak virüsler, hücre dışında bulunan en küçük DNA veya RNA parçalarıdır. Çapları 15-25 nanometre (1 nm: metrenin milyarda biri) arasında değişen virüsler değişik şekillerde bulunabilirler. Bazı virüslerde, protein kapsülü saran bir zarf bulunur.

Bazı virüslerde de bu zarfa bağlı bir kuyruk olur. Bu oluşumlar virüsün daha iyi korunmasını ve hücrelere saldırmalarını sağlar.



SP

gösterdi. Kırmızı etin kansere yol açtığı teoreminin dayanağının da virüsler olduğu düşünülmektedir. Çoğunlukla az pişmiş etlerin yenmesiyle vücuda virüsler veya bunların genetik şifre parçaları alınmakta ve bunlar belki de zaman içerisinde kansere yol açmaktadır. Günümüzde, kanserlerin %5-20'sine virüslerin yol açtığı düşünülmektedir.

## Virüslerin Kansere Yol Açma Mekanizması

Virüsler, hücrenin genetik yapısını kullanarak çoğalırken, hücre DNA'sında çeşitli değişikliklere de yol açabilir. Hücre DNA'sındaki değişiklikler zaman içerisinde olur. Virüsün yol açtığı genetik kazalar, hücre içerisine girmesinden yıllar sonra meydana gelir. Hücrelerin çoğalma kapasitesini etkileyen bu tür kazalara, hücre içerisine girip yerleşen virüsler yol açar. Bu tür kazalar neticesinde hücrelerin davranışları değişir ve normal kontrol mekanizmaları bozulabilir. Hücre bölünmesini kontrol eden mekanizmaların bozulması durumunda hücreler kontrolsüz çoğalabilir, yani kanserleşebilirler. Kansere virüslerin bağlantısından neredeyse 100 yıldır şüphelenilmekte, ancak son 20 yıl içerisinde virüslerin kansere yol açtığına dair önemli moleküler kanıtlar elde edildi. Bazı kanser türlerinde, her kanser hücresinde belirli bir virüsün varlığı gösterildi. Bu kanser hücrelerinde ya virüsün kendisi ya da hücre DNA'sına yerleşmiş olan virüs DNA'sı gösterildi. Elde edilen bu bulgular, bazı kanser türleriyle virüslerin bağlantılı olduğunun ilk delilleriydi. Ek olarak, hücre kültürlerinde bu virüslerle temas eden sağlıklı hücrelerin de değişime uğrayarak kontrolsüz çoğalmaya başladığı gösterildi. Yapılan incelemelerde bu hücrelerin tamamında DNA'ya yapışmış olan virüs genetik şifresi bulundu.

Virüslerin kanser yapma mekanizmaları moleküler düzeyde de büyük ölçüde aydınlatıldı. Bu mekanizmalar, bazı virüs türlerinin hücreleri istila ederek hücreyi nasıl kontrol altına aldıklarının incelenmesiyle ortaya çıktı. En çok incelenen virüslerin başında retrovirüsler gelir. RNA virüsü olan retrovirüsler hücreyi istila ettiklerinde, genetik şifreleri olan RNA'larını, hücredeki enzimleri kullanarak DNA'ya dönüştürürler. Oluşan bu virüs DNA'sı hücre DNA'sına yapışır ve yeni virüs yapımı için emirleri verir. Nadiren, virüsün DNA'sı hücrenin DNA'sında çok özel bir yere, hücrenin çoğalmayı kontrol eden genlerden biri olan onkogen yakınına yerleşir. Bu sayede virüs DNA'sı onkogeni aktif hale getirip hücrenin kontrolsüz çoğal-

masına yol açar. Virüsler, farklı mekanizmalarla da kansere yol açabilirler. Bazen virüsler kendi onkogenlerini taşırlar ve istila ettikleri hücrede onkogenlerini aktif hale geçirerek kansere sebep olurlar. Diğer bir mekanizma da, hücre DNA'sına yapışan virüslerin özel bir protein sentezine yol açarak hücrenin kendi onkogenini bu protein yoluyla aktif hale geçirmesidir.

