



Kas-iskelet sistemi enfeksiyonlarında risk faktörleri ve korunma

Risk factors and prevention of musculoskeletal infections

İsmail Oytun¹, Bülent Atilla²

¹Bayındır Kavaklıdere Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Ankara

²Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara

Kas-iskelet sistemi enfeksiyonları önemli morbidite ve mortalitelerle seyredilen, tedavisi zor enfeksiyonlardır. Kas-iskelet sistemi enfeksiyonunun oluşmasını önlemek amacıyla risk faktörleri ortaya konulmalıdır. Bu faktörler hastaya ait faktörler (malnutrisyon, diyabet, obezite, sigara, immün sistem baskılanması yaratan diğer durumlar vb.), mikroorganizmaya ait faktörler (dirençli bakteriler, biyofilm oluşturma kapasitesi) ve ameliyat dönemindeki risk faktörleri (uzamış cerrahi ve uygun olmayan cerrahi teknik, uygun olmayan antibiyotik profilaksisi, cerrahi ekip yetersizliği) olarak sınıflanabilir. Enfeksiyon bir kez yerleştiğinde tedavisi zor olduğu için önleme önem kazanmıştır. Buna göre, ameliyat öncesi dönemde hastaya ait risk faktörleri modifiye edilmeli, ameliyat öncesi cilt temizliği sağlanmalı, cerrahi personel kaynaklı risk faktörlerinin önüne geçilmelidir. İntraoperatif dönemde travmatik cerrahi, ameliyathane şartlarının optimizasyonu ve kullanılan malzemenin uygun sterilizasyonunun sağlanması önemlidir. Ameliyat sonrası dönemde doğru yara bakımı gereklidir. Antibiyotik profilaksisi, olası etyolojik ajana göre 24 saati geçmeyecek şekilde planlanır.

Anahtar sözcükler: cerrahi alan enfeksiyonu; implant ilişkili enfeksiyon; periprotetik eklem enfeksiyonu; biyofilm

Musculoskeletal infections are associated with significant morbidity and mortality and treatment is difficult. Risk factors of musculoskeletal infection development need to be addressed in order to prevent infection. These risk factors can be classified as patient related factors (malnutrition, diabetes, obesity, conditions that results in immunocompromisation), microorganism related factors (resistant bacteria, capacity to produce biofilm) and perioperative period risk factors (prolonged surgery and inappropriate surgical technique, inappropriate surgical antibiotic prophylaxis and surgical team failures). Prevention has gained importance related to the difficulty of treatment after an established infection. Therefore, in preoperative period, patient related risk factors should be modified; cleaning of surgical field before surgery should be completed and risk factors related with surgical personnel should be prevented. During operative time, its important to make sure that atraumatic surgery has been performed, operating theater conditions have been optimized and surgical instruments have been properly sterilized. In postoperative setting, proper wound care is essential. Antibiotic prophylaxis is planned according to possible etiologic agents and should not be given beyond 24 hours.

Key words: surgical site infection; implant related infection; periprothetic joint infection; biofilm

Kas-iskelet sistemi enfeksiyonları kemikleri, yumuşak dokuları ve implant materyallerini etkileyen enfeksiyonlardır. Enfeksiyon gelişimi, ek morbiditeler ve mortalite ile beraber seyredebilir. Hastaya ve sağlık sistemine ciddi finansal sıkıntı yaratabilir. Kas-iskelet sistemi enfeksiyonları son zamanlarda artış göstermektedir. Enfeksiyon gelişmesini önlemek amacıyla enfeksiyon oluşmadan risk faktörleri ortaya konmalı ve buna dayanarak önleyici tedaviler geliştirilmelidir.

RİSK FAKTÖRLERİ

Kas-iskelet sistemi enfeksiyonlarına ait risk faktörleri modifiye edilebilir (nutrisyonel durum, komorbid hastalık vs.) ve modifiye edilemeyen (yaş, cinsiyet vs.) risk faktörleri olarak sınıflandırılabilir.^[1] Tablo 1’de modifiye edilebilir ortopedik enfeksiyon risk faktörleri listelenmiştir. Yine hastaya ait ya da ameliyat dönemi kaynaklı risk faktörleri olarak ayrılabilir.^[2] Ameliyat dönemi risk unsurları; ameliyat öncesi, ameliyat sırasında ve ameliyat sonrası dönemleri içerir. Sorumlu

- İletişim adresi: Prof. Dr. Bülent Atilla, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, 06100, Sıhhiye, Ankara
Tel: 0312 - 305 12 09 e-posta: batilla62@gmail.com
- Geliş tarihi: 25 Mayıs 2020 Kabul tarihi: 25 Haziran 2020

Tablo 1. Enfeksiyonun modifiye edilebilir risk faktörleri^[1]

- Malnutrisyon
- Diyabet
- HIV
- Preoperatif/postoperatif anemi
- Üriner enfeksiyon
- MRSA riski altındaki hastalar
- Lokal/uzak ortopedik enfeksiyon
- Sigara
- Obezite
- Kötü oral hijyen
- Romatoid artritis

mikroorganizma da risk faktörlerinin değerlendirilmesinde ayrı bir başlıkta ele alınabilir.

