



Ters omuz protezi sonrası periprostetik enfeksiyon

Periprosthetic infection after reverse shoulder prosthesis

Sercan Çapkın¹, Ali İhsan Kılıç¹, Mustafa Hulusi Özkan²

¹İzmir Bakırçay Üniversitesi, Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, İzmir

²Dokuz Eylül Üniversitesi, Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, İzmir

Kalça ve diz protezi sonrası enfeksiyonların yönetimine dair net kılavuzlar bulunmasına rağmen, omuz periprostetik enfeksiyonlarının tanı ve tedavisi hâlâ tam olarak aydınlatılmamıştır. Omuz protezi sonrası gelişen periprostetik enfeksiyon, nadir görülmesine karşın ciddi sonuçlara yol açabilen bir komplikasyondur. Periprostetik omuz enfeksiyonlarının tanımında henüz bir fikir birliği sağlanmamış olup tanı yöntemleri çeşitlilik göstermektedir. Tedavi seçenekleri arasında implantın korunarak yıkanması ve debridman yapılması, tek aşamalı revizyon, iki aşamalı revizyon ve rezeksiyon protezi yer almaktadır. Bu tedaviler için genel kabul görmüş bir standart bulunmamakta; tedavi kararları enfeksiyona neden olan bakteri türü, hastanın tıbbi durumu ve beklentileri gibi çeşitli faktörlere göre verilmektedir. Bu derlemede; omuz periprostetik enfeksiyonlarının tanımı, risk faktörleri, tanı yöntemleri, önleme stratejileri ve tedavi yaklaşımları ele alınacaktır.

Anahtar sözcükler: periprostetik enfeksiyon; ters omuz protezi; *Cutibacterium acnes*

Despite the presence of clear guidelines for the management of infections following hip and knee prosthesis, the diagnosis and treatment of shoulder periprosthetic infections remain controversial. Although periprosthetic infections after shoulder arthroplasty are rare, they can lead to severe complications. There is still no consensus on the definition of shoulder periprosthetic infections, and diagnostic methods vary. Treatment options include irrigation and debridement with implant preservation, one-stage revision, two-stage revision, and resection arthroplasty. No universally accepted standard exists for these treatments, and decisions are made based on various factors such as the type of bacteria causing the infection, the patient's medical condition, and their expectations. This review will address the definition, risk factors, diagnostic methods, prevention strategies, and treatment approaches for shoulder periprosthetic infections.

Key words: periprosthetic infection; reverse shoulder prosthesis; *Cutibacterium acnes*

Ters omuz protezi (TOP), endikasyonların genişlemesiyle birlikte giderek daha yaygın uygulanan bir ortopedik cerrahi yöntem hâline gelmiştir.^[1] Ancak bu artış, bildirilen komplikasyon oranlarının da yükselmesine neden olmuştur.^[2] İki bin üç yüz doksan TOP vakasının geriye dönük olarak incelendiği bir çalışmada, en sık görülen komplikasyon %32 oranıyla instabiliteyken, %13,8 ile enfeksiyon ikinci en sık komplikasyon olarak rapor edilmiştir.^[2] Literatürde, primer TOP sonrası periprostetik enfeksiyon oranlarının %0,5 ile %6,7 arasında değiştiği belirtilmektedir.^[2-6] Ancak, romatoid artritli hastalarda bu oran %9,5'e kadar yükselmektedir.^[7]

Ters omuz protezi sonrası enfeksiyon oranları, parsiyel protez veya total omuz protezine kıyasla daha

yüksektir.^[8-10] Bu durumun nedenleri arasında, eklemin ters konfigürasyonu nedeniyle oluşan büyük ölü boşluk ve rotator manşet dokusunun eksikliği sebebiyle protezin canlı dokuyla yeterince çevrelenememesi gibi faktörler gösterilmektedir.^[9] Ancak, bu hipotezler genellikle eski TOP serilerinden elde edilen verilere dayanmaktadır ve sorunun gerçek boyutunu tam olarak yansıtmamaktadır.^[8-10]

Kalça ve diz protezi sonrası enfeksiyonların yönetimi için net kılavuzlar bulunmasına rağmen, omuz periprostetik enfeksiyonlarının tanı ve tedavisi henüz tam olarak aydınlatılmamıştır. Bu derleme; omuz periprostetik enfeksiyonlarının tanımını, risk faktörlerini, tanı yöntemlerini, önleme stratejilerini ve tedavi yaklaşımlarını incelemektedir.

İletişim / Contact: Doç. Dr. Sercan Çapkın • **E-posta / E-mail:** sercancapkn@gmail.com

ORCID ID: Sercan Çapkın, 0000-0001-6957-5927 • Ali İhsan Kılıç, 0000-0001-7491-6044 • Mustafa Hulusi Özkan, 0000-0003-1097-6608

Geliş / Received: 05 Eylül 2024 • **Revizyon / Revised:** 15 Eylül 2024 11 Ekim 2024 • **Kabul / Accepted:** 12 Ekim 2024

TANIM VE SINIFLANDIRMA

Omuz protezi sonrası gelişen periprotetik enfeksiyonun tanımı belirsizdir ve literatürde bu konuda henüz bir fikir birliği sağlanamamıştır.^[2] Bu belirsizlik, omzun normal florasının tanıyı zorlaştırmasından kaynaklanmaktadır.^[11] Omzun normal florasında yaygın olarak bulunan *Cutibacterium acnes* (eski adıyla *Propionibacterium acnes*) ve koagülaz negatif *Staphylococcus* türleri, düşük virülanslı bakteriler olarak bilinir.^[2,11,12] Genellikle cilt ve cilt altı dokularda yerleşik olan bu bakteriler, periprotetik eklem enfeksiyonlarının tanısını zorlaştırır. Çünkü enfeksiyona mı işaret ettikleri yoksa normal flora mı ait olduklarını ayırt etmek oldukça güçtür. Gerçek enfeksiyonu, örneklerin toplanması sırasında oluşan kontaminasyondan ayırmak, periprotetik omuz enfeksiyonlarının tanısındaki en büyük zorluklardan biridir. Bu ayırımın doğru yapılması ve doğru tanının konulması, tedavisi için kritik öneme sahiptir.

Genellikle ameliyat sonrası enfeksiyonlar; tanı konulma süresine göre akut enfeksiyon (bir ile üç ay), subakut enfeksiyon (dört ile 12 ay) ve geç enfeksiyon (>12 ay) olarak kategorize edilir.^[13] Ancak bazı araştırmacılar, altı haftalık bir süreyi sınır olarak erken ve geç enfeksiyonları ayırt etmenin, orijinal protezi koruma şansını arttırmak ve müdahalede gecikmeleri önlemek açısından daha faydalı olabileceğini ileri sürmektedir.^[14]

Omuz periprotetik enfeksiyonları genellikle *Cutibacterium acnes* (*C.acnes*) gibi düşük virülanslı mikroorganizmalar tarafından oluştuğu için, kalça ve diz enfeksiyonları için belirlenen tanı kriterlerinin omuz periprotetik enfeksiyonlarına doğrudan uygulanması konusunda endişeler vardır.^[15] *C. acnes*; omuz florasında doğal olarak bulunan bir bakteri olduğu için primer omuz

cerrahisi sırasında bile kültürlerde sıklıkla tespit edilmekte ve bu durum omuz protezi enfeksiyonlarının tanısını daha da karmaşık hâle getirmektedir.^[16] Bu belirsizlikler ışığında, 2018 yılında gerçekleştirilen Kas-İskelet Sistemi Enfeksiyonu Uluslararası Konsensus Toplantısı, omuz periprotetik enfeksiyonlarının tanı ve yönetimi için özel kılavuzlar oluşturmuştur.^[17]

- Konsensusa göre omuz periprotetik enfeksiyonları;
- kesin enfeksiyon,
 - muhtemel enfeksiyon,
 - olası enfeksiyon ve
 - olası olmayan enfeksiyon olarak dört ana kategoriye ayrılır.^[16,17]

Kesin enfeksiyon, aşağıdaki durumlardan en az birinin varlığıyla tanımlanır:

- Cilt yüzeyinden proteze kadar uzanan bir sinüs traktının varlığı,
- Eklem içinde belirgin püy bulunması,
- *Staphylococcus aureus* gibi fenotipik olarak aynı virülans organizmaların bulunduğu iki pozitif doku kültürü.

