

Yara Bakımı ve Tedavisinde Subatmosferik Basıncılı Yara Pansumanı

SUBATMOSPHERIC PRESSURE WOUND DRESSING IN WOUND MANAGEMENT: MEDICAL EDUCATION

Dr. Nesrin TAN BAŞER,^a Dr. Volkan IŞIK,^a Dr. Refika BULUTOĞLU,^a
Dr. Serdar GÖKREM,^a Dr. Gürcan ASLAN^a

^a2. Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Kliniği, Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi, ANKARA

Özet

Subatmosferik basınçlı yara pansumanı (SBYP) son yıllarda uygulanmaya başlayan yeni bir yara bakım tekniğidir. SBYP, özellikli yara örtüsü ve bir bağlantı tüpü aracılığı ile elektrikli bir pompa kullanarak bir yaraya aralıklı ya da devamlı olarak kontrollü subatmosferik basınç uygulamasıdır. Başlangıçta kronik yaralarda uygulanması önerilen bu yara bakım ürünü ile yapılan çalışmalar; akut yaralarda, deri greftleri uygulanan alanlarda donör alan bakımında, degloving yaralanmalarında ve yanıkta başarı ile uygulanabileceği gösterilmiştir. SBYP akut ve kronik yaralarda, yara yatağına subatmosferik basınç uygulayarak iyileşmeyi sağlamak için kullanılan topikal bir tedavidir. Dört ana etki mekanizması ileri sürülmektedir: Lokal kan akımı artışı, mekanik deformasyon, zararlı enzimlerin yara yatağından uzaklaştırılması, intertisyel ödemin azalması. Bu mekanizmaların birleşimi, SBYP tedavisini yara bakımında kullanılan tüm tedaviler arasında oldukça kullanışlı bir yöntem haline getirmektedir. Birkaç yan etkisine rağmen SBYP genellikle iyi tolere edilir. Bu tedavinin etkinliği birçok olgu sunumu ve makale ile gösterilmiştir. Fakat son deneysel çalışmalar, değerlendirmeler ve kişisel deneyimler, SBYP'nin bugünkü tedavi protokolü hakkında birçok soruya neden olmaktadır: Aralıklı subatmosferik basınç uygulaması, devamlı subatmosferik basınç uygulaması kadar etkili mi, uygulanması gereken en uygun basınç seviyesi nedir?

Bu makalede; subatmosferik basınçla yara bakımının dünü ve bugünü değerlendirilmiştir. Ayrıca bu yöntemin eksik kalan ve araştırılması gerektiği düşünülen yönleri de vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yara iyileşmesi; okluziv pansuman; venöz ülser; diyabetik ayak; yara yeri ayrılması

Abstract

Subatmospheric pressure dressing (SPWD) is a new wound dressing that has been used latterly. SPWD is the controlled application of subatmospheric pressure to a wound using an electrical pump to intermittently or continuously convey subatmospheric pressure through connecting tubing to a specialized wound dressing. Recent studies with this wound dressing, the use of which was initially recommended for chronic wounds, has shown that it can effectively be used for acute wounds, skin grafted areas and donor site care, degloving injuries and burns. SPWD is a topical treatment used to promote healing in acute and chronic wounds by applying subatmospheric pressure to the wound bed. Four board mechanisms of action are proposed: increase of local blood supply, mechanical deformation, removal of harmful enzymes from the wound bed, decrease intertisiel edema. The combination of these mechanisms makes the SPWD treatment an extremely versatile tool in the armamentarium of wound healing. SPWD is generally well tolerated and, with few complications. Numerous case studies and articles have documented this treatment effectiveness. But, recent experimental studies, evaluations and personal experience raise many questions about the currently treatment protocol of SPWD: Is intermittent subatmospheric pressure therapy equivalent to continuous subatmospheric pressure wound therapy, how is optimal pressure level for wound healing?

In this article, the past and present of subatmospheric pressure wound care is revised by considering articles within the accessible literature. Furthermore, insufficient and inquisitional aspects of this method is also emphasized.

Key Words: Wound healing; occlusive dressings; varicose ulcer; diabetic foot; surgical wound dehiscence

Türkiye Klinikleri J Med Sci 2007, 27:902-915

Yara iyileşmesi mekanizmasının daha iyi anlaşılması ile tedavi seçeneklerinde son yıllarda bir artış meydana gelmiştir. Bun-

lar topikal büyüme faktörleri, hiperbarik oksijen, kültüre deri derivelere ve çok geniş bir alana yayılmış çeşitli pansuman malzemeleridir. Subatmosferik basınç uygulaması yara bakım yöntemleri arasına girmiş farmakolojik olmayan bir yara bakım tekniğidir. Bu tedaviyi tanımlamak için birçok terim kullanılmaktadır: Topikal negatif basınç, subatmosferik basınç, subatmosferik basınçlı pansuman, vakum sarma tekniği, negatif basınçlı yara

Geliş Tarihi/Received: 06.02.2007 Kabul Tarihi/Accepted: 11.06.2007

Yazışma Adresi/Correspondence: Dr. Nesrin TAN BAŞER
Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi,
2. Plastik ve Rekonstrüktif Cerrahi Kliniği, ANKARA
drbaser@superonline.com

Copyright © 2007 by Türkiye Klinikleri

pansumanı, vakum aracılı kapama ile pansuman. Uygulanan basınç, atmosfer basınç değerinin altında da olsa pozitif değerde olduğu için biz makalemizde, uygulanan basıncı daha iyi tanımladığı için subatmosferik basınç terimini kullanmayı tercih ettik.

Yara bakımında subatmosferik basınç uygulamaları son 10 yılda hızla artmıştır. Bu makalede subatmosferik basınç uygulamalarının etki mekanizması, uygulama alanları bu konuda bugüne kadar yapılan klinik ve deneysel çalışmalar eşliğinde gözden geçirilmiş ve subatmosferik basınç uygulamalarındaki son değişiklikler değerlendirilmiştir.

SBYP'nin Tarihsel Gelişimi

Açık yaralarda, subatmosferik basıncın etkisi ile ilgili çalışmalar 50 yıl öncesine uzanmaktadır. Negatif basınçlı drenaj 1947'den beri ameliyat sonrası kan, safra, eksuda birikimi olduğunda kullanılmaktaydı. 1952'den itibaren ameliyat sonrası yapılan profilaktik negatif drenaj uygulamasının yara iyileşmesini arttırdığı gözlenmiş, 1978'de Fox ve Golden negatif basınçla devamlı drenajın yara iyileşmesini hızlandırdığını belirtmişlerdir.¹ 1985 yılında Katherine Jeter, Chariker ile birlikte enterokutanöz fistül olan abdominal yaralarda, kapalı yara drenaj sistemi ile ilgili klinik çalışmalarını yayınlamışlardır.²

1986-1991 yılları arasında Rus Tıp literatüründe yayınlanan ve subatmosferik basıncın yara üzerindeki etkilerini değerlendiren 5 önemli makale İngilizce'ye çevrilmiş ve "Kremlin Yazıları" olarak yayınlanmıştır. Kremlin Yazıları'nın ilk makalesinde; Kostiuhenok ve ark. pürülan yaralarda cerrahi debridmanın dokudaki bakteri sayısını azaltmadaki yetersizliğini tartışmışlardır.³ Çalışmalarında değişik etiyolojiye bağlı 221 enfekte yarayı değerlendirmişlerdir. Vakum tedavisini 5-10 dk. süre ile 100 mmHg uygulamışlar ve cerrahi debridmanla birlikte subatmosferik basıncın, pürülan yaralarda bakteri sayısını belirgin şekilde azalttığını ve yara iyileşmesini hızlandırdığını belirtmişlerdir.³ 1986'da Davydoy ve ark. pürülan laktasyon mastitli hastalarda cerrahi debridmanla vakum tedavisinin birlikte kullanıldığı klinik ça-

lışmalarını yayınlamışlardır.⁴ Bu klinik çalışmada; cerrahi debridman sonrası 0.1-0.15 atm (76-114 mmHg) basınç günde 2 kez 2-3 saat uygulanmış ve 5-6 gün vakum tedavisine devam edilmiştir. Subatmosferik basınçlı tedavinin bakteri sayısını ve septik komplikasyonları azalttığını, iyileşme süresini kısalttığını, immün yanıtı normale çevirdiğini, skar dokusu formasyonunu azalttığını belirtmişlerdir.⁴ 1987 yılında Usapov ve Yepifanov tavşan kulağında yaptıkları deneysel çalışmada değişik subatmosferik basınç seviyelerinin yara iyileşmesine etkilerini araştırmışlar (35, 75, 125 ve 180 mmHg) ve en iyi etkinin 75-80 mmHg basınçta olduğu görülmüştür. 120-180 mmHg basınçta ise yarada kanamalar olduğunu görmüşlerdir. Usapov ve Yepifanov yaptıkları klinik çalışmalar sonucunda doku hasarından kaçınmak için basıncın 80 mmHg'nin altında olması gerektiğini belirtmişlerdir.⁵

1993'te Fleischman ve ark.nın açık tibia fraktürü sonucu oluşan yaralarda kontrollü subatmosferik basıncın kullanımı ile ilgili yayınladıkları 15 olguluk klinik çalışma dikkati çekmektedir.⁶ Daha sonra bu araştırmacılar akut ve kronik enfekte yaralarda, subatmosferik basınçlı pansuman ile ilgili çalışmalarını yayınladılar.^{7,8} Topikal subatmosferik basınç uygulaması ile ilgili diğer bir çalışmada Mullner enfekte yaradaki sonuçlarını sunmuştur.⁹ Bu çalışmalarda klasik drenaj aparatları ya da cerrahi vakum şişeleri kullanılmaktaydı ve basınç ayarlaması sorun olmaktadır. Yukarıda bahsedilen çalışmalarda, gözlenen başarılı klinik sonuçların fizyolojik temeli ya da uygun basınç seviyeleri araştırılmamıştı.