Hasta İlişkili Faktörler

Malnutrisyon

Yaşlı hastalar, gastrointestinal bozukluğu veya kanseri olan hastalar, alkol bağımlıları ve obez hastalar malnutrisyon riski altındadır. Malnutrisyon tanımı serolojik testlerle, antropometrik ölçümlerle (boy, kilo, triseps deri katlantısı kalınlığı, kol genişliği) ve standardize nutrisyon skorlama ölçümleri ile yapılabilir.^[3] Cerrahi alan enfeksiyonlar ile ilişkili en sık malnutrisyon tanımı serum total lenfosit sayısının <1500 mm³ olması, serum albumin konsantrasyonunun <3,5 g/dL olması ve serum transferrin konsantrasyonunun <200 mg/dL olmasıdır.^[4]

Malnutrisyonun, fibroblast proliferasyonunu ve kollajen sentezi gibi mekanizmaları bozarak yara iyileşmesini bozduğu, enflamasyonu uzattığı ve bu şekilde cerrahi alan enfeksiyonlarını artırdığı düşünülmektedir. Düşük lenfosit sayısı da immun sistemin enfeksiyonu eradike etme ya da önleme kapasitesini azaltır.^[3] Kötü beslenen hastaların, düzgün beslenen hastalara göre total eklem artroplastisi sonrası enfeksiyon geçirme ihtimalinin 5–7 kat arttığı gösterilmiştir.^[5]

Obezite

Obezite, uzun cerrahi süreleri, geniş cerrahi diseksiyonlar, yetersiz kanlanan subkütan doku, yüksek kalorili ancak nutrisyonel olarak uygunsuz beslenme, kiloya uygun ayarlanamayan antibiyotik profilaksisi ve patolojik tip 2 diabetes mellitus birlikteliği artmış enfeksiyon riski ile beraberdir.^[6]

Obezitede cerrahi alan enfeksiyonu/protez enfeksiyonu riski, spesifik bir vücut kitle indeksi (VKİ) değerinden ziyade, VKİ arttıkça artış gösterir. VKİ'nin >40 kg/m² olan hastalarda üç kat enfeksiyon riski mevcuttur. Ameliyat öncesi kilo vermenin, riski azalttığı üzerinde konsensus bulunmaktadır.^[7]

Diyabet

Diyabet, polimorfonükleer lökosit fonksiyonlarını bozar, fibroblast fonksiyonunu ve kollajen sentezini aksatır ve yara iyileşmesini bozarak enfeksiyona yatkınlık oluşturur.^[8] Kötü kontrollü diyabet ve ameliyat döneminde görülen hiperglisemi riski artırır. Periferik nöropatiye yol açarak gecikmiş enfeksiyona yol açabilir. Ayrıca yol açtığı vasküler bozuklukla, dokulara oksijen taşınımını bozarak yara iyileşmesini bozar.^[9] Yapılan bir çalışmada, total diz artroplastisi yapılan 83.011 hastanın %22'sinde diyabet saptanmış ve bu saptananlarda enfeksiyon gelişme riskinin artmış olduğu ortaya konulmuştur.^[10]

Protez ameliyatı öncesi diyabet taraması, erken tanı ve hızlı tedaviye izin vererek, diyabetin cerrahi ve cerrahi olmayan komplikasyonlarını azaltır.^[11] Glisemik kontrolün değerlendirilmesinde geleneksel HbA1C ve kan şekeri seviyeleri kullanılabilir. HbA1C seviyelerinin periprostetik enfeksiyonlarla ciddi bir şekilde ilişkili olmadığı gösterildiyse de, bunun nedeninin düşük eşik değer (HbA1C %7) seçilmesi olduğu düşünülmektedir. %7,5–8 arası seviyelerin daha uygun olduğu düşünülmektedir. Son zamanlarda, ameliyat öncesi dönemde bakılacak fruktozamin ve erken ameliyat sonrası dönemde bakılacak glukoz değişkenliğinin, ki sırasıyla glisemik kontrolün orta ve kısa vadeli durumunu gösterir, periprostetik eklem enfeksiyonları ile güçlü bir korelasyon gösterdiği gösterilmiştir.^[12]