Bu kesin kriterlere ek olarak, Tablo 1'de gösterildiği gibi, omuz periprotetik enfeksiyonlarının tanısında kullanılmak üzere bir dizi minör kriter de tanımlanmıştır.^[17]

Muhtemel bir enfeksiyon, tanımlanmış bir organizma ile birlikte altı veya daha fazla puan olarak tanımlanır. Olası bir enfeksiyon ise şu durumlarda tanımlanır:

- Tanımlanmamış bir organizma ile birlikte altı veya daha fazla puan,

Tablo 1. Periprotetik omuz enfeksiyonu tanısında kullanılan minör kriterler^[17]

Kriter	Puan
Beklenmeyen yara drenajı	4
Virülans bir organizmayla tek pozitif doku kültürü	3
Düşük virülanslı bir organizma ile tek pozitif doku kültürü	1
İkinci pozitif doku kültürü (aynı düşük virülanslı organizma)	3
Humeral stemin gevşemesi	3
Pozitif frozen (≥5 büyütme alanında >5 nötrofil)	3
Pozitif ameliyat öncesi aspirat kültürü	3
Sinovyal nötrofil yüzdesi >%80	2
Cerrahiden altı hafta sonra sinovyal beyaz kan hücre sayısı > 3000 hücre/μL	2
ESR > 30 mm/saat	2
CRP > 10 mg/L	2
Yükselmiş sinovyal alfa-defensin	2
Bulanık sinovyal sıvı	2

CRP: C reaktif protein, ESR: Eritrosit sedimentasyon hızı.

Tablo 2. Periprostetik omuz enfeksiyonu sınıflandırması^[17]

Sınıflandırma	Tanım
Kesin enfeksiyon	Cilt yüzeyinden proteze uzanan bir sinüs traktının varlığı veya eklem içinde belirgin püü varlığı veya aynı virülan organizma ile iki pozitif doku kültürü varlığı
Muhtemel enfeksiyon	Tanımlanmış bir organizma ile birlikte ≥ 6 puan
Olası enfeksiyon	Tanımlanmamış bir organizma ile birlikte ≥ 6 puan veya virülan bir organizma ile tek pozitif kültür ve < 6 puan veya düşük virülanlı bir organizma ile iki pozitif kültür ve < 6 puan
Olası olmayan enfeksiyon	Negatif kültürlerle birlikte < 6 puan veya düşük virülanlı bir organizma ile tek pozitif kültür ve < 6 puan

- Virülan bir organizmayla tek bir pozitif kültür ve altıdan az puan,
- Düşük virülanlı bir organizma ile iki pozitif kültür ve altıdan az puan.
- Olası olmayan bir enfeksiyon ise, negatif kültürlerle birlikte altıdan az puan veya düşük virülanlı bir organizma ile yalnızca tek bir pozitif kültürün bulunması olarak tanımlanır. Bu tanımlara göre omuz protezi enfeksiyonları sınıflandırması Tablo 2'de özetlenmiştir.

RİSK FAKTÖRLERİ

Omuz protezi sonrası enfeksiyon riskinin erkeklerde kadınlara kıyasla 1,5 ile 3,5 kat daha yüksek olduğu birçok çalışmada bildirilmiştir.^[9,18-20] Bu durumun altında yatan nedenler muhtemelen çok faktörlüdür. Ancak erkeklerin omuz çevresindeki florada *C. acnes* yükünün daha yüksek olduğu ve bunun enfeksiyon riskine katkıda bulunduğu gösterilmiştir.^[21] Ayrıca, daha genç yaşta hastaların da omuz protezi sonrası enfeksiyon açısından daha yüksek risk altında olduğu bildirilmiştir.^[6,9,19,20]

Mevcut literatürdeki birçok çalışma, diyabetle omuz protezi sonrası enfeksiyon riski arasında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermektedir.^[9,22,23] Ancak 18.792 total ve ters omuz protezini içeren retrospektif bir veri tabanı çalışmasında, HbA1c düzeyi > 8 mg/dL olan hastalarda yara yeri komplikasyonları ve derin enfeksiyon riskinin anlamlı derecede arttığı bulunmuştur.^[24]

Literatürde, vücut kitle indeksi (VKİ) ile omuz protezi sonrası enfeksiyon arasındaki ilişki konusunda tutarsız sonuçlar bulunmaktadır. Richards ve Kunutsor'un çalışmaları bu ilişkiyi desteklemeyen Wagner yüzeysel enfeksiyon oranında hafif bir artış bildirmiş, ancak derin enfeksiyonda artış saptamamıştır.^[9,25,26] Theodoulou'nun çalışması; artan VKİ ile enfeksiyon riskinin arttığı-

nı, VKİ > 40 kg/m² için bu riskin 5,04 katına çıktığını göstermiştir.^[27] Benzer şekilde, Werner'in çalışması, VKİ > 50 kg/m² olan hastalarda bu riskin 3,4 katına yükseldiğini bildirmiştir.^[28]

Sigara içmenin de omuz protezi sonrası enfeksiyon riskini arttırdığı gösterilmiştir. Hatta ve ark., mevcut sigara içicilerde enfeksiyon riskinin 7,3 kat, eski sigara içicilerde ise 4,6 kat arttığını bildirmişlerdir.^[29]

Aynı taraf omuzda protezinden önce operasyon geçirmiş olmak ve eklem içi steroid enjeksiyonu öyküsü, periprostetik omuz enfeksiyonu riskini arttırmaktadır.^[30,31] Florschütz ve ark.'nın geniş kapsamlı retrospektif çalışmasında, öncesinde omuz cerrahisi geçiren hastalarda enfeksiyon riskinin 4,8 kat daha yüksek olduğu gösterilmiştir.^[30] Ayrıca, yakın zamanda steroid enjeksiyonu yapılmış olması da bir risk faktörü olarak belirlenmiştir. Werner ve ark., protez öncesindeki üç ay içinde ipsilateral omuzda steroid enjeksiyonu yapılan hastalarda enfeksiyon riskinin, enjeksiyon öyküsü olmayanlara göre iki kat arttığını göstermiştir.^[31] Ancak, protezden 3-12 ay önce enjeksiyon yapılan hastalarda bu risk artışı gözlenmemiştir.^[31]

Anatomik total omuz protezine kıyasla, TOP'nin periprostetik eklem enfeksiyonu riskini 2 ile 6 kat arttırdığı son çalışmalarda ortaya konmuştur.^[5,9,25,32] Ters omuz proteziyle ilişkili bu artan risk, büyük olasılıkla birden fazla faktörün etkisiyle ortaya çıkmaktadır. Örneğin; TOP uygulanan hastalar genellikle daha ileri yaşta olup, daha fazla komorbid hastalığa sahiptir ve önceki cerrahi müdahalelere daha sık maruz kalmışlardır.^[30,32] Ayrıca, TOP'de sağlam bir rotator manşetin genellikle bulunmaması, artan ölü boşluk oluşumuna yol açarak hematoma gelişimine ve dolayısıyla enfeksiyon riskinin artmasına neden olabilmektedir.^[33]

Periprostetik omuz enfeksiyonu riskinin cerrahi endikasyona göre de değişiklik gösterdiği belirtilmiştir. Birçok çalışma, proksimal humerus kırığının tedavisi için yapılan

protezin, enfeksiyon riski açısından diğer cerrahi endikasyonlara kıyasla 3-4 kat daha yüksek bir risk taşıdığını bildirmektedir.^[9,33,34] Ayrıca, revizyon omuz protezinin de periprotetik omuz enfeksiyonu için bir risk faktörü olduğu gösterilmiştir.^[6,20]

Ameliyat öncesi dönemde yapılan kan transfüzyonlarının ve terapötik antikoagülasyonun periprotetik omuz enfeksiyonu riskini arttırdığı gösterilmiştir. Everhart ve ark., her bir ünite kan transfüzyonunun enfeksiyon riskini 1,86 kat arttırdığını rapor etmiştir benzer şekilde Grier ve arkadaşları da perioperatif transfüzyonun enfeksiyon riskini iki kat arttırdığını bildirmiştir.^[20,35] Benzer şekilde, ameliyat sonrası terapötik antikoagülasyonun da yara yeri komplikasyonları ve periprotetik eklem enfeksiyon oranlarını arttırdığı, 17.272 omuz protezi hastasını kapsayan geniş bir retrospektif çalışmada gösterilmiştir.^[36]

Ters omuz protezinde periprotetik enfeksiyon için risk faktörleri Tablo 3'te özetlenmiştir.