1997'de Morykwas ve Argenta, domuz modelinin kullanıldığı deneysel çalışmalarında vakum aracılı kapama cihazı "Vacuum Assisted Closure (VAC®)" cihazı yolu ile uyguladıkları subatmosferik basıncın yara iyileşmesi üzerindeki etkilerini araştırdılar.¹⁰ Serum fizyolojikli nemli pansumanlar ile yapılan karşılaştırmalı deney sonucu subatmosferik basıncın yara ve çevre dokulara, granülasyon dokusu miktarına, bakteri sayısına, kan akımı ve random paternli flep yaşamı üzerine etkisini araştırmışlardır. Domuz sırtında 2.5 cm² lik sirküler defektleri 400-600 µm gözenek genişliği olan polyurethane-eter sünger ile kapata-

rak deneylerinin ilk serisinde lazer doppler tekniği kullanarak yara çevresindeki subkutan ve kas dokusunda hem devamlı hem aralıklı uygulanan artan subatmosferik basınç seviyelerinde kan akımını ölçmüşlerdir. Subatmosferik basınç 125 mmHg iken kan akımının, taban değerinden 4 kat fazla olduğunu, 400 mmHg ve üstünde subatmosferik basınç uygulandığında kan akımının durduğunu gözlemişlerdir. İlginç olarak 5-7 dk. basınç uygulandığında akımın tekrar taban değere indiğini, 2 dk. basınç uygulanmayıp tekrar uygulandığında akımın yeniden arttığını görmüşler. Daha sonraki çalışmalarında da 125 mmHg basıncı kullanmayı seçmişler. Aynı yara modelinde salin solüsyonlu nemli pansumanı ve subatmosferik basınç uygulamasını karşılaştırmışlardır. Çalışmalarının sonucunda devamlı basınç uygulamasında 63 ± 26.1 , aralıklı basınç uygulamasında 103 ± 35.3 oranında granülasyon dokusunda artış gözlemişlerdir. Aralıklı basınç uygulamasının, devamlı basınç uygulamasından daha etkili olduğu gözlemi ilginç olmakla birlikte makalede tam olarak nedeni açıklanmamıştır. Morykwas ve Argenta domuzlarda oluşturdukları yara modellerine *Staphylococcus aureus* ve *S. epidermidis* inoküle etmişler ve subatmosferik basınç uygulaması sonrasında bakteri sayısını ölçmüşler. Pansumanı takiben subatmosferik basınçlı pansuman yaptıkları grupta 4. günde bakteri sayısında belirgin azalma bulmuşlar. Serum fizyolojik ile pansuman yapılan grupta ise 5. günde bakteri seviyesi en yüksek düzeye ulaşmış. Aynı çalışmanın son kısmında vakum tedavisinin, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında flep yaşamını %21 arttırdığı bulunmuştur.¹⁰ Morykwas ve Argenta araştırmacılar değişik etiyolojili 300 yarada VAC® cihazının klinik kullanımını tanımlamışlardır. Yaraların bir kısmı tamamen kapanmış bir kısım yaralara greft-flep uygulaması yapılarak kontrollü subatmosferik basıncın yara iyileşmesini hızlandırdığını belirtmişlerdir.¹¹

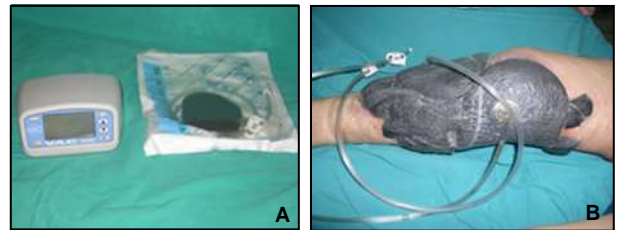
Subatmosferik Basınç Uygulama Cihazları

Günümüzde kontrol edilebilir subatmosferik basınç uygulamasında kullanılan 2 cihaz mevcuttur. VAC® (KCI, San Antonia) ve Versatil 1® yara vakum sistemi (V1, Blue Sky Medical, La Costa).

VAC®: Bu cihaz, kontrol edilebilir seviyede devamlı ya da aralıklı 25-200 mmHg arasında değişen basınçlar uygulayabilmektedir. 1995'te FDA onayı alarak kullanıma giren VAC® cihazını Morykwas ve Argenta 1997 yılında yayınladıkları çalışmalarında kullanmışlar ve subatmosferik basınçla yara tedavisinde kullanılan temel cihaz olmuştur.¹⁰⁻¹² VAC® tedavi sisteminde yara yüzeyine direkt uygulanabilen siyah polyüretane ether sünger ya da beyaz polyvinil alkol sünger vardır. VAC® sistemi; sünger üzerine yerleştirilen şeffaf bir film tabaka ve drenaj tüpü, bu tüpün bağlandığı bir toplama kabı ve bu kabın yerleştirildiği subatmosferik basınç üreten cihazdan oluşur. Bu sistemde önerilen basınç seviyesi 125-150 mmHg'dır (Resim 1).

Versatil 1®: 2004 yılında FDA onayı almış olup klinik kullanıma yeni girmiştir. Bu sistem yukarıda anlatılan ve Rusya'da yapılan çalışmalara dayanmaktadır ve daha düşük seviyede subatmosferik basınç uygulanmaktadır. Versatil 1®'de yara yüzeyine yapışmayan yara pansuman örtüsü ve üzerine tek kat gaz tampon yerleştirilir. Düz silikon hemovak dren gazın üzerine yerleştirilir. İkinci gazlı bez bu dren üzerine yerleştirilir. Böylece dren çevresinde bir gaz sandiviç oluşturulmuş olur. Bu sistem şeffaf yarı geçirgen film tabaka ile yara kenarını 2-3 cm geçinceye kadar sarılır. Dren vakum pompasına bağlı bir tüp ile birleştirilir. Bu sistemde 75-80 mmHg basınç kullanımı önerilmektedir (Resim 2).

Bu iki subatmosferik basınç uygulama cihazı kapalı sistem kullanmaktadır ve çalışma prensipleri genel olarak aynıdır. Fakat 2 cihaz arasında üretici firmalar tarafından önerilen basınçlar ve süreleri ile ilgili farklar vardır (Tablo 1). Türkiye'de kullanıma ilk giren cihaz VAC® cihazıdır ve bu nedenle



Resim 1. A. VAC® cihazı ve kullanılan sarf malzemeleri. B. VAC® pansumanının uygulanmış hali.



Resim 2. Versatil 1® cihazı (Blue Sky Medical firmasının resmi internet sitesinden alınmıştır).

Tablo 1. Subatmosferik basınç uygulayan 2 cihazın özellikleri.

Ürün özellikleri	VAC	Versatil 1
Genellikle kullanılan basınç	125 mmHg	80 mmHg
Önerilen tedavi süresi/gün	24 saat/gün	6-8 saat/gün
Pansuman değiştirme zamanı	48-72 saat	48-72 saat
Tedaviye bağlı ağrı	Var	Yok

klirik deneyimlerimiz VAC® sistemiyle olmuştur.

Subatmosferik Basınçla

Yara Pansumanının Etki Mekanizması

Topikal subatmosferik basıncın, yarının vasküler biyolojisi üzerine olan etkileri oldukça karmaşık ve tam anlaşılabilir değildir. Yara yüzeyine uygulanan subatmosferik basıncın yara yatağında bazı kimyasal ve fizyolojik değişikliklere yol açtığı bildirilmektedir.