RNA virüsleri olan retrovirüslerin yanı sıra, birer DNA virüsü olan polyoma, papilloma, ade-no ve herpes virüsleri de hücreleri kanserleştirebilmektedir. Hücrelerdeki kanserleşme süreci, virüs DNA'sının hücre DNA'sına yapışmasıyla başlar. Virüsün çoğalması için gereken genler hücrelerin de kontrolsüz çoğalmasına yol açıp hücreyi kanserleştirebilir. Virüs DNA'sı hücre onkogenlerini de uykusundan uyandırabilir. Bir tür DNA virüsü olan hepadenovirüsler hücre içerisine girdiklerinde bazen hücre DNA'sında özel bir onkogen olan *c-myc*'nin yakınına yerle-

şir. Hepadenovirüs DNA'sı hücrenin *c-myc* geni aktif hale geçirerek hücrenin kanserleşmesine yol açar. Virüs DNA'sı bazen hücre DNA yapısında da bozulmalara yol açarak kanser sürecini başlatır. Hücre DNA'sına yapışan virüs DNA'sı normal DNA yapısında kırılmalara veya hatalara yol açabilir. Bu hataların sonucu olarak hücreler normal çoğalma sürecinden çıkıp kontrolsüz çoğalmaya yani kanserleşmeye başlar.

Özet olarak, herpes virüsleri dışında diğer virüslerin hücre DNA'sına yapışması genellikle tesadüftür. Yani, virüslerin saldırısından sonra hücreleri kanserleştiren süreç çoğunlukla tesadüfen, bir dizi hatalı işlem sonucunda olur. Hücreleri istila eden virüsler onları birer virüs üretim fabrikasına çevirirler. Hücre çok daha farklı bir işleyiş içerisine girer. Bu sırada hücre DNA'sında meydana gelen bir dizi hata veya değişiklik hücrenin kanserleşmesine sebep olur.

### Retrovirüslerin kansere yol açma mekanizmaları

Retrovirüsler, istila ettikleri hücrelerde üç ayrı yolla kansere yol açabilirler

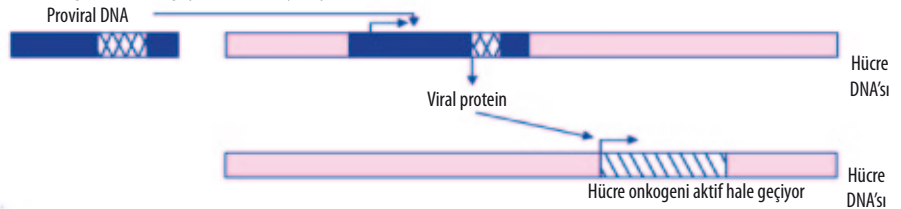
1. Virüs RNA'sı hücre içerisinde DNA yapımına yol açar. Oluşan virüs DNA'sına proviral DNA denilir. Bu proviral DNA, hücre DNA'sında onkogen yakınına yerleşerek bu geni aktif hale geçirir.



2. Virüsün genetik şifresinde bulunan kendi onkogeni hücrenin DNA'sına yerleşerek aktif hale geçer ve hücrenin kontrolsüz çoğalmasına yol açar.

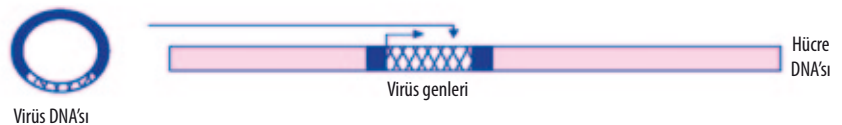


3. Virüse ait genetik şifre hücre DNA'sına yapıştıktan sonra özel bir protein sentezine yol açar. Bu protein hücre DNA'sında sessiz halde duran onkogeni aktif hale geçirerek kansere yol açar.