TANI

Mikrobiyoloji

Periprotetik omuz enfeksiyonlarında en sık izole edilen bakteri, *C. acnes*'tir.^[37] Literatürde omuz protez enfeksiyonlarına neden olan *Cutibacterium* vakalarının oranı %28 ile %79 arasında değişiklik göstermektedir.^[9,20,37-41] Nelson ve ark. tarafından 2016 yılında yapılan bir sistematik derlemede, *C. acnes* tüm omuz protez enfeksiyonlarının %38,9'undan sorumlu olduğunu ortaya koymuş, bunu %14,8 ile *S. aureus* ve %14,5 ile *Staphylococcus epidermidis* izlemiştir.^[37] *C. acnes*, özellikle kıl foliküllerinin sebase bezlerinde bulunan, anaerob gram-pozitif bir basildir ve normal cilt florasının önemli bir parçasıdır.^[15] Bu bakteri yavaş büyüyen bir mikroorganizmadır ve güvenilir bir şekilde tespit edilebilmesi için kültürlerin en az 14 gün boyunca anaerobik bir ortamda tutulması gerekmektedir.^[15,16] Bu, kültür kontaminasyonu riskini arttırsa da doğru tanı için gereklidir. Genel kanının aksine; *C. acnes* aksillada daha fazla bulunmaz. Göğüs ve sırt, sebase bezlerin nispeten daha yoğun olması nedeniyle *C. acnes* en fazla bulunduğu alanlardır.^[12,42] *C.*

acnes, protez eklem enfeksiyonlarına neden olabilen *S. aureus* gibi diğer bakterilere kıyasla daha az virülen olup, enfeksiyon genellikle daha sinsi bir seyir izler. Ayrıca, protez implantları etrafında biyofilm oluşturma eğiliminde olduğu için bu bakteriyi tespit etmek ve tamamen ortadan kaldırmak daha zordur.^[15,16] Çeşitli araştırmalar, daha önce cerrahi geçirmemiş primer omuz protezi hastalarının derin dokularında *C. acnes*'in bulunduğunu göstermiştir. Bu durum, *C. acnes*'in ne zaman sadece normal bir bakteri olarak orada bulunduğunu ve ne zaman enfeksiyona yol açan bir patojen olduğunu belirlemeyi zorlaştırmaktadır.^[43-45]

Fizik Muayene

Periprotetik omuz enfeksiyonları farklı klinik belirtilerle ortaya çıkabilir. Hastalar; kızarıklık, şişlik veya akıntı gibi akut enfeksiyon belirtileri ile başvurabileceği gibi ateş, titreme ve hatta sepsis gibi sistemik bulgularla da başvurabilir.^[33] Bu tür belirtiler, enfeksiyonun *S. aureus* gibi daha virülen bir organizma tarafından kaynaklandığı durumlarda daha olasıdır.^[33] Ancak daha yaygın olan tablo; yalnızca ağrı, sertlik veya fonksiyon kısıtlılığı gibi sinsi seyirli belirtilerdir. Periprotetik omuz enfeksiyonları için patognomonik olan drenaj yapan bir sinüs traktı ise nadiren görülen bir bulgudur.^[15,16]

Görüntüleme Yöntemleri

Periprotetik omuz enfeksiyonlarının tanısında standart radyografi, klinik muayeneye birlikte ilk basamak olarak kabul edilir. Bu nedenle, ağırlı bir TOP'yi değerlendirirken ilk tercih edilen görüntüleme yöntemi direkt radyografidir. Direkt radyografi enfeksiyon için spesifik bir araç olmasa da protezin genel durumu ve gevşeme ya da osteolizis varlığı hakkında önemli bilgiler sağlayabilir.^[16] Pottinger ve ark. tarafından yapılan 193 revizyon omuz protezini kapsayan retrospektif bir çalışmada, direkt radyografilerde humeral osteolizis tespit edilmesinin, revizyon sırasında *C. acnes* üreme olasılığını 10 kat arttırdığı gösterilmiştir.^[46] Başlangıç görüntülemesi, omuz ağrısının diğer olası nedenlerini ekarte etmek amacıyla omuzun dört farklı pozisyonundan

Tablo 3. Periprotetik omuz enfeksiyonu için risk faktörleri

Erkek cinsiyet	Protez öncesi steroid enjeksiyonu (<3 ay)
VKİ> 30 kg/m ²	Kırığa sekonder uygulanan protez
HbA1c> 8 mg/dL	Perioperatif kan transfüzyonu
Sigara kullanımı	Ameliyat öncesi terapötik antikoagülasyon kullanımı
Geçirilmiş omuz cerrahisi	Revizyon protez cerrahisi

VKİ: Vücut kitle indeksi.

(ön-arka, gerçek ön-arka, skapular-Y, aksiller) çekilen radyografilerini içermelidir. Radyografiler; efüzyon, kemik rezorpsiyonu, periostal reaksiyon, osteoliz ve bitişik radyolüsent çizgiler gibi spesifik olmayan değişiklikler açısından dikkatle incelenmelidir. Seri radyografiler zamanla, radyolüsent çizgilerin boyutunda artış gibi ince değişiklikleri gösterebilir (Şekil 1).



Şekil 1. Sağ omuz ters omuz protezi sonrası gelişen enfeksiyon, ileri kemik rezorpsiyonu ve osteolize yol açmış, humeral komponentte belirgin gevşeme oluşturmuştur.

Ultrasonografi; özellikle ameliyat sonrası dönemde yumuşak dokular içinde apse veya hematoma varlığını belirlemede çok kullanışlı, hızlı, invaziv olmayan ve ucuz bir araçtır.^[47]

Bilgisayarlı tomografi (BT); implant pozisyonu, komponent gevşemesi ve revizyon cerrahisi öncesi kalan kemik stokunu değerlendirmek için kullanılsa da periprostetik omuz enfeksiyonu tanısında etkinliği yetersizdir. Eğer direkt radyografide periprostetik omuz enfeksiyonuna bağlı komponent gevşemesi görülüyorsa, genellikle komponent çıkarılması ve spacer yerleştirilmesinden sonraya kadar BT taraması gerekli olmaz. Böylelikle, metal artefaktlarının azalmasıyla ikinci aşama revizyon için kemik stokunu daha iyi değerlendirmek mümkün olur.^[33]

Laboratuvar İnceleme

Radyografilere ek olarak; serum beyaz kan hücresi (WBC), C reaktif protein (CRP) ve eritrosit sedimentasyon hızı (ESR), gibi enflamatuvar belirteçler, periprostetik omuz enfeksiyonlarının tanısında rutin olarak kullanılan laboratuvar testleridir. Ancak, birçok çalışmada bu belirteçlerin enfeksiyon tanısında duyarlılık ve özgüllüğünün düşük olduğu saptanmıştır.^[37,39,40] Shields ve ark.'nın yaptığı sistematik derlemede; serum WBC (%7), CRP (%36), ESR (%39) ve interlokin-6 (IL-6)(%13) için düşük duyarlılık oranları bildirilmiştir.^[48] 2018 yılında yapılan Ulusal Konsensus Toplantısı; ilk değerlendirme sürecinde serum WBC, ESR ve CRP ölçümlerinin alınmasını önermektedir.^[15,16] Ancak, yüksek enflamatuvar belirteçler enfeksiyon şüphesini arttırsa da normal değerler enfeksiyonu tamamen dışlamaz. Ayrıca, enfeksiyon dışı nedenlerle primer omuz protezi yapılan hastaların %25-30'unda cerrahi öncesi enflamatuvar belirteçlerin yüksek olduğu gözlemlenmiş, bu nedenle bu değerlerin sıklıkla spesifik olmadığı bulunmuştur.^[33]

Serum D-dimer seviyeleri, kalça ve diz protezi enfeksiyonlarının tanısında önemli bir rol oynamaktadır. Shahi ve ark.'nın çalışmasında, 850 ng/mL D-dimer seviyesinin %89 duyarlılık ve %93 özgüllükle periprostetik eklem enfeksiyonunu tanımladığı bulunmuştur.^[49] Omuz protezleri üzerinde yapılan bir çalışmada ise enfeksiyonu olan hastalarda D-dimer seviyelerinin daha yüksek olduğu gösterilmiştir.^[50] Ancak, D-dimer tek başına kullanıldığında, tanısal doğruluğu sınırlıdır ve diğer klinik, radyografik ve laboratuvar belirteçlerle birlikte kullanılması önerilmektedir.^[51]

Sinoviyal Sıvı Analizi

Eklem boşluğundan elde edilen sinoviyal sıvının analizi, kalça ve diz protez enfeksiyonlarının değerlendirilmesinde standart bir yöntem olmasına rağmen omuz protez enfeksiyonlarının tanısında daha sınırlı bir etkiye sahiptir.^[11,12] Omuz protez enfeksiyonunun değerlendirilmesinde eklem aspirasyonu ile ilgili çeşitli endişeler bulunmaktadır. İlk olarak, omuz protezinde görüntüleme eşliğinde artrosentez yapılmaya çalışıldığında yeterli sıvı alınamaması (*dry taps*) olasılığı önemli bir sorun teşkil etmektedir. Enfeksiyon revizyon protezi sırasında doğrulansa bile, yeterli sıvı alınma olasılığı literatüre göre %44'e kadar çıkabilmektedir.^[16,52,53] İkincisi, yeterli sıvı aspire edilse dahi mevcut testlerimiz ile enfeksiyon dışlanması mümkün değildir.^[54]