İleri sürülen birinci mekanizma; uygulanan subatmosferik basıncın lokal kan akımını arttırdığıdır. Başlangıçta yara perfüzyonuna olan artırıcı etkinin, tedavinin temel sonucu olduğu düşünülüyordu. Morykwas ve ark.nın çalışmasında uygulanan basıncın aralıklı (5 dk. uygulama, 2 dk. kapama) uygulanması halinde lokal kan akımı artışının en üst düzeyde olacağı gösterilmiştir.¹⁰ 'Laser Doppler Flowmetry' ile yapılan ölçümde, 125 mmHg subatmosferik basınçta domuz yara modelinde kan akımının 4 kat arttığı gösterilmiştir. Devamlı uygulanan drenaj rejiminde 5-7 dk. sonra kan akımının tekrar eski seviyeye geldiğini ileri sürülmektedir.¹⁰ Bunun yanında devamlı drenajın kan akımında sirküler bir paterne yol açtığını belirten yazarlar da vardır.¹³ Subatmosferik basınç, 32 derin dermal yanık yara modelinin tedavisinde kullanılmış; ilk 72 saat içinde kullanıldığında dermal kan akımını istatistiksel olarak arttırdığı bulunmuştur.¹⁴

İkinci mekanizma; değişen basınç siklusuna bağlı olarak yara yüzeyindeki hücrelerde mekanik stres oluşması ve granülasyon dokusu oluşumunun artmasıdır. Morykwas ve ark.nın eksizyonel tam kat yara modelinde, oluşan granülasyon dokusunu alginat baskısıyla ölçmüş ve devamlı subatmosferik basınç uygulanarak takip edilen grupta granülasyon dokusu %63.3, aralıklı basınç uygulanarak takip edilen grupta granülasyon dokusu %103.4 artmış olarak bulunmuştur.¹⁰

Tavşan kulağı modelindeki diğer bir çalışmada, lens mikrometre kullanarak granülasyon doku formasyonu ölçülmüştür.¹⁵ Fabian ve ark. bu çalışmada, subatmosferik basıncın granülasyon dokusu oluşumu ve epitelizasyonu arttırdığını göstermişlerdir. Ayrıca bu çalışmada subatmosferik basıncın hiperbarik oksijen uygulaması ile birlikte sinerjik etki gösterdiği de belirtilmiştir.¹⁵ Joseph ve ark.nın çalışmasında granülasyon dokusunun oluştuğu, yeni damar gelişiminin gözlemlendiği, granülasyon dokusunda makrofajların çoğunlukta olduğu gösterilmiştir.¹⁶ Subatmosferik basınç uygulaması ile oluşan mikromekanik kuvvetlerin hücreleri bölünmeye ve çoğalmaya teşvik ettikleri ileri sürülmüştür. Folkman ve Moscana tarafından sonra da Huang ve Ingber tarafından yapılan hücre

kültür çalışmaları, hücrenin şeklinin, bölünme ve çoğalma yeteneği ile ilişkili olduğu gösterilmiştir.^{17,18} Bu çalışmaya göre “hücreler sferik şekil aldıklarında apoptosis eğilimindedir ve ölmektedirler, tersine, hücreler uygun çekimle gerilirse bölünme ve çoğalmaya eğilimli olurlar” denmektedir.

Subatmosferik basınç mekanizmasında fizik kuvvetlerin önemi hala varsayımsal olsa da, mekanik stresin sert ve yumuşak doku onarımını ve anjiyogenezi yapılandırdığı çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir.¹⁹⁻²³ Yara yüzeyinin subatmosferik basınca maruz kalması durumunda yara yatağındaki hücrelerin iskeletini değiştirdiği Saxena'nın çalışmasında gösterilmiştir.²⁴ Ilizarov'un açıkladığı hali ile ekstrasellüler matriks yolu ile hücreye uygulanan dış kuvvetler, transmembran köprüleri gibi davranan integrinler ile intrasellüler kuvvetler tarafından dengelenir. Saxena'nın çalışmasına göre subatmosferik basınç uygulaması ile hücresel dengedeki değişiklik, hücre iskeletindeki tutucu köprüleri ayırır, hücre proliferasyonunu arttıran hücre içi ikincil habercilerin salınımını tetikler. Böylece aralıklı basınç uygulamasında granülasyon dokusunun oranı artarken, devamlı basınç uygulanan durumda daha az lokal yara dağılımı olacak, daha az ikincil haberciler salınacak bu da daha az granülasyon dokusunun oluşumunu açıklamaktadır, denilmektedir.²⁴ Subatmosferik basınç uygulamasının dokuda oluşturduğu mekanik deformasyon veya stresin protein ve matriks molekül sentezine yol açtığı ve anjiyogenezi arttırdığı ileri sürülmüştür.^{16,25}

Üçüncü mekanizmaya göre; drenaj ile yara iyileşmesini inhibe eden, metalloproteazı içeren kronik yara sıvısı ortamdan uzaklaştırılmaktadır.¹⁶ Kronik yara sıvılarında ve yanıklarda proteolitik enzimlerde yükseliş gösterilmiştir. Bunların devam eden matriks ayrışımına bağlı olarak iyileşmeyen yaraya katkıları olmaktadır. Proteolitik enzimlerin, sitokinlerin ve akut faz reaktanlarının rezervuar sıvısında yüksek miktarda bulunduğu gösterilmiştir.²⁶⁻²⁸ Shi ve ark. çalışmalarında subatmosferik basınç uygulaması ile tedavi edilen 5 kronik yaralı hastada metalloproteinaz 1, 2 ve 13'ün azaldığını böylece kollajenin azalmasının ve jelatinin bozulmasının yara iyileşmesine yardım ettiğini göster-

mişlerdir. “Metalloproteazların ortamdan kaldırılması lokal büyüme faktörlerinin fonksiyonlarını daha da arttıracaktır” denilmektedir.²⁹

Dördüncü olarak ileri sürülen mekanizma, ödem ve intertisyel sıvının azalmasıdır. Ödem inflamatuvar cevap sırasında oluşan artmış kapiller geçirgenliğin normal bir sonucudur. İnterstisyel sıvı birikimi artar. Bu oksijen ve besleyici maddelerin geçişini azaltır, immün sistemin bakterileri temizleme fonksiyonu etkilenir. Chen ve ark. subatmosferik basınç uygulamasının hangi mekanizma ile kan akımını arttırdığı ve ödemi azalttığını açıklayan deneysel bir çalışmayı tavşan kulaklarında gerçekleştirmişler.³⁰ VAC'ın kapiller kan akımını hızlandırdığını, kapiller çapı ve kan volümünü arttırdığını, endotelial proliferasyonu ve anjiyogenezi hızlandırdığını, endotelial boşlukları daralttığını ve kapiller bazal membran bütünlüğünü yeniden düzelttiğini bulmuşlardır. Bu çalışmaya göre kapiller çapın ve kan volümünün artması ve anjiyogenезin stimülasyonu ile yaradaki kan sirkülasyonu artmaktadır. Endotelial boşluğun daralması ve kapiller bazal membranın bütünlüğünün sağlanması ile VAC sistemi kan damarlarının geçirgenliğini ve ödemi azaltmaktadır.

Domuzlarda oluşturulan kısmi kalınlıkta yanık modelinde, subatmosferik basınçın yaralanmanın etrafındaki staz zonunda ilerleyici doku hasarını önlediği gösterilmiştir.³¹ Yazarlar, kaldırılan ödem sıvısının, yaralanmayı takiben salınan hücresel artıkları, ozmotik olarak aktif molekülleri, biyokimyasal mediyatörleri uzaklaştırarak kan akımının durmasını engellediğini düşünmektedirler.

Hepimizin bildiği gibi enfeksiyon yara iyileşmesini geciktirmektedir. Morykwas ve ark. subatmosferik basınç tedavisi altında intertisyel sıvının kaldırılmasının bölgesel ödemi azalttığını, küçük damarların üzerindeki baskıyı kaldırarak kan akımını arttırdığını ve buna bağlı olarak bakteri sayısının azaldığını ileri sürmüşlerdir.¹⁰

Bunun yanında 25 hastanın olduğu bir çalışmada ise subatmosferik basınçla pansumanın bakteriyel temizlemede etkili olmadığı belirtilmektedir.³²

İleri sürülen diğer bir mekanizma ters doku genişlemesidir. Kapalı sistemde vakum etkisi ile

süngerdeki kontraksiyon yara dudaklarında merkeze doğru bir çekme etkisi (centripedal effect) yaratır. Bu olay ile doku genişletilmesi arasında birçok benzerlik vardır. Abdominal yara açılmaları gibi açık yaralarda sünger ve topikal subatmosferik basınç kullanımının deri gerilmesi veya ters doku genişlemesi etkisi yarattığı gösterilmiştir.³³

Literatürün Gözden Geçirilmesi

Morykwas ve Argenta'nın subatmosferik basıncın yara iyileşmesi üzerindeki hızlandırıcı etkilerini gösterdikleri makaleler sonrası subatmosferik basınç uygulaması yara iyileşmesinde daha sık kullanılmaya başlamıştır.¹⁰⁻¹² 2004 yılına kadar kontrollü subatmosferik basınç sağlamada VAC® cihazı kullanıldığı için aşağıdaki makalelerde bu cihazın kullanımı ile ilgili çalışmalardan bahsedilmektedir.