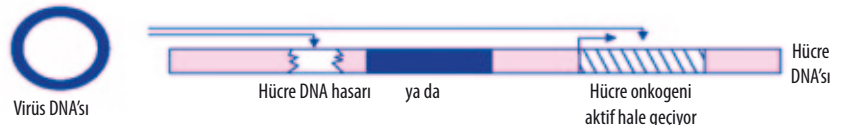


### DNA virüslerinin hücre DNA'sına girerek kansere yol açması iki adımda gerçekleşir

1. Virüs DNA'sı hücre DNA'sına girip kendi çoğalması için gerekli genleri aktif hale geçiriyor.



2. Virüs DNA'sı hücre DNA'sına yapışıp DNA hasarına yol açıyor ya da hücredeki onkogeni aktif hale geçiriyor.



## Virüs - Kanser İkilisi

*HTLV-1 (Human T lymphotropic virus type I)*

HTLV-1 virüsü, genetik şifre olarak RNA taşıyan bir retrovirüs türüdür. İnsanlarda, kanda bulunan T hücrelerinin kanserine, yani lösemiye sebep olur. Dünya genelinde 25 milyon insanın bu virüs tarafından etkilendiği tahmin edilmektedir. Ancak bu virüsle karşılaşan kişilerin yüzde beşinden azında hastalık görülmektedir. Virüs kan veya cinsel yolla bulaşır ve vücuda girdikten 20-30 yıl sonra hastalık ortaya çıkar. Virüs, sebebi bilinmemekle birlikte, T hücrelerinin bir alt grubu olan CD4 hücrelerini tercih eder ve sadece bu hücrelerin kontrolsüz çoğalmasına yol açar. HTLV-1 virüsünün yol açtığı lösemi oldukça hızlı bir seyir gösterir ve ortalama 8 ay içerisinde ölüme neticelenir. Virüsün hangi mekanizmayla kansere yol açtığı tam olarak bilinmemektedir. Hastalığın tedavisinde, bu gene karşı geliştirilen antikorlar ve öldürücü T hücrelerinin kullanımı araştırılmaktadır.

*HPV (Human Papillomavirus)*

HPV, insanlarda genellikle genital bölge sifjilerine yol açan zararsız bir DNA virüsüdür. HPV enfeksiyonları uzun süre içerisinde, dünyaya genelinde yılda 240 bin kadının ölümünden sorumlu olan rahim ağzı kanserine yol açabilmektedir. Hücre DNA'sına bağlanan virüs DNA'sı, E6 ve E7 adlı iki onkoprotein üretir. Bu proteinler normalde kanserli hücre oluşumunu baskılayan Rb ve p53 genlerini baskılar. Bu baskılama, hücre bölünmesi üzerindeki kontrolü bozarak hücrenin hızlı ve kontrolsüz çoğalmasının önünü açar, yani kanserleştirir. Bağışıklık sistemi zayıf olan kişilerde baş-boyun ve cilt kanserlerine de yol açabilir. Son yıllarda HPV'ye karşı koruyucu aşı geliştirildi. HPV 6,11,16 ve 18'e karşı koruyan bu aşılarda virüs parçacıkları, özellikle kapsülde bulunan proteinler kullanıldı. Ancak aşının en önemli dezavantajları, diğer alt gruplara karşı koruyuculuğunun olmaması, virüsü taşıyan kadınlarda etkili olmaması, kalıcı koruma sağladığı konu-

sunda kesin delil olmaması ve yüksek maliyeti. Aşının etkili olması için 20 yaştan küçük kızlara ve ilk cinsel birleşme öncesi yapılması öneriliyor. Tedavi edici aşılarda geliştirilmesi için yoğun çalışmalar devam etmektedir.

*EBV (Epstein-Barr virus) ve HHV-8 (human herpesvirus 8)*

EBV ve HHV-8, çift sarmal DNA içeren herpes virüsleridir. Her iki virüs de kandaki lenfosit hücrelerin içerisine girdikten sonra DNA'larını hücre DNA'sına yerleştirir ve ömür boyu insanı kalıcı hale gelir. EBV enfeksiyonları genellikle hiçbir belirti göstermesizin seyrete de bazen "enfeksiyöz mononükleoz" adlı bir hastalığa yol açar. Ancak nadiren EBV bazı kanser türlerine sebep olabilir. B ve T lenfomaları, yumuşak doku tümörleri (liomyosarkom), burun boşluğu (nazofarinks) kanseri ve Burkitt lenfoma, EBV'ye bağlı oluşan tümörlerdir. Virüsün yüzey proteini olan gp350/220, B hücrelerindeki algılayıcılara bağlanır. Bundan sonra hücre-