Sinoviyal sıvıdaki WBC sayısı ile ilgili olarak, omuz periprostetik eklem enfeksiyonunu teşhis etmek için bir eşik değeri belirleyen yüksek düzeyde çalışmalar bulun-

mamaktadır. 2018 Uluslararası Konsensus Toplantısı, omuz periprostetik eklem enfeksiyonu tanısında sinovyal WBC > 3000 hücre/ μ L ve sinovyal nötrofil oranı %80'nin üzerinde olması minör kriterler olarak kabul etmiştir; ancak bu değerler büyük ölçüde kalça ve diz periprostetik enfeksiyonu literatürüne dayanmaktadır.^[51]

Sinovyal sıvıdaki alfa-defensin, geniş çapta incelenmiş bir başka laboratuvar testidir. Şu anda iki farklı alfa-defensin testi bulunmaktadır: laboratuvar tabanlı enzim bağlı immünosorbent testi (ELISA) ve bağımsız alfa-defensin lateral akış testi (ALDF). Ağırlı omuz protezi olan 105 hastayı içeren retrospektif bir çalışmada, Unter ve ark., omuz periprostetik eklem enfeksiyonunu teşhis etmede laboratuvar tabanlı ELISA alfa-defensin testinin %75 duyarlılık ve %96 özgüllük gösterdiğini ortaya koymuştur.^[39] Frangiamore ve ark. ise benzer sonuçlar bildirmiş; duyarlılığı %63, özgüllüğü %95 olarak saptamışlardır.^[55] Weigelt ve ark., bağımsız ALDF testini inceleyerek %60 duyarlılık ve %83 özgüllük rapor etmiştir.^[56] Genel olarak, sinovyal sıvı alfa-defensinin omuz periprostetik eklem enfeksiyonu tanısında bir rolü olsa da, bu testin duyarlılığı kalça ve diz literatüründe bildirilen %97'lik duyarlılık oranından çok daha düşüktür ve bu durum, enfeksiyon şüphesi olan omuz protezini değerlendirirken göz önünde bulundurulmalıdır.^[57]

Revizyon Öncesi Doku Kültürü

Sinovyal sıvı biyomarkerlerinin düşük duyarlılığı nedeniyle, bazı cerrahlar revizyon cerrahisi öncesinde doku örneklemesi yapılmasını önermektedir. Dilisio ve ark., kronik periprostetik eklem enfeksiyonu şüphesi taşıyan 19 hastada revizyon öncesi artroskopik doku biyopsisinin etkinliğini değerlendirmiştir. Revizyon cerrahisi sırasında açık biyopsi doku kültürü pozitif çıkan tüm hastalarda, revizyon öncesi yapılan artroskopik kültürlerin de pozitif olduğu ve hiç yanlış pozitiflik görülmediği tespit edilmiştir. Bu bulgular, artroskopik doku biyopsisinin %100 duyarlılık ve özgüllük sağladığını göstermektedir. Buna karşın, ameliyat öncesi aspirasyonun yalnızca %16,7 duyarlılık gösterdiği belirtilmiştir.^[58] Benzer şekilde, Lapner ve ark., enfeksiyon şüphesiyle revizyon protezi uygulanan 17 hastada ameliyat öncesi kapsüller iğne biyopsisini değerlendirmiş ve açık cerrahi biyopsiyi referans olarak %80 duyarlılık ve %100 özgüllük tespit etmiştir.^[59] Sonuç olarak; revizyon cerrahisi öncesinde doku örneklemesi, diğer testlerin yetersiz kaldığı ve radyografik olarak komponentlerin gevşeme göstermediği seçilmiş vakalarda, ağırlı omuz protezinin değerlendirilmesinde etkili bir yöntem olarak değerlendirilebilir.

İntraoperatif Değerlendirme

Ameliyat esnasında yapılan açık biyopsi ve kültür, omuz periprostetik eklem enfeksiyonlarının tanısında altın standart olmaya devam etmektedir. 2018 Uluslararası Konsensus Toplantısı; kapsül, humerus intramedüller alan ve periprostetik membranlar gibi farklı cerrahi bölgelerden beş derin doku örneği alınmasını önermektedir. Tüm kültürlerin en az 14 gün boyunca aerobik ve anaerobik ortamlarda tutulması gerekmektedir. Güncel literatüre göre ameliyat esnasında kültür alınmadan önce antibiyotiklerin kesilmemesi önerilmektedir.^[16]

Doku kültürüne ek olarak ameliyat esnasında alınan örnekler *frozen section* yöntemi ile incelenebilir. Yüksek büyütme beş alanda her birinde >5 nötrofil bulunması periprostetik omuz enfeksiyonları için minör kriter olarak kabul edilir.^[16,17] Grosso ve ark., periprostetik omuz enfeksiyonu tanısında; yüksek büyütme beş alanda her birinde >5 nötrofil bulunmasının *C. acnes* enfeksiyonu tanısında %50 duyarlılık sağladığını bulmuşlardır. Beş alanda toplam 10 nötrofil bulunmasının duyarlılığı %72'ye çıkarıldığını, özgüllüğü ise koruduğunu tespit etmişlerdir.^[60] Periprostetik omuz enfeksiyonlarının tanısında, özellikle revizyon cerrahisi sırasında *frozen section* yönteminin yardımcı bir teknik olarak kullanılması önerilir.^[33] Ancak bu yöntemin deneyimli bir patolog tarafından uygulanması gerektiği ve negatif bir sonucun enfeksiyonu tamamen dışlamayacağı unutulmamalıdır.

ENFEKSİYONU ÖNLEME YÖNTEMLERİ

Ameliyat öncesi enfeksiyon riskini azaltmak için çeşitli topikal tedaviler ve antibiyotik profilaksisi uygulanmalıdır. Topikal tedaviler arasında %3 hidrojen peroksit ve %5 benzoil peroksit, cilt yüzeyindeki *C. acnes* bakteriyel yükünü azaltmada etkili bulunmuştur.^[42,61-64] Klorheksidin ise genel bakteriyel yükü azaltmada etkilidir, ancak *C. acnes* üzerinde belirgin bir azalma sağlamamıştır. Topikal tedaviler, 2018 Uluslararası Konsensus Toplantısı'na göre ne önerilmekte ne de karşı çıkılmaktadır, ancak düşük maliyetli ve düşük riskli bir seçenek olarak değerlendirilebilir.^[65]

Antibiyotik profilaksisi de enfeksiyon önlemede kritik bir adımdır ve hastanın özelliklerine göre seçilmelidir. Sefazolin, beta-laktam alerjisi olmayan hastalarda tercih edilen birinci kuşak sefalosporindir ve cerrahiden 30-60 dakika önce intravenöz olarak uygulanır. Beta-laktam alerjisi olan hastalar içinse vankomisin tercih edilir; bu antibiyotik, ameliyattan 90-120 dakika önce yavaş infüzyonla uygulanmalıdır. Metisiline dirençli *S. aureus* öyküsü olan hastalarda vankomisin ve sefazolin kombinasyonu önerilmektedir. Ameliyat sonrası antibiyotik tedavisi genellikle 24 saat sürer ancak beklenmedik pozitif kültürler durumunda bu süre uzatılabilir.^[65]

Ameliyat sırasında, enfeksiyon önleyici olarak povidon-iyot solüsyonu veya vankomisin tozu gibi yardımcı maddeler kullanılabilir. Her ne kadar bu uygulamaların omuz protezinde etkinliği üzerine yeterli çalışma olmasa da diğer ortopedik prosedürlerde enfeksiyon oranlarını düşürdüğü gösterilmiştir.^[66] 2018 Uluslararası Konsensus Toplantısı, bu maddelerin periprostetik omuz enfeksiyonlarını önlemede potansiyel bir rolü olabileceğini belirtmekte, ancak omuza özgü daha fazla çalışma gerektiğini vurgulamaktadır.^[65]

TEDAVİ

Periprostetik omuz enfeksiyonlarının tedavisinde temel hedefler; mikroorganizmaların ortadan kaldırılması, ağrının giderilmesi ve fonksiyonel iyileşmenin sağlanmasıdır. Bu süreci optimize etmek için multidisipliner bir iş birliği önemlidir; enfeksiyon şüphesi durumunda mutlaka bir enfeksiyon hastalıkları uzmanına danışılmalı ve tedavi sürecine dâhil edilmelidir.