Deri greftlerinde subatmosferik basınç uygulamaları: Topikal subatmosferik basınç uygulamasının deri greftleri için etkili bir pansuman olduğunu gösteren çeşitli çalışmalar vardır.³⁴⁻³⁷ Subatmosferik basınçlı pansuman, yara yatağının yüzeyi nasıl olursa olsun greftin yatağa mükemmel şekilde tutunmasını sağlamakta, greftin yara yatağından ayrılmasını önlemektedir. Schneider ve ark. yaptıkları çalışmada subatmosferik basınç uygulanan grupta olguların %3'ünde greftin tekrar uygulanması gerekirken baskılı pansuman yapılan grupta olguların %19'unda yeniden greft gerekmiştir.³⁴ Deri grefti ile örtülecek yaralar için subatmosferik basınçlı pansumanın hem yara yatağında iyi bir granülasyonun gelişmesine yardımcı olduğu hem de greftin tutması için ideal bir pansuman sağladığı belirtilmektedir.³⁴ Scherer ve ark. kısmi kalınlıkta deri greftinde (KKDG) subatmosferik basınçlı pansuman ile baskılı pansumanın güvenliği ve etkinliğini karşılaştırmışlardır.³⁵ Subatmosferik basıncı, cihazın uygulama protokolünde belirtildiği gibi 125 mmHg ve devamlı modda uygulamışlar. VAC® sistemini KKDG'de daha güvenli ve etkili olduğunu bulmuşlardır. VAC® sisteminin greft yaşamını arttırarak tekrarlayan greft sayısını azalttığını belirtmişlerdir.

Simman ve ark. ise domuz sırtında gerçekleştirdikleri deneysel çalışmalarda deri greftlerinde

subatmosferik basınç ile baskılı pansumanı karşılaştırmışlar.³⁷ 3, 5 ve 7. günlerde gruplardan biyopsi almışlar ve subatmosferik basınç uygulanan tarafta daha az ödem olduğunu, deri grefti ve alıcı alan arasındaki alanın daha hızlı kapandığını, akut inflamatuvar fazın daha hızlı sonlandığını gözlemlemişlerdir. Subatmosferik basınç uygulamasının greftin tutmasında etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Subatmosferik basınçlı yara bakım sisteminin özellikle perine, aksilla, el gibi düzensiz ya da derin konturlu vücut alanlarında KKDG uygulamalarında faydalı olduğunu, baskılı olarak kullanıldıklarında deri grefti kalitesinin arttığını belirtmişlerdir.³⁸

Subatmosferik basınçlı pansumanın deri grefti alıcı alanına olduğu kadar donör alanda da kullanımının faydalı olduğunu, hızlı reepitelizasyon sağladığını bildiren yayınlar mevcuttur.³⁹⁻⁴²

Kemik ve tendonların açıkta olduğu durumlarda granülasyon dokusunun daha hızlı sağlanması için Integra® gibi kollajen çatı ile birlikte subatmosferik basınç uygulamasında elde edilen başarılı sonuçlar yayınlanmıştır.⁴³

Abdominal yaralar: Abdominal yara ayrılmaları olan hastaların tedavisinde subatmosferik basınçlı pansuman değerli bir araç olmuştur. Birçok yayın yara yatağını düzelttiğini, abdominal kapanmayı sağladığını göstermektedir.⁴⁴⁻⁴⁹

Smith ve ark. retrospektif çalışmalarında 4 yıllık bir periyotta abdomen açıklığı nedeniyle subatmosferik basınçlı pansuman uyguladıkları 93 hastayı değerlendirmişler ve aldıkları iyi sonuçlar üzerine abdomen defektlerinde VAC tedavisinin kullanılabileceğini bildirmişlerdir.⁵⁰

Diyabetik ayak: McCallon, 10 olguluk diyabetik ayak serisinde subatmosferik basınçlı pansuman sistemini serum fizyolojik emdirilmiş gazlı bez tedavisi ile karşılaştırdığında; subatmosferik basınçlı pansumanın iyileşme zamanını %50 kısalttığını ve yara alanını %66 azalttığını belirtmiştir.⁵¹ Edington ve ark. geniş diyabetik ayak ülserlerinde konvansiyel nemli pansuman ile subatmosferik basınç uygulamalarını karşılaştırmışlar ve subatmosferik basınç grubunda bütün hastalarda yara boyutunda azalma görmüşlerdir ($p < 0.05$).⁵²

Armstrong ve ark. diyabete bağlı parsiyel ayak amputasyonuna ikincil gelişen defektlerde subatmosferik basınçlı pansuman ve standart yara bakımının etkisini karşılaştırdıkları çok merkezli randomize kontrollü çalışmalarını yayınladılar.⁵³ Subatmosferik basınçlı pansuman sistemini her 48 saatte bir değiştirerek subatmosferik basınç uygulanan grupta %58, nemli pansuman yapılan kontrol grubunda %39 iyileşme bulmuşlardır. Subatmosferik basınçlı pansuman ile daha hızlı yara iyileşmesi ve granülasyonu sağladıklarını belirttiktedirler (Resim 3).

Kardiyovasküler cerrahi sonrası gelişen yaralar: Luckraz ve ark. prospektif çalışmalarında, subatmosferik basınçlı pansumanın kalp cerrahisi sonrası gelişen mediastinit ve sternal yaralarda etkinliğini araştırmışlardır.⁵⁴ 27 hastanın 14'ünde ortalama 13.5 günde subatmosferik basınç uygulaması ile tedavi edilirken 13 hastanın 5'ine 8 gün sonra primer kapama, 8'ine miyokutanöz kapama uygulanmıştır. Enfekte sternal yaralarda %70 başarı sağladıklarını bildirmişlerdir.

Song ve ark. retrospektif çalışmalarında, sternal yarası olan 35 hastada günde 2 kez klasik pansuman uygulaması ile subatmosferik basınç uyguladıkları hastaları karşılaştırmışlar ve



Resim 3. A. Diyabete bağlı ayak sırtında nekroz gelişen hasta. B. Debridman sonrası görünüm. Tendonlar açıkta. Hastaya 75 mmHg basınçta 5 gün aralıklı moda subatmosferik basınç uygulandı. C. 5 günün sonunda yeterli granülasyon elde edildi, kısmi kalınlıkta deri grefti uygulandı. D. Ameliyat sonrası 6.aydaki görünüm. Subatmosferik basınç uygulaması ile kısa sürede iyileşme sağlanmış durumda.

subatmosferik basınçlı pansumanın daha hızlı yara iyileşmesi sağladığını, daha az pansuman gerektirdiğini belirtmişlerdir.⁵⁵

Agarwal 103 sternal yarası olan hastada zemine gümüş içerikli yara örtüsü sererek SBYP sistemini erişkin hastalarda 125 mmHg, çocuk hastalarda 50-75 mmHg basınçla uygulamış ve kompleks sternal yaralarda SBYP uygulamasının algoritimde yerini aldığını, ilk seçenek olarak düşünülmesi gerektiğini belirtmiştir.⁵⁶

Giovanini ve ark. sternal bölgede, kasık bölgesinde ve alt ekstremitede yara yeri ayrılması olan 15 hastada SBYP sistemini 125-200 mmHg basınç ile ortalama 4 hafta uygulamışlardır. Pansumanı 48 saatte bir değiştirmişler ve defekt alanının küçüldüğünü, enfeksiyonun azaldığını, kısa sürede granülasyon dokusunun oluştuğunu görmüşlerdir.⁵⁷

Kronik yaralar: Joseph ve ark. tek kör randomize kontrollü çalışmalarında kronik yara iyileşmesinde standart nemli pansuman ile SBYP etkisini karşılaştırmışlardır.¹⁶ SBYP'de yara hacminde %60, standart nemli pansumanda ise %20'lik azalma olduğunu, SBYP'nin nemli pansumana göre daha hızlı yara iyileşmesi sağladığını, granülasyon formasyonunu arttırdığını belirtmişlerdir (p< 0.038).

Carson ve ark. 70 kronik yarada 125 mmHg devamlı SBYP sistemini uygulamışlardır.⁵⁸ Enfeksiyonu olan 22 hastada gümüş içerikli yara örtüsü ile birlikte VAC® uygulamışlar. 70 hastanın 10'u herhangi bir ek girişime gerek kalmadan kapanmış, 50'sine greft uygulanmış. Greft uygulaması sonrası 7 gün SBYP uygulamışlar ve VAC® cihazı firmasının protokolünde aralıklı uygulama önerilse de devamlı düzende kullanmışlardır. Başarılı olmayan olgularda aralıklı düzende uygulamış fakat bir yararını görmemişlerdir. SBYP'nin açık defektler ve greftlerde yardımcı bir tedavi olduğunu ama ek araştırmalar gerektirdiğini belirttiktedirler.