## Kansere Karşı Virüsler - Viroterapi

Virüsler, saldırdıkları hücrelerin kanserleşmesine yol açtığı gibi kanser tedavisinde de kullanılabilir. Bu fikir neredeyse yüz yıl önce, viral hastalık için aşılardan bazı kanserli hastaların tümör büyüme hızlarında düşme ve genel durumunda iyileşme gözlenmesi üzerine ortaya çıkmıştır. Jinekoloji uzmanı bir hekim 1912 yılında, içinde zayıflatılmış virüs bulunan kuduz aşısı yapıldıktan sonra rahim kanseri olan hastasının tümöründe gerileme olduğunu fark etti. Bu gözlemden sonra, hücrelere rahatlıkla girerek çeşitli hastalıklara ve hücrelerin ölümüne yol açan virüslerin gerekli değişiklikler sağlandığında yararlı olabileceği anlaşıldı. Henüz klinik kullanıma yaygın olarak girmese de genetik mühendisliğindeki gelişmelere paralel olarak kanser tedavisinde virüslerin kullanımı yakın bir gelecekte belki de rutin tedavi şekli olacaktır. Kanser tedavisinde virüslerin kullanılması, onların hücre içerisindeki hızlı üreme kapasiteleri ve hücreyi öldürebilme yeteneklerine dayanır. Normal hücrelere zarar vermeyen ancak tümörlü hücrelerde üreyen virüsler tedavide kullanılabilir. Kanser tedavisi ederken kişiyi ciddi viral hastalıklarla karşı karşıya bırakmamak oldukça önemlidir. Virüslerin doğru hedefe, yani kanserli hü-

celere yönlendirilmesi aşılması gereken önemli sorunlardan biridir.

Bin dokuz yüzlerin başından beri kansere karşı kullanılabilecek virüsler üzerinde çalışan araştırmacılar 1960 yılında önemli bir buluş yaptı. Araştırmacılar, kuşlarda ölümcül hastalığa, insanlardaysa gribal enfeksiyona yol açan Newcastle hastalığı virüsünün (NDV), hücre kültürlerinde özellikle kanser hücrelerini tercih ettiğini buldu. Normal hücrelere göre, kanser hücrelerinde 10 bin kat daha hızlı çoğalan NDV, kanser hücrelerinin hızla ölümüne yol açmakta. NDV virüsüyle ilgili bu gözlemlerden sonra laboratuvarında geliştirilen virüsler klinik kullanıma girdi. NDV, doğrudan tümör içerisine verilebileceği gibi kas içerisine veya damardan enjeksiyon yoluyla vücuda verilebilmektedir.

Kanser tedavisi için üzerinde çok çalışılan diğer bir virüs türü de adenovirüslerdir. Genetik yapısı değiştirilerek tümör hücrelerinde kolaylıkla çoğalması sağlanan adenovirüsler kanser tedavisinde kullanılır. Tümörlü hücre içerisinden hızla çoğalan virüsler kanser hücrelerinin ölümüne yol açar. Onkolitik tedavi denilen bu yöntemde adenovirüsten başka virüsler de kullanılır. Gripe yol açan influenza ve

uçuk yapan herpes virüsleri de onkolitik kanser tedavisinde kullanılır. Kanser hücrelerini direk öldürmek için kullanılması yanı sıra virüsler, tümör hücrelerindeki genlerin kontrolü için de kullanılır. Genetik yapısı değiştirilen virüsler tümör hücrelerine girdiklerinde, çalışmaz haldeki tümör baskılayıcı genleri aktif hale geçirebilir. Hücrelerin çoğalmasını frenleyen tümör baskılayıcı genler çalışmadığında hücreler aşırı çoğalmaya, yani kanserleşmeye başlar. Hücre içerisine giren virüsler, özel olarak programlanmış genlerini hücre DNA'sına yapııştırıp tümör baskılayıcı genlerin tekrar çalışmasını sağlar. Hücrelerin kontrolsüz çoğalmasına yol açan onkogenlerin bastırılmasında da virüsler kullanılabilir. Kanserleşme sürecinde aktif hale geçen onkogenler hücrenin aşırı çoğalmasına sebep olur. Bu genler baskılandığında normal hücre kontrolü sağlanır. Virüslerin içerisine hücrenin intiharına (apoptosis) yol açan genler yerleştirilebilir. Hücre içine giren virüs genleri, hücre genleri arasına karışarak intihar sürecini başlatır.