Ters omuz protezi sonrası gelişen periprostetik omuz eklemi enfeksiyonların cerrahi tedavisinde; yıkama ve debridman, tek aşamalı revizyon, iki aşamalı revizyon, antibiyotik *spacer* ile kalıcı tedavi ve rezeksiyon protezi seçenekleri uygulanabilir. Bu tedavi seçeneklerinden hangisinin en uygun olduğuna karar verirken; enfeksiyonun süresi, hastanın genel sağlık durumu ve risk profiliyle istenen fonksiyonel hedefler gibi birçok faktör dikkate alınmalıdır.

Yıkama ve Debridman: Ters omuz protezi sonrası gelişen periprostetik omuz enfeksiyonunda uygulanan yıkama ve debridman işlemiyle ilgili literatürde sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Dennison ve ark., akut enfeksiyon veya geç akut hematojen enfeksiyon vakalarında yıkama ve debridman uyguladıkları 10 hastalık bir seride %70 başarı oranı rapor etmişlerdir ancak %30 oranında enfeksiyon tekrarı bildirmişlerdir.^[67] 2018 yılında yapılan Uluslararası Konsensus Toplantısı, bu yöntemin akut veya kronik periprostetik omuz eklemi enfeksiyonlarında kullanımını destekleyecek veya caydıracak yeterli kanıt bulunmadığını belirtmiş, ancak bazı seçilmiş hastalarda uygulanabilirliğini önermiştir.^[68]

Yıkama ve debridman, enfeksiyon belirtilerinin başlamasından itibaren üç hafta içinde veya protez implantasyonundan itibaren yaklaşık 30 gün içinde uygulanmalıdır. İşlem esnasında; kültür için en az beş derin örnek alınması ve pulsatif yıkamayla birlikte yeterli debridman yapılması gereklidir. Ayrıca debridmanı kolaylaştırmak için implantın hareketli parçaları olan polietilen ve glosferin değiştirilmesi önerilir. Ardından kültür duyarlılığına göre 8-12 haftalık intravenöz ve/veya oral antibiyotik tedavisi önerilir. Literatürde, protezin korunduğu yıkama

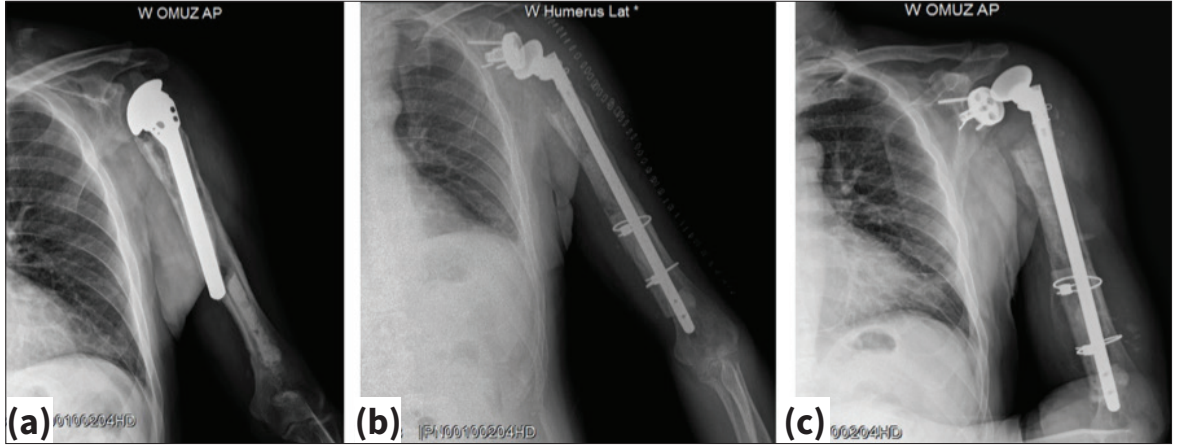
ve debridman işleminin başarı oranının %50 ile %95 arasında değiştiği bildirilmektedir.^[14]

Tek Aşamalı Revizyon Protezi: Tüm protez bileşenlerinin ve polimetil metakrilat çimentosunun çıkarılmasını, devitalize kemik ve yumuşak dokuların debridmanını, ve yeni bir protezin implantasyonunu içerir. Ameliyat sonrası 4-6 hafta süreyle sistemik antimikrobiyal tedavi uygulanır. Literatürde, enfeksiyonun ortadan kaldırılması ve fonksiyonel iyileşme açısından iyi sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir.^[69-71] Bununla birlikte, 2018 Ulusal Konsensus Toplantısı kılavuzları, periprostetik omuz eklem enfeksiyonu tedavisinde tek aşamalı veya doğrudan değişim stratejisini yaygın olarak önermemektedir. Bu strateji, patojenlerin kimliğinin ameliyat öncesinde bilindiği ve mevcut antimikrobiallere duyarlı olduğu seçilmiş hastalarda uygulanmalıdır.^[68]

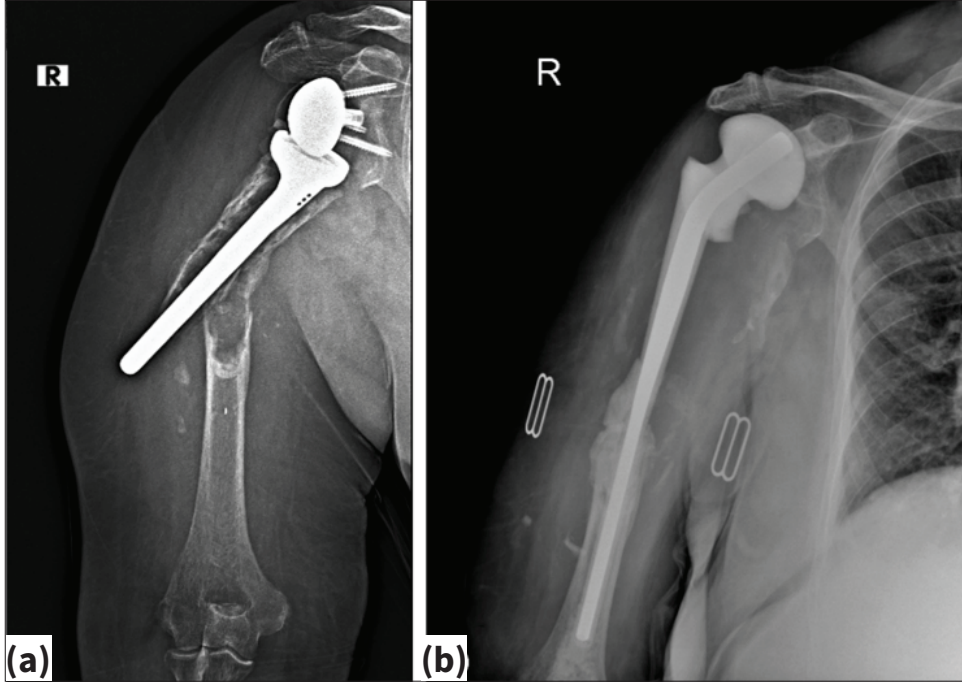
Birçok araştırmacı için, bir sinüs traktının varlığı bir başka deyişle kronik bir enfeksiyon varlığında tek aşamalı revizyon protezi kontrendikasyon olarak kabul edilmektedir. Ancak Beekman ve ark., 11 ters omuz protezi vakasında tek aşamalı revizyon gerçekleştirmiş ve bu vakaların sekizinde fistül bulunmasına rağmen %90 başarı oranı elde etmişlerdir.^[70]

İki Aşamalı Revizyon Protezi: Medikal olarak stabil ve yüksek talepleri olan hastalar için genellikle kabul gören bir cerrahi tedavi yaklaşımdır. Özellikle enfeksiyona neden olan mikroorganizmanın bilinmediği durumlarda şiddetle tavsiye edilir (Şekil 2). İlk aşamada; enfekte olmuş tüm protez bileşenleri ve çimento çıkarılır ve ardından enfekte periprostetik dokular debride edilir. Bu aşamada genellikle antibiyotikli bir *spacer* yerleştirilir. Başlangıçta geniş spektrumlu antibiyotikler uygulanır ve ardından belirlenen mikroorganizmalara özgü antibiyotiklerle tedavi sürdürülür. Antibiyotik tedavisi genellikle altı ile sekiz hafta devam eder. ESR, CRP veya IL-6 gibi enflamatuvar belirteçlerle enfeksiyonun gerilemesi ve yeniden implantasyon zamanı belirlenir. Enfeksiyonun devam etmesi durumunda tekrarlayan yıkama ve debridman önerilebilir.^[14]

Omuz periprostetik eklem enfeksiyonu tedavisinde tek aşamalı ve iki aşamalı revizyon protezlerinin etkinliği üzerine birçok retrospektif çalışma yapılmıştır. 2020 yılında Aïm ve ark.'nın yaptığı bir meta-analiz; tek aşamalı revizyonlarda %7, iki aşamalı revizyonlarda ise %21 oranında yeniden enfeksiyon bulmuştur. Ayrıca, tek aşamalı revizyonlarda %17, iki aşamalı revizyonlarda ise %33 oranında komplikasyon rapor edilmiştir.^[72] 2018 yılında yapılan Uluslararası Konsensus Toplantısı, tek aşamalı revizyonun daha düşük yeniden enfeksiyon ve komplikasyon oranlarıyla iki aşamalı revizyona göre üstün olabileceğini belirtmiş, ancak mevcut verilerde örneklem yanlılığı olabileceğini ve iki tedavi yöntemini doğrudan karşılaştıran yüksek düzeyde çalışmaların bulunmadığını vurgulamıştır.^[68]



Şekil 2.a-c. Daha önce parsiyel omuz protezi (a) uygulanmış hastaya, enfeksiyon nedeniyle seri debridmanlar yapılarak revizyon ters omuz protezi uygulanması (b), sonrası gelişen ters omuz protez dislokasyonu (c).