Bası yaraları: SBYP'nin, bası yaralarının bakımında ve cerrahi için uygun olmayan olgularda faydalı olduğu bildirilmiştir.^{59,60}

Ford ve ark. 41 tam kalınlıktaki bası yarasında SBYP sistemi ile ülser iyileşmesini arttıran Healthpoint® yara sistemini karşılaştırmışlar.⁶¹ So-

nuçlar istatistiksel olarak farklı olmasada SBYP'nin jelli ürünlere göre daha hızlı yara iyileşmesi sağladığını ve yumuşak doku ve kemikte olumlu histolojik değişikliklere yol açtığını belirtmişlerdir. Bunu destekleyen diğer çalışmalarda bası yaralarında SBYP'nin faydalı olduğunu belirtilmektedir. Bu yayınlarda bası yaraları için önerilen basınç 150-175 mmHg arasında değişmektedir.⁶²⁻⁶⁵

Bacak ülserleri: Loree ve ark. kronik bacak ülseri olan 15 hastada 6 günlük SBYP uygulamasını takiben 4 hastada %50, 6 hastada %25'lik küçülme izlemişler.⁶⁶

Venöz bacak ülserlerinde, SBYP granülasyon dokusunun ilerlemesine yardımcı olduğu fakat sonucun uzun zamanda alındığı, devamlı ve aralıklı düzenin dönüşümlü kullanılmasının yardımcı olabileceği bildirilmiştir.⁶⁷

Karışık kaynaklı ülserlerde; yaradaki vasküler yetersizliğe bağlı olarak granülasyon dokusunun gelişimi sıklıkla yavaştır. Arteriyel kaynaklı ülserlerde revaskülarizasyon olmadığı için uzun süreli SBYP uygulamasında bile iyileşmenin geciktiği, hatta süngerin deri kenarlarında nekroz yaptığı belirtilmektedir.⁶⁷

Enfekte yaralar: Gustaffson yara yeri enfeksiyonu olan sternotomili 16 hastalık serisinde SBYP uygulanmasını takiben 9. günde CRP seviyesinin düştüğünü, 3 ay sonra hastaların hepsinde enfeksiyonunun geçtiğini belirtmiştir.²⁸

Chester ise SBYP sisteminin bakteriyel temizlemede her zaman olumlu etkisi olmadığını, tek olguluk sunumunda ciddi anaerobik enfeksiyon geliştiğini bildirmiştir.⁶⁸

Wongworawat ve ark. enfekte yaralarda VAC sisteminin yarayı küçültme oranını 14 olguluk seride ortalama 10 gün devamlı 75-150 mmHg basınç uygulayarak araştırmışlar ve yara boyutunda %43'lük azalma görmüşlerdir. Subatmosferik basınçlı pansumanın enfekte yaraların tedavisinde güvenli ve efektif bir teknik olduğunu belirtmişlerdir.⁶⁹

Moues ve ark. 54 olguluk çalışmalarında SBYP'nin bakteri sayısı üzerine etkisini,

granülasyon gelişimini ve yara yüzey alanının küçülmesini 29 hastaya SBYP sistemini, 25 hastaya nemli pansumanı uygulayarak karşılaştırmışlar ve granülasyon dokusu oluşumunda anlamlı bir fark görmemişlerdir.⁷⁰ SBYP tedavisinde yara yüzey alanının küçülmesi belirgin olarak anlamlı bulunmuş. Yara yüzeyindeki total bakteri sayısı her iki tedavide de stabil kalmış fakat subatmosferik basınç uygulanan grupta gram (-) basillerde belirgin bir azalma, bunun yanında *S. aureus*'ta belirgin artış gözlenmiş. Sonuç olarak SBYP'nin bakteri sayısı üzerine etkisinin konvansiyel tedavi ile aynı olduğunu belirtmişlerdir.

Weed ve ark. retrospektif çalışmalarında SBYP uyguladıkları 25 olgunun kantitatif kültürlerini değerlendirmişler ve SBYP'nin yara üzerinde bakteriyel temizlenme açısından belirgin bir etkisinin olmadığını bulmuşlardır. Hatta SBYP ile bakteriyel kolonizasyonun belirgin olarak arttığını (10^4 - 10^6 arasında kaldığını) belirtmişlerdir. Bütün bu bulgulara rağmen bu tedavi seçeneğinin yara iyileşmesi üzerine yararlı etkileri olduğunu belirtmişlerdir.³²

Akut yaralanmalar: Fleishman ve ark. fasyotomi yaralarında subatmosferik basınç cihazını ortalama 12.4 gün uygulamışlar ve yaraların %80'inin gecikmiş primer onarım ile kapatıldığı belirtmiştir. Yaraların %20'si deri grefti ile kapatılmıştır.⁶ DeFronza ve ark. 75 alt ekstremitte defektini (%82'si travmatik, %18'i cerrahi sonrası oluşan defektler) pediküllü ya da serbest flep gereksinimi olmaksızın başarı ile tedavi ettiklerini belirtmişlerdir.⁷¹ Yaraların %95'i primer iyileşmiş ve sonuçlar SBYP'nin akut yaralanmalarda başarı ile uygulanabileceğini göstermektedir (Resim 4).

Yanık: Yapılan iki çalışma SBYP'nin yanık yaralanmalarında staz zonunu düzenlediğini göstermektedir.^{31,72} Subatmosferik basınç hücre nekrozunu sınırlandırarak kısmi kalınlıkta olan yanıklarda ilerlemeyi önlemektedir.³¹ Bu durumun azalan immün yanıtın düzenlenmesine bağlı olabileceği başka bir çalışma ile gösterilmiştir.⁷²

Geniş yumuşak doku-kas kayıplarında, SBYP uygulamasının başarılı uygulamalarını gösteren yayınlar mevcuttur.^{71,73,74} Debridman sonrası 2-3

hafta uygulamanın lokal enfeksiyonu önlediği, granülasyon dokusunu arttırdığı ve deri grefti ile kapanacak hale getirildiği belirtilmektedir. Ayaktaki doku kaybı, tendonun açıkta olması SBYP için endikasyonlardır.^{73,75-77}

Molnar ve ark. tam kat skalp defektlerinde greft ile birlikte SBYP uyguladıkları 4 olguyu sunmuşlardır. Normalde kemik açıkta ise ve flep ile kapatılmıyorsa dış tabakayı birkaç yerden delip birkaç hafta granülasyon dokusunun gelişmesini beklediklerini, SBYP uygulaması ile bu bekleme süresine gerek kalmadan cerrahi sonrası hemen greft uyguladıklarını ve iyi sonuçlar aldıklarını bildirmişlerdir.⁷⁸

Ayrıca başka bir çalışmada ilerlemiş saçlı deri malign tümörünün rezeksiyonu sonrası başarılı SBYP uygulaması bildirmiştir.⁷⁹

Herscovici ve ark. yüksek enerjili yumuşak doku yaralanması olan 21 olguluk seride SBYP sistemini uygulamışlar ve ortalama 19.3 gün kullanmışlardır. Olguların %57'si ek tedavi gerektirmeden kapanırken %47'sine serbest doku nakli



Resim 4.

- Araç dışı trafik kazasına bağlı ayak sırtında doku defekti olan hasta. Kemik ve tendonlar açıkta. Bu hali ile deri grefti uygulanamayacak olan hastaya subatmosferik basınçlı pansuman (75 mmHg, aralıklı) uygulandı.
- Subatmosferik basınçlı pansuman sonrası 3. gündeki görünüm.
- Pansuman sonrası 6. günde yeterli granülasyon dokusunun elde edilmesi üzerine kısmi kalınlıkta deri grefti uygulanan defektin görünümü.
- Ameliyat sonrası 6. aydaki görünüm.

yapılmıştır. Subatmosferik basınç uygulamasının yüksek enerjili yaralanmalarda faydalı bir yardımcı tedavi olduğunu belirtmişlerdir.⁸⁰

Ayrıca SBYP oral ve maksillofasial cerrahide, ekspoze spinal cihazlarda, nekrotizan fasiitte, jinekolojik problemlerde, böcek ısırıklarında, ekstremitasyon yaralanmalarında kullanımı olgu bildirimleri ile sunulmuştur.⁸¹⁻⁸⁶

Versatil 1® cihazının kullanımı ile ilgili literatürde olgu sunumlarının yapıldığı 2 yayın mevcuttur.^{87,88} SBYP'yi diyabetik ayak yaralarında 80 mmHg'da aralıklı düzende günde 6-8 saat 19 hafta uygulamışlar ve sağlıklı granülasyon izlendiğinde Versatil 1® uygulaması bırakılmış ve yaralar pansumanla 3 haftada iyileşmiştir.⁸⁷ Diğer yayında ise kronik yarada, diyabetik ayakta ve abdominal defekte Versatil 1® vakum sistemi aracılığı ile subatmosferik basınç başlangıçta 60 mmHg ile başlanarak, ağrı hissetmiyorsa 5 dk. sonra 80 mmHg'ya çıkılarak uygulanmıştır. Versatil 1® cihazının subatmosferik basınç uygulamasında VAC® cihazına alternatif olabileceğini belirtmişlerdir.⁸⁸

Komplikasyonlar: Koku ve mekanik güçlükler gibi rahatsızlıklardan, sünger parçasının kalması, kanama, kan damarlarının duvarını süngerin aşındırması gibi ciddi komplikasyonlara kadar gitmektedir. Açıkta damarsal yapılar varsa üzerinin yapışmayan pansumanla kapatılmasının aşınma riskini azaltacağı belirtilmektedir. VAC® cihazı kullanılan ve abdominal defekti olan bir hastada Toksik Şok Senromu bildirilmiştir.⁸⁹ En sık rastlanan komplikasyon ağrıdır. Özellikle yanık ve enfekte yaralarda izlenir ve basınç düzeyinin düşürülmesinin sorunu çözebileceği bildirilmektedir. Ayrıca pansuman esnasındaki ağrıyı önlemek için pansumanın kaldırılmasından 15 dk. önce süngerin ıslatılması da önerilmektedir. Diğer komplikasyonlar; maserasyon, doku nekrozu, kanama ve enfeksiyondur. Subatmosferik basınçlı pansuman esnasında Kandida enfeksiyonları, deri kıvrılması, subepidermal granülasyon gibi tipik deri sorunları olabileceği bildirilmiştir.