Virüslerin dış zarfında veya kapsülünde yapılan değişikliklerle bunları doğrudan tümör hücrelerine yönlendirmek de mümkündür. Dış yüzeyi değiştirilen virüsler, sağlıklı hücre-

renin işgali başlar. Virüs bir kere hücre içine girince genetik şifresini hücre DNA'sına yerleştirir. Bunun sonucunda virüs artık kalıcı hale gelir. Virüs DNA'sı uygun şartları bulduğunda aktif hale geçerek hücreyi kontrol altına alır ve ölümsüzleştirir. EBV'ye karşı koruyucu ve tedavi edici aşılarda çalışılmaktadır.

HHV-8 virüsü, ilk olarak 1994 yılında, Kaposi sarkomu denilen bir tümör hücre grubunda keşfedildi. Virüs genellikle bağışıklık sistemi zayıf olan kişilerde, örneğin AIDS hastalarında veya organ nakli yapılan kişilerde kansere yol açar. Hücrenin doğal ölüm mekanizmalarını bozarak onu ölümsüz hale getirir. Ek olarak, damar hücreleri olan endotel'lerin çoğalmasını sağlayarak mikro damarların oluşumuna yol açar. DNA bölünmesini engelleyen gansiklovir adlı ilaç Kaposi sarkomunu başarıyla engellemektedir. HHV-8 virüsünde vGPCR adı verilen bir viral onkogen bulunmuştur. Bu onkogen sayesinde HHV-8 virüsü hücrenin çoğalma düzenini bozup kansere

yol açar. VGPCR onkogenine karşı geliştirilen tedaviler sayesinde bu virüsün kanser yapmasının önüne geçileceği düşünülmektedir.

#### HBV (Hepatit B virüsü) ve HCV (Hepatit C virüsü)

Hepatit C virüsü, flavivirüs ailesine mensup zarflı bir RNA virüsüdür. Karaciğer hücrelerini etkileyerek sarılığa (hepatit) yol açar. Tüm dünya nüfusunun %3'ünün hepatit C taşıyıcısı olduğu düşünülmektedir. Hepadnavirüs ailesine mensup olan Hepatit B bir DNA virüsüdür. Ancak her ikisi de benzer özelliklere sahip bir hastalığa yol açar. Her ikisi de esas olarak kan veya cinsel yolla bulaşır. Bu virüsler bazen kalıcı hale geçerek uzun süreli karaciğer hastalıklarına, siroz veya karaciğer yetmezliğine yol açabilir. Bazı kişilerde, hastalığı takip eden 6-20 ay içerisinde karaciğer kanseri görülür. Bu virüslerin hangi mekanizmayla kansere yol açtığı tam olarak bilinmemektedir. Kanser oluşumunu önlemenin en etkin

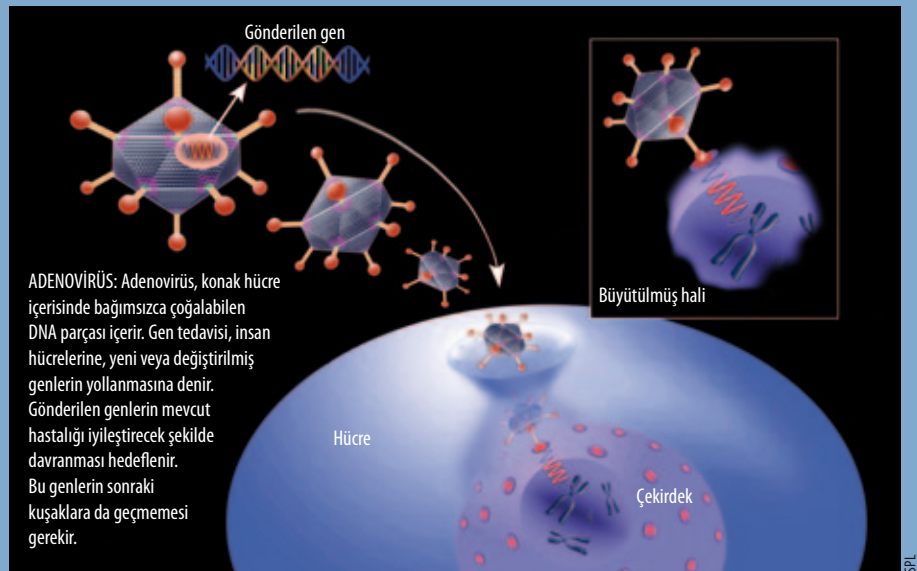
yolu ilk hastalığın önlenmesi veya etkin tedavisidir. Hepatit B virüsüne karşı geliştirilen bir aşı mevcuttur. Ancak bu aşının her insanda koruma sağlamaması (%10 etkisiz), birden fazla tekrarlanma gerekliliği ve virüsün mutant formlarının bulunması aşının dezavantajları arasında. Hepatit B hastalığının tedavisinde lamivudin, adefovir, entecavir ve telbivudin adlı ilaçlar kullanılmaktadır. Bu anti-viral ilaçlar virüs DNA'sının çoğalmasını engeller. Hepatit C virüsüne karşıysa henüz etkin bir aşı bulunmamaktadır. Hepatit C hastalığının tedavisinde interferon ve ribavirin etkilidir. Bu ikili, hastaların yaklaşık yarısında tedavi sağlar.