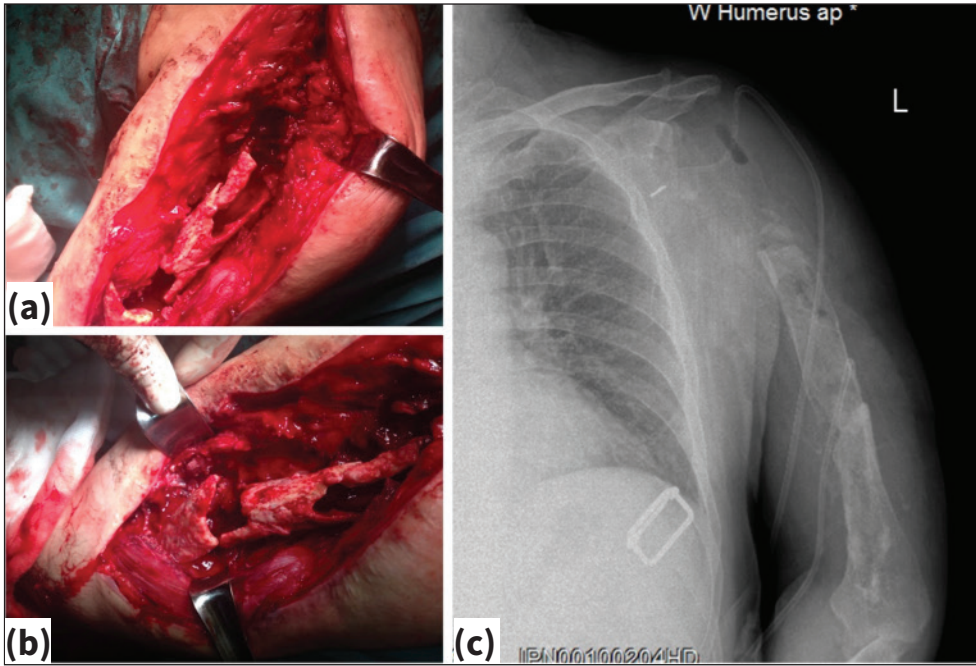


Şekil 3.a,b. Sağ omuz enfekte ters omuz protezi (a) olan hastaya debridman ve antibiyotikli spacer uygulanması (b).

Antibiyotik spacer ile kesin tedavi: Bazı hastalar için antibiyotik spacer ile kesin tedavi de bir seçenek olabilir (Şekil 3). Pellegrini ve ark., antibiyotik spacer ile tedavi edilen 19 omuz periprotetik eklem enfeksiyonu vakasında iyi ağrı kontrolü ve iyileşme bildirmişler, ancak omuz hareket açıklığının sınırlı kaldığını belirtmişlerdir.^[73] Bununla birlikte, McFarland ve ark., antibiyotik spacer kullanımına bağlı çeşitli komplikasyonlar (glenoid erozyonu, humeral shaft erozyonu, kırıklar vb.) bildirmişlerdir.^[74]

Rezeksiyon protezi: Omuz ekleminde gelişen kronik ve tedaviye dirençli enfeksiyonlar, revizyon cerrahisi için

uygun olmayan hastalarla ciddi kemik kaybı veya yumuşak doku hasarı olan durumlarda tercih edilen bir cerrahi yaklaşımdır. Özellikle, uzun süreli antibiyotik tedavisi ve diğer cerrahi müdahalelere rağmen enfeksiyonun kontrol altına alınamadığı vakalarda, enfekte protezin çıkarılması ve yeniden implantasyon yapılmaksızın bu prosedür uygulanır (Şekil 4). Bu yöntem, hastalarda enfeksiyonu eradike etmek amacıyla tek bir cerrahi işlem sunar ve enfeksiyonun kontrolünde etkili bir seçenek olarak değerlendirilir. Ancak rezeksiyon protezi sonrasında çeşitli komplikasyonlar ortaya çıkabilir. Bu komplikasyonlar arasında en yaygın olanı, omuz ekleminin fonksiyonel



Şekil 4.a-c Dirençli enfeksiyon nedeniyle geniş debridman (a,b) sonrası humerusta meydana gelen ciddi kemik defekti (c).

kayıbdır. Bu yöntem, omuzun stabilitesini ve hareketliliğini büyük ölçüde azaltarak hastaların kollarını sınırlı bir şekilde kullanmalarına yol açabilir. Özellikle tüberküllerin korunmadığı vakalarda antero-superior sublüksasyon gelişebilir ve bu durum omuz stabilitesini daha da olumsuz etkileyebilir. Ağrı genellikle hafiflese de bazı hastalarda kalıcı ağrı sorunu devam edebilir. Ayrıca, yumuşak doku hasarı ve enfeksiyonun yeniden ortaya çıkma riski de mevcuttur, bu da iyileşme sürecini uzatabilir veya ek cerrahi müdahale gerektirebilir. Bu nedenle, rezeksiyon protezi uygulanacak hastalar dikkatlice seçilmeli ve bu yöntemin olası sonuçları titizlikle değerlendirilmelidir.^[14]

SONUÇ

Ters omuz protezi sonrası enfeksiyonların yönetimi, karmaşık ve multidisipliner bir yaklaşım gerektiren, son derece hassas bir süreçtir. Erken müdahale ile gerçekleştirilen yıkama ve debridman gibi cerrahi işlemler protezin korunmasına olanak tanırken, ileri evre enfeksiyonlarda protezin çıkarılması ve revizyon protezi kaçınılmaz hâle gelebilir. Enfeksiyonun erken tanısı ve zamanında uygulanacak etkili tedavi, enfeksiyonun kronikleşmesini ve kemikle yumuşak dokularda geri dönüşü olmayan hasarların önlenmesi açısından kritik bir önem taşır.

KAYNAKLAR

1. Rugg CM, Coughlan MJ, Lansdown DA. Reverse total shoulder arthroplasty: Biomechanics and indications. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2019;12(4):542-53. [Crossref](#)
2. Somerson JS, Hsu JE, Neradilek MB, Matsen FA III. Analysis of 4063 complications of shoulder arthroplasty reported to the US Food and Drug Administration from 2012 to 2016. *J Shoulder Elb Surg* 2018;27(11):1978-86. [Crossref](#)
3. Zumstein MA, Pinedo M, Old J, Boileau P. Problems, complications, reoperations, and revisions in reverse total shoulder arthroplasty: A systematic review. *J Shoulder Elb Surg* 2011;20(1):146-57. [Crossref](#)
4. Kang JR, Dubiel MT, Cofield RH, Steinmann SP, Elhassan BT, Morrey ME, et al. Primary reverse shoulder arthroplasty using contemporary implants is associated with very low reoperation rates. *J Shoulder Elb Surg* 2019;28(6S):S175-80. [Crossref](#)
5. Moeini S, Rasmussen JV, Salomonsson B, Domeij-Arverud E, Fenstad AM, Hole R, et al. Reverse shoulder arthroplasty has a higher risk of revision due to infection than anatomical shoulder arthroplasty: 17730 primary shoulder arthroplasties from the Nordic Arthroplasty Register Association. *Bone Joint J* 2019;101-B(6):702-7. [Crossref](#)
6. Morris BJ, O'Connor DP, Torres D, Elkousy HA, Gartsman GM, Edwards TB. Risk factors for periprothetic infection after reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elb Surg* 2015;24(2):161-6. [Crossref](#)
7. Holcomb JO, Hebert DJ, Mighell MA, Dunning PE, Pupello DR, Pliner MD, et al. Reverse shoulder arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis. *J Shoulder Elbow Surg* 2010;19:1076-84. [Crossref](#)
8. Trappey GJ, O'Connor DP, Edwards TB. What are the instability and infection rates after reverse shoulder arthroplasty? *Clin Orthop Relat Res* 2011;469(9):2505-11. [Crossref](#)
9. Richards J, Inacio MC, Beckett M, Navarro RA, Singh A, Dillon MT, et al. Patient and procedure-specific risk factors for deep infection after primary shoulder arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2014;472:2809-15. [Crossref](#)