Subatmosferik basınç uygulaması ne zaman durdurulmalı?

Aşırı ağrı, psikolojik olarak kabullenememe, 7-8 günlük tedaviye rağmen yanıt yoksa, pansu-

manda ya da toplama kabında belirgin pürülan materyal olması, aşırı kanama durumunda uygulamanın durdurulması gerektiği üretici firma tarafından belirtilmektedir.

Tartışma

Subatmosferik basınç uygulaması akut ve kronik yaralarda iyileşmeyi sağlayan topikal bir tedavidir. Bu teknik genellikle kronik yaralarda, akut yaralarda, arteriyel ve venöz yetmezliğe bağlı zor yaralarda önerilmektedir (Tablo 2).

Günümüzde SBYP'nin yara iyileşmesi üzerine olumlu etkileri mevcuttur. SBYP'nin etki mekanizması ve uygulama protokolleri halen araştırılmaktadır.

Literatür incelendiğinde subatmosferik basınçla yara tedavisi ile ilgili en büyük tartışma konularından birinin yeterli basınç seviyesinin tesbiti olduğu dikkati çekmektedir. Morykwas ve Argenta, domuz modelinde subatmosferik basıncı 125 mmHg uygularken yarada en üst düzeyde kan akımı oluştuğunu, 400 mmHg da ise akımın azaldığını göstermişlerdir.¹⁰ Bu çalışmaya dayanarak VAC® aracılı pansumanlarda tercih edilen basınç seviyesi 125 mmHg olmuştur. Usopov ve Yepifanov ise tavşan modelinde 75-80 mmHg'nın en iyi yara iyileşmesi için esas olduğunu, 120-125 mmHg basınç altında daha önce koagüle olan damarlarda hemoraji olduğunu belirtmişlerdir. Buna dayanarak Rus çalışmaları ile uyumlu olan Versatil1® de daha düşük basınç değerlerini kullanır.⁵

Wackenfors ve ark. domuzlar üzerinde yaptıkları çalışmada SBYP tedavisinde önerilen basınçların düşürülebileceğini söylemişlerdir.⁹⁰ Bu çalışmada yazarlar VAC® cihazı ile uygulanan 50-200 mmHg basınçta domuz inguinal bölge defektlerinde mikrovasküler kan akımını araştırmışlar ve lazer doppler kullanarak 1 mm³ volümde kırmızı kan hücrelerinin hareketini ölçmüşlerdir. Çalışma SBYP tedavisinin mikrovasküler kan akımını nasıl etkilediğini tespit etmek amacıyla yapılmıştır. Wackenfors ve ark. SBYP tedavisinin yara kenarından itibaren birkaç cm içinde mikrovasküler kan akımını artırarak granülasyon dokusu oluşumunu ve yara iyileşmesini hızlandırdığını göstermişlerdir. Aksine, yara dudaklarının

Tablo 2. Subatmosferik basınçlı yara pansumanının endikasyonları ve kontrendikasyonları.

I- Subatmosferik Basınçlı Yara Pansumanı Endikasyonları:

- Akut ve travmatik yaralar,
- Subakut yaralanmalar (insizyon ayrılması),
- Bası ülserleri,
- Kronik açık yaralar,
- Graft,
- Flepler,
- Venöz staz ülserleri,
- Diyabetik ülserler.

II- Subatmosferik Basınçlı Yara Pansumanı Kontrendikasyonları

- Organ ya da vücut kavitelerine açılan fistüllerde kullanımı firma tarafından önerilmese de başarılı kullanımı bildirilmiştir,
- Nekrotik doku, eskar bulunması,
- Tedavi edilmemiş osteomyelit,
- Malignite içeren yaralar,
- Aktif kanama, antikoagülan kullanımı.

içinde subatmosferik basıncın artması ile hipoperfüzyonun arttığı ve iskemik doku hasarı ile karşılaşıldığını belirtmişlerdir. VAC® cihazının kullanıldığı çoğu olguda subatmosferik basınç 125 mmHg olarak önerilirken Wackenfors ve ark. çalışmalarında düşük subatmosferik basınç uygulamasının özellikle yumuşak dokudaki iskemik etkilerin azaltılması bakımından faydalı olduğunu belirtmektedirler.⁹⁰ Bu basınç seviyeleri arasındaki fark yanında Morykwas ve Argenta'nın çalışmaları ile Rus deneyimleri arasında basınç süreleri yönünden de farklılıklar vardır. VAC cihazı ile subatmosferik basınç 48 saat ya da pansuman değişinceye kadar devamlı veya aralıklı düzende verilirken, Versatil 1® sisteminde subatmosferik basınç günde 6-8 saat devamlı düzende uygulanmaktadır.^{3-5,10-12}

Bu çelişki, yara tedavisinde aralıklı subatmosferik basınç tedavisi ile sürekli subatmosferik basınç uygulaması aynı etkiyi mi oluşturmaktadır sorusunu akla getirmektedir. Kapiller otoregülasyon işleyişi aktive olmadığı için aralıklı siklusun dokunun ritmik perfüzyonunu sağladığı, ayrıca devamlı stimulusun hücrelerde aldırılmazlık yaptığı ve etkisiz hale geldiği belirtilmektedir. Aralıklı stimülasyon hücrelere dinlenme zamanı vermekte

ve diğer siklusa hazırlamaktadır. Bu nedenle aralıklı kullanım klinik olarak daha faydalıdır denilmektedir.⁶⁴ Fakat devamlı drenajın kan akımında sirküler bir paterne yol açtığını belirten yazarlar da vardır.¹³ Ayrıca bazı yazarlar başlangıçta hızlı bir temizleyici etkiyi kullanmak için 48 saat devamlı vakum, bunu takiben aralıklı uygulamaya geçilmesini önermişlerdir.^{91,92}

Brookenburg ve ark. VAC tekniği ile yara pansumanının etkinliğini, yara iyileşme süresi, granülasyon dokusunun oluşumu, bakteriyel temizlenme, ağrı ve maliyet yönünden modern yara pansuman materyalleri (hidrokolloid malzemeler, alginat, asetik asit) ile karşılaştırarak değerlendirmişlerdir.⁹³ Kardiyovasküler ve diyabetik hastalar dışındaki hastalarda yara iyileşme ve granülasyon oluşma süresinin, yara yüzeyinin küçülmesi ve bakteriyel temizlenmenin modern yara pansuman malzemelerinden daha hızlı ve etkili olmadığını fakat hasta konforu bakımından iyi olduğunu belirtmektedirler. Ayrıca maliyetinin diğer pansuman malzemeleri ile karşılaştırıldığında daha pahalı olmadığı söylenmektedir. Bu çalışmada subatmosferik basınç uygulamasının diyabetik ve kardiyovasküler cerrahiye bağlı defektlerde anlamlı olarak başarılı olduğu vurgulanmaktadır.