#### Kaynaklar:

Parkin, D.M., "The global health burden of infection-associated cancers in the year 2002." *Int J Cancer*, 2006, p.847-53  
Lynch MP, "Kaumaya PT. Advances in HTLV-1 peptide vaccines and therapeutics." *Curr Protein Pept Sci*. 2006;7(2):137-145.  
Harper DM, et al. "Efficacy of a bivalent L1 virus-like particle vaccine in prevention of infection with human papillomavirus types 16 and 18 in young women: a randomised controlled trial." *Lancet*, 2004;364(9447):1757-1765.

leri pas geçer ve sadece tümör hücrelerine tutunarak onların ölümüne yol açar. Bunu sağlamak için özel antikorlar kullanılır. İlk olarak, tümör hücrelerinin yüzeyindeki algılayıcıları tanıyan antikorlar, virüs kapsülüne yerleştirilir. Bu virüsler kan dolaşımına verildiğinde damarlar yoluyla tümörlü bölgeye ulaşır. Tümör yüzeyindeki algılayıcılar, virüs kapsülündeki antikorları adeta mıknatıs gibi çeker. Antikor tümöre bağlandığında virüs de bu hücreye tutunmuş olur. Böylece virüs, sağlıklı hücrelere hiç girmeden sadece kanserli hücreye girer. Kanserli hücre içerisinde hızla çoğalarak onu patlatır. Virüslerin genetik yapısında değişiklik yaparak onları yönlendirmek de mümkündür. Genetiği değiştirilmiş adenovirüsler "integrin" denilen bir proteine kolaylıkla yapışır. Normal hücre yüzeyinde de olan bu proteinler, yayılım yapan kanserli hücrelerin yüzeyinde çok bol miktarda bulunur. Virüsler, yayılım yapan kanser hücrelerindeki integrini gördüğü anda onlara yapışarak hücreye girerler.

Araştırmaların ilerlemesiyle virüslerin kanser tedavisindeki değişik kullanım şekilleri ortaya çıkmaktadır. Örneğin, virüslere bağlanan radyoaktif maddeler sayesinde tümör hücrelerini öldürmek veya hücreyi doğrudan öldürme-



#### Viral gen tedavisi

Adenovirüsler hücre içine genetik maddenin yerleştirilmesi için kullanılır. Adenovirüsler, DNA'larını hücre çekirdeğine yerleştirerek insan hücrelerini etkileyen bir DNA virüsüdür. Bu durum genellikle insanlarda hastalığa yol açar. Ancak virüsün genetik yapısı değiştirilerek, hastalığa yol açmadan, insan DNA'sını hücre çekirdeğine yerleştirmek mümkündür. DNA, hücrelerin yapısını, davranış şeklini ve işlevini belirleyen "gen" denilen bölümler içerir. Hücredeki hatalı genlerin yol açtığı bozuklukları telafi etmek için hücre içine sağlıklı DNA yollamak oldukça ideal bir yöntem olarak kabul edilmektedir.

den sadece kemoterapi ilaçlarının etkinliğini arttırmak için de kullanılabilir. Halen, organa sınırlı kanserlerde cerrahi tedavi veya

klasik kemoterapiler ilk sırada olsa da, viroterapi yaygın kanser hastalığında ve çoğunlukla deneysel aşamada kullanılmaktadır.