10. Farshad M, Gerber C. Reverse total shoulder arthroplasty-from the most to the least common complication. *Int Orthop* 2010;34:1075-82. [Crossref](#)
11. Hsu JE, Somerson JS, Vo KV, Matsen FA 3rd. What is a "periprosthetic shoulder infection"? A systematic review of two decades of publications. *Int Orthop* 2017;41:813-22. [Crossref](#)
12. Hsu JE, Bumgarner RE, Matsen FA 3rd. Propionibacterium in shoulder arthroplasty: What we think we know today. *J Bone Joint Surg Am* 2016;98:597-606. [Crossref](#)
13. Franceschini V, Chillemi C. Periprosthetic shoulder infection. *Open Orthop J* 2013;7:243-9. [Crossref](#)
14. Bonneville N, Dauzères F, Toulemonde J, Elia F, Laffosse JM, Mansat P. Periprosthetic shoulder infection: An overview. *EFORT Open Rev* 2017;2(4):104-9. [Crossref](#)
15. Boisrenoult P. Cutibacterium acnes prosthetic joint infection: Diagnosis and treatment. *Orthop Traumatol Surg Res* 2018;104(1S):S19-24. [Crossref](#)
16. Garrigues GE, Zmistowski B, Cooper AM, Green A; ICM Shoulder Group. Proceedings from the 2018 International Consensus Meeting on orthopedic infections: Evaluation of periprosthetic shoulder infection. *J Shoulder Elbow Surg* 2019;28(6S):S32-66. [Crossref](#)
17. Garrigues GE, Zmistowski B, Cooper AM, Green A; ICM Shoulder Group. Proceedings from the 2018 International Consensus Meeting on Orthopedic Infections: The definition of periprosthetic shoulder infection. *J Shoulder Elbow Surg* 2019;28(6S):S8-S12. [Crossref](#)
18. Matsen FA 3rd, Whitson A, Neradilek MB, Pottinger PS, Bertelsen A, Hsu JE. Factors predictive of Cutibacterium periprosthetic shoulder infections: A retrospective study of 342 prosthetic revisions. *J Shoulder Elbow Surg* 2020;29(6):1177-87. [Crossref](#)
19. Werthel JD, Hatta T, Schoch B, Cofield R, Sperling JW, Elhassan BT. Is previous nonarthroplasty surgery a risk factor for periprosthetic infection in primary shoulder arthroplasty? *J Shoulder Elb Surg* 2017;26(4):635-40. [Crossref](#)
20. Everhart JS, Bishop JY, Barlow JD. Medical comorbidities and perioperative allogeneic red blood cell transfusion are risk factors for surgical site infection after shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elb Surg* 2017;26(11):1922-30. [Crossref](#)
21. Patel A, Calfee RP, Plante M, Fischer SA, Green A. Propionibacterium acnes colonization of the human shoulder. *J Shoulder Elb Surg* 2009;18(6):897-902. [Crossref](#)
22. McElvany MD, Chan PH, Prentice HA, Paxton EW, Dillon MT, Navarro RA. Diabetes disease severity was not associated with risk of deep infection or revision after shoulder arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2019;477(6):1358-69. [Crossref](#)
23. Lung BE, Bisogno M, Kanjiya S, Komatsu DE, Wang ED. Early postoperative complications and discharge time in diabetic patients undergoing total shoulder arthroplasty. *J Orthop Surg Res* 2019;14(1):9. [Crossref](#)
24. Cancienne JM, Brockmeier SF, Werner BC. Association of perioperative glycemic control with deep postoperative infection after shoulder arthroplasty in patients with diabetes. *J Am Acad Orthop Surg* 2018;26(11):e238-45. [Crossref](#)
25. Kunutsor SK, Barrett MC, Whitehouse MR, Craig RS, Lenguerrand E, Beswick AD, et al. Incidence, temporal trends and potential risk factors for prosthetic joint infection after primary total shoulder and elbow replacement: systematic review and meta-analysis. *J Inf Secur* 2020;80(4):426-36. [Crossref](#)
26. Wagner ER, Houdek MT, Schleck C, Harmsen WS, Sanchez-Sotelo J, Cofield R, et al. Increasing body mass index is associated with worse outcomes after shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2017;99(11):929-37. [Crossref](#)
27. Theodoulou A, Krishnan J, Aromataris E. Risk of complications in patients who are obese following upper limb arthroplasty: A systematic review and meta-analysis. *Obes Res Clin Pract* 2020;14(1):9-26. [Crossref](#)
28. Werner BC, Burrus MT, Browne JA, Brockmeier SF. Superobesity (body mass index >50 kg/m²) and complications after total shoulder arthroplasty: An incremental effect of increasing body mass index. *J Shoulder Elb Surg* 2015;24(12):1868-75. [Crossref](#)
29. Hatta T, Werthel JD, Wagner ER, Itoi E, Steinmann SP, Cofield RH, et al. Effect of smoking on complications following primary shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elb Surg* 2017;26(1):1-6. [Crossref](#)
30. Florschütz AV, Lane PD, Crosby LA. Infection after primary anatomic versus primary reverse total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elb Surg* 2015;24(8):1296-301. [Crossref](#)
31. Werner BC, Cancienne JM, Burrus MT, Griffin JW, Gwathmey FW, Brockmeier SF. The timing of elective shoulder surgery after shoulder injection affects postoperative infection risk in Medicare patients. *J Shoulder Elb Surg* 2016;25(3):390-7. [Crossref](#)
32. Villacis D, Sivasundaram L, Pannell WC, Heckmann N, Omid R, Hatch GF III. Complication rate and implant survival for reverse shoulder arthroplasty versus total shoulder arthroplasty: results during the initial 2 years. *J Shoulder Elb Surg* 2016;25(6):927-35. [Crossref](#)
33. Contreras ES, Frantz TL, Bishop JY, Cvetanovich GL. Periprosthetic infection after reverse shoulder arthroplasty: A review. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2020;13(6):757-68. [Crossref](#)
34. Lung BE, Kanjiya S, Bisogno M, Komatsu DE, Wang ED. Preoperative indications for total shoulder arthroplasty predict adverse postoperative complications. *JSES Open Access* 2019;3(2):99-107. [Crossref](#)
35. Grier AJ, Bala A, Penrose CT, Seyler TM, Bolognesi MP, Garrigues GE. Analysis of complication rates following perioperative transfusion in shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elb Surg* 2017;26(7):1203-9. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2016.11.039>. [Crossref](#)
36. Cancienne JM, Awowale JT, Camp CL, Degen RM, Shiu B, Wang D, et al. Therapeutic postoperative anticoagulation is a risk factor for wound complications, infection, and revision after shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2020;29(7S):S67-S72. [Crossref](#)
37. Nelson GN, Davis DE, Namdari S. Outcomes in the treatment of periprosthetic joint infection after shoulder arthroplasty: A systematic review. *J Shoulder Elb Surg* 2016;25(8):1337-45. [Crossref](#)