Sonuç

Her ne kadar SBYP sonuçları ile ilgili son 10 yıldır literatürde birçok makale yayınlanmış olsa da subatmosferik basınç uygulamasının hangi fizyolojik ve moleküler biyolojik mekanizma ile yara iyileşmesini arttırdığı halen tam olarak bilinmemektedir. Bugün uygulanan protokol, subatmosferik basıncı sağlayan cihaza göre değişmektedir. Subatmosferik basınçlı pansumanda uygulanması gereken basınç miktarı, tedavi süresi, tedaviler arası aralıklar gibi parametreler dikkate alınarak tedavi protokolünün yeniden düzenlenmesi ve bu nedenle daha ileri araştırmalar ve randomize kontrollü klinik çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Ayrıca subatmosferik basınç uygulamasının yara bakım ürünüdür ve cerrahi tedavinin yerini almak için değil yarayı cerrahi girişime daha hızlı hazırlamak için kullanılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Fox JW 4th, Golden GT. The use of drains in subcutaneous surgical procedures. *Am J Surg* 1976;132:673-4.
2. Chariker ME, Jeter KF, Tintle TE, Bottsford JE. Effective management of incisional and cutaneous fistulae with closed suction drainage *Contemporary Surgery* 1989;34:59-63.
3. Kostiuchenok BM, Kolker II, Karlov VA, Ignatenko SN, Muzykant LI. Vacuum treatment in the surgical management of suppurative wounds. *Vestn Khir Im I I Grek* 1986;137:18-21.
4. Davydov YA, Larichev AB, Menkov KG. The bacteriological and cytological assessment of vacuum therapy of purulent wound. *Vestnik Khirurgii* 1988;10:48-52.
5. Usupov YN, Yepifanov MV. Active Wound Drainage. *Vestnik Khirurgii* 1987;11:42-5.
6. Fleischmann W, Strecker W, Bombelli M, Kinzl L. Vacuum sealing as treatment of soft tissue damage in open fractures *Unfallchirurg* 1993;96:488-92.
7. Fleischmann W, Russ M, Marquardt C. Closure of defect wounds by combined vacuum sealing with instrumental skin expansion. *Unfallchirurg* 1996;99:970-4.
8. Fleischmann W, Lang E, Kinzl L. Vacuum assisted wound closure after dermatofasciotomy of the lower extremity. *Unfallchirurg* 1996;99:283-7.
9. Müllner T, Mrkonjic L, Kwasny O, Vécsei V. The use of negative pressure to promote the healing of tissue defects: A clinical trial using the vacuum sealing technique. *Br J Plast Surg* 1997;50:194-9.
10. Morykwas MJ, Argenta LC, Shelton-Brown EI, McGuirt W. Vacuum-assisted closure: A new method for wound control and treatment: Animal studies and basic foundation. *Ann Plast Surg* 1997;38:553-62.
11. Argenta LC, Morykwas MJ. Vacuum-assisted closure: A new method for wound control and treatment: Clinical experience. *Ann Plast Surg* 1997;38:563-76.
12. Morykwas MJ, Argenta LC. Nonsurgical modalities to enhance healing and care of soft tissue wounds. *J South Orthop Assoc* 1997;6:279-88.
13. Banwell P, Withey S, Holten I. The use of negative pressure to promote healing. *Br J Plast Surg* 1998;51:79.
14. Banwell PE, Morykwas MJ, Jennings DA, McGrouther DA, Argenta LC. Dermal microvascular blood flow in experimental partial thickness burns: The effect of topical subatmospheric pressure. *J Burn Care Rehabil* 2000;21:161.
15. Fabian TS, Kaufman HJ, Lett ED, Thomas JB, Rawl DK, Lewis PL, et al. The evaluation of subatmospheric pressure and hyperbaric oxygen in ischemic full-thickness wound healing. *Am Surg* 2000;66:1136-43.
16. Joseph E, Hamori CA, Bergman S, Roaf E, Swann NF, Anastasi GW. A Prospective, Randomized Trial of Vacuum-Assisted Closure Versus Standard Therapy of Chronic Non-Healing Wounds. *Wounds* 2000;12:60-7.
17. Folkman J, Moscona A. Role of cell shape in growth control. *Nature* 1978;273:345-9.
18. Huang S, Ingber DE. The structural and mechanical complexity of cell-growth control *Nat Cell Biol* 1999;1:E131-8.

19. Urschel JD, Scott PG, Williams HT. The effect of mechanical stress on soft and hard tissue repair: A review. *Br J Plast Surg* 1988;41:182-6.
20. Ryan TJ, Barnhill RL. Physical factors and angiogenesis. *Ciba Found Symp* 1983;100:80-94.
21. Ichioka S, Shibata M, Kosaki K, Sato Y, Harii K, Kamiya A. Effects of shear stress on wound-healing angiogenesis in the rabbit ear chamber. *J Surg Res* 1997;72:29-35.
22. Cherry GW, Austad E, Pasyk K, McClatchey K, Rohrich RJ. Increased survival and vascularity of random-pattern skin flaps elevated in controlled, expanded skin. *Plast Reconstr Surg* 1983;72:680-7.
23. Olenius M, Dalsgaard CJ, Wickman M. Mitotic activity in expanded human skin. *Plast Reconstr Surg* 1993;91:213-6.
24. Saxena V, Hwang CW, Huang S, Eichbaum Q, Ingber D, Orgill DP. Vacuum-assisted closure: Microdeformations of wounds and cell proliferation. *Plast Reconstr Surg* 2004;114:1086-96.
25. Fleck CA. Wound bed preparation: The good, the bad, and the ugly *Extended Care Product News* 2003;86:24-7.
26. Banwell PE. Novel perspectives in wound care: Topical negative pressure therapy. *ETRS Bulletin* 2002;92:49-50.
27. Buttenschoen K, Fleischmann W, Haupt U, Kinz L, Carli D. The influence of vacuum-assisted closure on inflammatory tissue reactions in the postoperative course of ankle fractures. *Foot and Ankle Surgery* 2001;3:165-73.
28. Gustafsson R, Johnsson P, Algotsson L, Blomquist S, Ingemansson R. Vacuum-assisted closure therapy guided by C-reactive protein level in patients with deep sternal wound infection *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 2002;123:895-900.
29. Shi B, Chen SZ, Zhang P, Li JQ. Effects of vacuum-assisted closure (VAC) on the expressions of MMP-1, 2, 13 in human granulation wound. *Zhonghua Zheng Xing Wai Ke Za Zhi* 2003;19:279-81.
30. Chen SZ, Li J, Li XY, Xu LS. Effects of vacuum-assisted closure on wound microcirculation: An experimental study. *Asian J Surg* 2005;28:211-7.
31. Morykwas MJ, David LR, Schneider AM, Whang C, Jennings DA, Canty C, et al. Use of subatmospheric pressure to prevent progression of partial-thickness burns in a swine model. *J Burn Care Rehabil* 1999;20(1 Pt 1):15-21.
32. Weed T, Ratliff C, Drake DB. Quantifying bacterial bioburden during negative pressure wound therapy: Does the wound VAC enhance bacterial clearance? *Ann Plast Surg* 2004;52:276-9.
33. Fenn CH, Butler PE. Abdominoplasty wound-healing complications: Assisted closure using foam suction dressing. *Br J Plast Surg* 2001;54:348-51.
34. Schneider AM, Morykwas MJ, Argenta LC. A new and reliable method of securing skin grafts to the difficult recipient bed. *Plast Reconstr Surg* 1998;102:1195-8.
35. Scherer LA, Shiver S, Chang M, Meredith JW, Owings JT. The vacuum assisted closure device: A method of securing skin grafts and improving graft survival. *Arch Surg* 2002;137:930-3.
36. Molnar JA, DeFranzo AJ, Marks MW. Single-stage approach to skin grafting the exposed skull. *Plast Reconstr Surg* 2000;105:174-7.
37. Simman R, Forte R, Silverberg B, Moriera-Gonzalez A, Williams F. A Comparative Histological Study of Skin Graft Take with Tie-Over Bolster Dressing Versus Negative Pressure Wound Therapy in a Pig Model: A Preliminary Study [Brief Communication] *Wounds*. 2004;16:76-80.
38. Pfau M, Rennekampff HO, Schaller HE. Skin graft fixation by vacuum assisted topical foam dressing. *J Burn Care Rehab* 2000;21:1.
39. Blackburn JH 2nd, Boemi L, Hall WW, Jeffords K, Hauck RM, Banducci DR, et al. Negative-pressure dressings as a bolster for skin grafts. *Ann Plast Surg* 1998;40:453-7.
40. Avery C, Pereira J, Moody A, Gargiulo M, Whitworth I. Negative pressure wound dressing of the radial forearm donor site. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2000;29:198-200.
41. Greer SE, Longaker MT, Margiotta M, Mathews AJ, Kasabian A. The use of subatmospheric pressure dressing for the coverage of radial forearm free flap donor-site exposed tendon complications. *Ann Plast Surg* 1999;43:551-4.
42. Genecov DG, Schneider AM, Morykwas MJ, Parker D, White WL, Argenta LC. A controlled subatmospheric pressure dressing increases the rate of skin graft donor site reepithelialization. *Ann Plast Surg* 1998;40:219-25.
43. Espensen EH, Nixon BP, Lavery LA, Armstrong DG. Use of subatmospheric (VAC) therapy to improve bioengineered tissue grafting in diabetic foot wounds. *J Am Podiatr Med Assoc* 2002;92:395-7.
44. Garner GB, Ware DN, Cocanour CS, Duke JH, McKinley BA, Kozar RA, et al. Vacuum-assisted wound closure provides early fascial reapproximation in trauma patients with open abdomens. *Am J Surg* 2001;182:630-8.
45. Erdmann D, Drye C, Heller L, Wong MS, Levin SL. Abdominal wall defect and enterocutaneous fistula treatment with the Vacuum-Assisted Closure (V.A.C.) system. *Plast Reconstr Surg* 2001;108:2066-8.
46. Bonnamy C, Hamel F, Leporrier J, Fouques Y, Viquesnel G, Le Roux Y. Use of the vacuum-assisted closure system for the treatment of perineal gangrene involving the abdominal wall. *Ann Chir* 2000;125:982-4.
47. Alvarez AA, Maxwell GL, Rodriguez GC. Vacuum-assisted closure for cutaneous gastrointestinal fistula management. *Gynecol Oncol* 2001;80:413-6.
48. Kercher KW, Sing RF, Matthews BD, Heniford BT. Successful salvage of infected PTFE mesh after ventral hernia repair. *Ostomy Wound Manage* 2002;48:40-2, 44-5.
49. Cro C, George KJ, Donnelly J, Irwin ST, Gardiner KR. Vacuum assisted closure system in the management of enterocutaneous fistulae. *Postgrad Med J* 2002;78:364-5.
50. Smith LA, Barker DE, Chase CW, Somberg LB, Brock WB, Burns RP. Vacuum pack technique of temporary abdominal closure: A four-year experience. *Am Surg* 1997;63:1102-7.
51. McCallon SK, Knight CA, Valiulus JP, Cunningham MW, McCulloch JM, Farinas LP. Vacuum-assisted closure versus saline-moistened gauze in the healing of postoperative diabetic foot wounds. *Ostomy Wound Manage* 2000;46:28-32, 34.