38. Yian EH, Chan PH, Burfeind W, Navarro RA, Singh A, Dillon MT. Perioperative clindamycin use in penicillin allergic patients is associated with a higher risk of infection after shoulder Arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg* 2020;28(6):e270-6. [Crossref](#)
39. Unter Ecker N, Koniker A, Gehrke T, Salber J, Zahar A, Hentschke M, et al. What is the diagnostic accuracy of alpha-defensin and leukocyte esterase test in periprosthetic shoulder infection? *Clin Orthop Relat Res* 2019;477(7):1712-8. [Crossref](#)
40. Ahmadi S, Lawrence TM, Sahota S, Schleck CD, Harmsen WS, Cofield RH, et al. Significance of perioperative tests to diagnose the infection in revision total shoulder arthroplasty. *Arch Bone Jt Surg* 2018;6(5):359-64.
41. Mercurio M, Castioni D, Iannò B, Gasparini G, Galasso O. Outcomes of revision surgery after periprosthetic shoulder infection: A systematic review. *J Shoulder Elb Surg* 2019;28(6):1193-203. [Crossref](#)
42. Duvall G, Kaveeshwar S, Sood A, Klein A, Williams K, Kolakowski L, et al. Benzoyl peroxide use transiently decreases Cutibacterium acnes load on the shoulder. *J Shoulder Elb Surg* 2020;29(4):794-8. [Crossref](#)
43. Wong JC, Schoch BS, Lee BK, Sholder D, Nicholson T, Namdari S, et al. Culture positivity in primary total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elb Surg* 2018;27(8):1422-8. [Crossref](#)
44. Torrens C, Marí R, Alier A, Puig L, Santana F, Corvec S. Cutibacterium acnes in primary reverse shoulder arthroplasty: From skin to deep layers. *J Shoulder Elb Surg* 2019;28(5):839-46. [Crossref](#)
45. Achermann Y, Goldstein EJ, Coenye T, Shirtliff ME. Propionibacterium acnes: From commensal to opportunistic biofilm-associated implant pathogen. *Clin Microbiol Rev* 2014;27(3):419-40. [Crossref](#)
46. Pottinger P, Butler-Wu S, Neradilek MB, Merritt A, Bertelsen A, Jette JL, et al. Prognostic factors for bacterial cultures positive for Propionibacterium acnes and other organisms in a large series of revision shoulder arthroplasties performed for stiffness, pain, or loosening. *J Bone Joint Surg Am* 2012;94(22):2075-83. [Crossref](#)
47. Ivaldo N, Mangano T, Caione G, Rossoni M, Riccio G. Management of periprosthetic reverse shoulder arthroplasty infections. In: Gumina S, Grassi FA, Paladini P, eds. *Reverse shoulder arthroplasty: Current techniques and complications*. Springer; 2020. p. 321-32. [Crossref](#)
48. Shields MV, Abdullah L, Namdari S. The challenge of Propionibacterium acnes and revision shoulder arthroplasty: A review of current diagnostic options. *J Shoulder Elb Surg* 2016;25(6):1034-40. [Crossref](#)
49. Shahi A, Kheir MM, Tarabichi M, Hosseinzadeh HRS, Tan TL, Parvizi J. Serum D-dimer test is promising for the diagnosis of periprosthetic joint infection and timing of reimplantation. *J Bone Jt Surg* 2017;99:1419-27. [Crossref](#)
50. Zmistowski B, Chang M, Shahi A, Nicholson T, Abboud J, Lazarus M, et al. Is D-dimer a reliable serum marker for shoulder periprosthetic joint infection? *Clin Orthop* 2021;479:1447-54. [Crossref](#)
51. Markes AR, Bigham J, Ma CB, Iyengar JJ, Feeley BT. Preventing and treating infection in reverse total shoulder arthroplasty. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2023;16(8):371-80. [Crossref](#)
52. Ince A, Seemann K, Frommelt L, Katzer A, Loehr JF. One-stage exchange shoulder arthroplasty for peri-prosthetic infection. *J Bone Joint Surg Br* 2005;87(6):814-8. [Crossref](#)
53. Strahm C, Zdravkovic V, Egidy C, Jost B. Accuracy of synovial leukocyte and polymorphonuclear cell count in patients with shoulder prosthetic joint infection. *J Bone Jt Infect* 2018;3(5):245-8. [Crossref](#)
54. Hecker A, Jungwirth-Weinberger A, Bauer MR, Tondelli T, Uçkay I, Wieser K. The accuracy of joint aspiration for the diagnosis of shoulder infections. *J Shoulder Elb Surg* 2020;29(3):516-20. [Crossref](#)
55. Frangiamore SJ, Saleh A, Grosso MJ, Kovac MF, Higuera CA, Iannotti JP, et al. α -Defensin as a predictor of periprosthetic shoulder infection. *J Shoulder Elb Surg* 2015;24(7):1021-7. [Crossref](#)
56. Weigelt L, Plate A, Stadler L, Sutter R, Frustaci D, Zbinden R, et al. Alpha-defensin lateral flow test does not appear to be useful in predicting shoulder periprosthetic joint infections. *Int Orthop* 2020;44(6):1023-9. [Crossref](#)
57. Lee YS, Koo KH, Kim HJ, Tian S, Kim TY, Maltenfort MG, et al. Synovial fluid biomarkers for the diagnosis of periprosthetic joint infection: A systematic review and meta-analysis. *J Bone Joint Surg Am* 2017;99(24):2077-84. [Crossref](#)
58. Dilisio MF, Miller LR, Warner JJ, Higgins LD. Arthroscopic tissue culture for the evaluation of periprosthetic shoulder infection. *J Bone Joint Surg Am* 2014;96(23):1952-8. [Crossref](#)
59. Lapner PLC, Hynes K, Sheikh A. Capsular needle biopsy as a pre-operative diagnostic test for peri-prosthetic shoulder infection. *Shoulder Elbow* 2019;11(3):191-8. [Crossref](#)
60. Grosso MJ, Frangiamore SJ, Ricchetti ET, Bauer TW, Iannotti JP. Sensitivity of frozen section histology for identifying Propionibacterium acnes infections in revision shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2014;96(6):442-7. [Crossref](#)
61. Stull JD, Nicholson TA, Davis DE, Namdari S. Addition of 3% hydrogen peroxide to standard skin preparation reduces Cutibacterium acnes-positive culture rate in shoulder surgery: A prospective randomized controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg* 2020;29(2):212-6. [Crossref](#)
62. Hernandez P, Sager B, Fa A, Liang T, Lozano C, Khazzam M. Bactericidal efficacy of hydrogen peroxide on Cutibacterium acnes. *Bone Joint Res* 2019;8(1):3-10. [Crossref](#)
63. Chalmers PN, Beck L, Stertz I, Tashjian RZ. Hydrogen peroxide skin preparation reduces Cutibacterium acnes in shoulder arthroplasty: A prospective, blinded, controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg* 2019;28(8):1554-61. [Crossref](#)
64. Kolakowski L, Lai JK, Duvall GT, Jauregui JJ, Dubina AG, Jones DL, et al. Neer award 2018: Benzoyl peroxide effectively decreases preoperative Cutibacterium acnes shoulder burden: A prospective randomized controlled trial. *J Shoulder Elb Surg* 2018;27(9):1539-44. [Crossref](#)
65. Garrigues GE, Zmistowski B, Cooper AM, Green A; ICM Shoulder Group. Proceedings from the 2018 International Consensus Meeting on orthopedic infections: Prevention of periprosthetic shoulder infection. *J Shoulder Elbow Surg* 2019;28(6S):S13-31. [Crossref](#)

66. Iorio R, Yu S, Schwarzkopf R, Vigdorichik J, Slover J, Riesgo AM, et al. Vancomycin powder and dilute povidone-iodine lavage for infection prophylaxis in high-risk total joint arthroplasty. *J Arthroplasty* 2020; 35(7):1933-6. **Crossref**
67. Dennison T, Alentorn-Geli E, Assenmacher AT, Sperling JW, Sánchez-Sotelo J, Cofield RH. Management of acute or late hematogenous infection after shoulder arthroplasty with irrigation, débridement, and component retention. *J Shoulder Elb Surg* 2017;26(1):73-8. **Crossref**
68. Garrigues GE, Zmistowski B, Cooper AM, Green A; ICM Shoulder Group. Proceedings from the 2018 International Consensus Meeting on orthopedic infections: Management of periprosthetic shoulder infection. *J Shoulder Elbow Surg* 2019;28(6S):S67-99. **Crossref**
69. Klatté TO, Junghans K, Al-Khateeb H, Rueger JM, Gehrke T, Kendoff D, et al. Single-stage revision for periprosthetic shoulder infection: Outcomes and results. *Bone Joint J* 2013;95-B:391-5. **Crossref**
70. Beekman PD, Katusic D, Berghs BM, Karelse A, De Wilde L. One-stage revision for patients with a chronically infected reverse total shoulder replacement. *J Bone Joint Surg Br* 2010;92-B:817-22. **Crossref**
71. George DA, Volpin A, Scarponi S, Haddad FS, Romanò CL. Does exchange arthroplasty of an infected shoulder prosthesis provide better eradication rate and better functional outcome, compared to a permanent spacer or resection arthroplasty? A systematic review. *BMC Musculoskelet Disord* 2016;17(1):52-60. **Crossref**
72. Aïm F, Marion B, Kerroumi Y, Meyssonnier V, Marmor S. One- or two-stage exchange for periprosthetic shoulder infection: Systematic review and meta-analysis. *Orthop Traumatol Surg Res* 2020;106(1):5-15. **Crossref**
73. Pellegrini A, Legnani C, Macchi V, Meani E. Management of periprosthetic shoulder infections with the use of a permanent articulating antibiotic spacer. *Arch Orthop Trauma Surg* 2018;138(5):605-9. **Crossref**
74. McFarland EG, Rojas J, Smalley J, Borade AU, Joseph J. Complications of antibiotic cement spacers used for shoulder infections. *J Shoulder Elb Surg* 2018;27(11):1996-2005. **Crossref**