52. Eginton MT, Brown KR, Seabrook GR, Towne JB, Cambria RA. A prospective randomized evaluation of negative-pressure wound dressings for diabetic foot wounds. *Ann Vasc Surg* 2003;17:645-9.
53. Armstrong DG, Lavery LA; Diabetic Foot Study Consortium. Negative pressure wound therapy after partial diabetic foot amputation: A multicentre, randomised controlled trial. *Lancet* 2005;366:1704-10.
54. Luckraz H, Murphy F, Bryant S, Charman SC, Ritchie AJ. Vacuum-assisted closure as a treatment modality for infections after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;125:301-5.
55. Song DH, Wu LC, Lohman RF, Gottlieb LJ, Franczyk M. Vacuum assisted closure for the treatment of sternal wounds: The bridge between débridement and definitive closure. *Plast Reconstr Surg* 2003;111:92-7.
56. Agarwal JP, Ogilvie M, Wu LC, Lohman RF, Gottlieb LJ, Franczyk M, et al. Vacuum-assisted closure for sternal wounds: A first-line therapeutic management approach. *Plast Reconstr Surg* 2005;116:1035-40.
57. Giovannini, U.M., Demaria, R., Teot, L. Benefits of negative pressure therapy in infected surgical wounds after cardiovascular surgery. *Wounds* 2001;132:82-7.
58. Carson SN, Overall K, Lee-Jahshan S, Travis E. Vacuum-assisted closure used for healing chronic wounds and skin grafts in the lower extremities. *Ostomy Wound Manage* 2004;50:52-8.
59. Smith N. The benefits of VAC therapy in the management of pressure ulcers. *Br J Nurs* 2004;13:1359-65.
60. Wanner MB, Schwarzl F, Strub B, Zaech GA, Pierer G. Vacuum-assisted wound closure for cheaper and more comfortable healing of pressure sores: A prospective study. *Scand. J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 2003;37:28-33.
61. Ford CN, Reinhard ER, Yeh D, Syrek D, De Las Morenas A, Bergman SB, et al. Interim analysis of a prospective, randomized trial of vacuum-assisted closure versus the healthpoint system in the management of pressure ulcers. *Ann Plast Surg* 2002;49:55-61.
62. Azad S, Nishikawa H. Topical negative pressure may help chronic wound healing. *BMJ* 2002;324:1100.
63. Baynham SA, Kohlman P, Katner HP. Treating stage IV pressure ulcers with negative pressure therapy: A case report. *Ostomy Wound Manage* 1999;45:28-32, 34-5.
64. Philbeck TE Jr, Whittington KT, Millsap MH, Briones RB, Wight DG, Schroeder WJ. The clinical and cost effectiveness of externally applied negative pressure wound therapy in the treatment of wounds in home healthcare Medicare patients. *Ostomy Wound Manage* 1999;45:41-50.
65. Schwarzl F, Moshammer H, Haas F. Treatment of pressure ulcers with V.A.C. *Acta Chir Austriaca. Supplementum* 1998;150:8-9.
66. Lorée S, Domp martin A, Penven K, Harel D, Leroy D. Is Vacuum Assisted Closure a valid technique for debriding chronic leg ulcers? *J Wound Care* 2004;13:249-52.
67. Banwell PE, Musgrave M. Topical negative pressure therapy: Mechanisms and indications. *Int Wound J* 2004;1:95-106.
68. Chester DL, Waters R. Adverse alteration of wound flora with topical negative-pressure therapy: A case report. *Br J Plast Surg* 2002;55:510-1.
69. Wongworawat MD, Schnall SB, Holtom PD, Moon C, Schiller F. Negative pressure dressings as an alternative technique for the treatment of infected wounds. *Clin Orthop Relat Res* 2003;414:45-8.
70. Mouës CM, Vos MC, van den Bemd GJ, Stijnen T, Hovius SE. Bacterial load in relation to vacuum-assisted closure wound therapy: A prospective randomized trial *Wound Repair Regen* 2004;12:11-7.
71. DeFranzo AJ, Argenta LC, Marks MW, Molnar JA, David LR, Webb LX, et al. The use of vacuum-assisted closure therapy for the treatment of lower-extremity wounds with exposed bone. *Plast Reconstr Surg* 2001;108:1184-91.
72. Banwell PE, Morykwas MJ, Jennings DA, McGrouther D, Argenta L. Application of Topical Sub-Atmospheric Pressure Modulates Inflammatory Cell Extravasation in Experimental Partial Thickness Burns *Wound Repair Regen* 1999;4:286-7.
73. Meara JG, Guo L, Smith JD, Pribaz JJ, Breuing KH, Orgill DP. Vacuum-assisted closure in the treatment of degloving injuries. *Ann Plast Surg* 1999;42:589-94.
74. Mooney JF 3rd, Argenta LC, Marks MW, Morykwas MJ, DeFranzo AJ. Treatment of soft tissue defects in pediatric patients using the V.A.C. system. *Clin Orthop Relat Res* 2000;376:26-31.
75. DeFranzo AJ, Marks MW, Argenta LC, Genecov DG. Vacuum-assisted closure for the treatment of degloving injuries. *Plast Reconstr Surg* 1999;104:2145-8.
76. Josty IC, Ramaswamy R, Laing JH. Vacuum assisted closure: An alternative strategy in the management of degloving injuries of the foot. *Br J Plast Surg* 2001;54:363-5.
77. Banwell PE, Evison D, Whitworth IM. Vacuum therapy in degloving injuries of the foot: Technical refinements. *Br J Plast Surg* 2002;55:264-6.
78. Molnar JA, DeFranzo AJ, Marks MW. Single-stage approach to skin grafting the exposed skull. *Plast Reconstr Surg* 2000;105:174-7.
79. Schintler MV, Prandl EC, Wittguber G, Zink B, Spendel S, Hellbom B, et al. The impact of the VAC-treatment for locally advanced malignancy of the scalp. *Zentralbl Chir* 2004;129(Suppl 1):S141-6.
80. Herscovici D Jr, Sanders RW, Scaduto JM, Infante A, DiPasquale T. Vacuum-assisted wound closure (VAC therapy) for the management of patients with high-energy soft tissue injuries. *J Orthop Trauma* 2003;17:683-8.
81. ry C, Pereira J, Moody A, Whitworth I. Clinical experience with the negative pressure wound dressing. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2000;38:343-5.
82. Yuan-Innes MJ, Temple CL, Lacey MS. Vacuum-assisted wound closure: A new approach to spinal wounds with exposed hardware. *Spine* 2001;26:E30-3.
83. Bonnamy C, Hamel F, Leporrier J, Fouques Y, Viquesnel G, Le Roux Y. Use of the vacuum-assisted closure system for the treatment of perineal gangrene involving the abdominal wall. *Ann Chir* 2000;125:982-4.

84. Argenta PA, Rahaman J, Gretz HF 3rd, Nezhat F, Cohen CJ. Vacuum-assisted closure in the treatment of complex gynecologic wound failures. *Obstet Gynecol* 2002;99:497-501.
85. von Gossler CM, Horch RE. Rapid aggressive soft-tissue necrosis after beetle bite can be treated by radical necrectomy and vacuum suction-assisted closure. *J Cutan Med Surg* 2000;4:219-22.
86. Morykwas MJ, Kennedy A, Argenta JP, Argenta LC. Use of subatmospheric pressure to prevent doxorubicin extravasation ulcers in a swine model. *J Surg Oncol* 1999;72:14-7.
87. Miller MS, Brown R. APWCA Case #3: Using Negative Pressure for Wound Therapy Podiatry management 2005;121-6.
88. Campbell PE. Surgical wound case studies with the versatile 1 wound vacuum system for negative pressure wound therapy. *J Wound Ostomy Continence Nurs* 2006;33:176-85.
89. Gwan-Nulla DN, Casal RS. Toxic shock syndrome associated with the use of the vacuum-assisted closure device. *Ann Plast Surg* 2001;47:552-4.
90. Wackenfors A, Sjögren J, Gustafsson R, Algotsson L, Ingemansson R, Malmsjö M. Effects of vacuum-assisted closure therapy on inguinal wound edge microvascular blood flow. *Wound Repair Regen* 2004;12:600-6.
91. Collier M. Know how: Vacuum-assisted closure (VAC). *Nurs Times* 1997;93:32-3.
92. Tang AT, Ohri SK, Haw MP. Novel application of vacuum assisted closure technique to the treatment of sternotomy wound infection. *Eur J Cardiothorac Surg* 2000;17:482-4.
93. Braakenburg A, Obdeijn MC, Feitz R, van Rooij IA, van Griethuysen AJ, Klinkenbijnl JH. The clinical efficacy and cost effectiveness of the vacuum-assisted closure technique in the management of acute and chronic wounds: A randomized controlled trial. *Plast Reconstr Surg* 2006;118:390-7.