Tütün ürünleri kullanımı

Yeterli sayıda ve kaliteli bilimsel çalışma olmasa da, sigara ve tütün ürünleri kullanımının periprostetik eklem enfeksiyonu riskini artırdığı konusunda güçlü bir konsensus bulunmaktadır.^[7] Sigara kullanımının yara iyileşmesini bozduğu bilinmektedir. Daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Diğer sistemik hastalıklar

Karaciğer hastalıklarının (hepatit ve siroz vb.) hem kanamayı artırarak (ameliyat sırasında ve ameliyat sonrası) hem de bağışıklık sistemi üzerindeki etkileriyle cerrahi alan/periprostetik eklem enfeksiyonlarının artırdığını gösteren güçlü kanıtlar bulunmaktadır.^[7]

HIV enfeksiyonunun cerrahi alan ve periprostetik enfeksiyonlar için bir risk faktörü olduğu bilinmektedir. Ancak medikal olarak stabil, yüksek aktiviteli antiretroviral tedavi (HAART) kullanan hastalarda

riskin düşük ve HIV (-) hastalarla karşılaştırılabilir düzeyde olduğu konusunda güçlü bir konsensus bulunmaktadır.^[7]

Ameliyat öncesi tespit edilen aneminin (erkeklerde Hb <13,0 g/dL, kadınlarda <12,0 g/dL) periprostetik eklem enfeksiyonları için bağımsız bir risk faktörü olduğu bilinmektedir.^[7]

Depresyon/anksiyetenin periprostetik eklem enfeksiyonlarını artırdığı konusunda güçlü kanıtlar bulunmaktadır. Depresyonun, IL-6 gibi pro-enflamatuvar sitokinlerin üretimini stimüle ettiği ve hücre immün cevabı (*natural killer* hücre aktivasyonu ve T-helper hücre replikasyonu) azalttığı gösterilmiştir.^[13] Bir çalışmada artroplastisi popülasyonunda depresyonun %10 olduğu ve daha fazla ameliyat sonrası enfeksiyon ile ilişkili olduğu gösterilmiştir.^[14]

Hasta İlişkili Lokal Faktörler

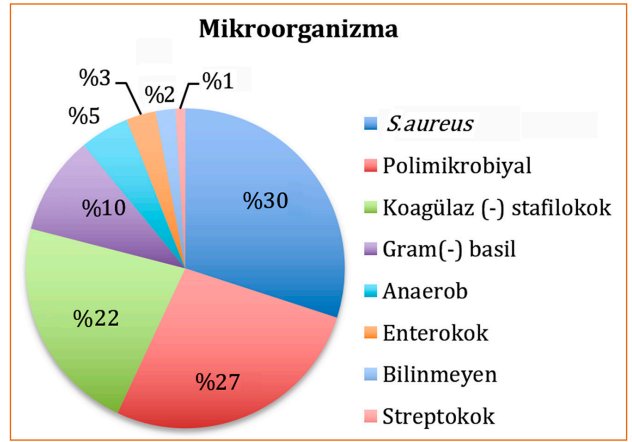
Cerrahi bölgeye yakın ya da uzak aktif cilt enfeksiyonu varlığında, elektif eklem artroplastisinin ertelenmesi konusunda güçlü bir fikir birliği (konsensus) bulunmaktadır.^[15] Mümkünse cerrahi insizyon, ekzematöz veya psöriatik lezyondan kaçınılarak yapılmalıdır.

Kötü dental hijyenin, cerrahi alan/periprostetik eklem enfeksiyonlarını artırdığı konusunda kısıtlı bir çalışma olmasına rağmen ciddi bir konsensus bulunmaktadır. Ancak ameliyat öncesi rutin diş temizliğinin protez enfeksiyonunu azalttığı konusunda veri bulunmamaktadır.^[15]

Asemptomatik bakteriüri (ASB), asemptomatik idrar yolu enfeksiyonu (İYE), semptomatik İYE ile cerrahi alan/periprostetik eklem enfeksiyonları arasında ilişki tartışma konusudur. Ameliyat dönemindeki semptomatik İYE'nin periprostetik eklem enfeksiyonu için risk unsuru olduğu bilinmektedir.^[16] Atilla ve ark.'nın da içinde bulunduğu 2018 PJI (Periprostetik eklem enfeksiyonları) konsensusunda, semptomatik İYE'nin uygun antibiyotik ile tedavi edildikten sonra, artroplastisi yapılması konusunda çok ciddi bir görüş birliği mevcuttur.^[15] ASB ile periprostetik eklem enfeksiyonları arasındaki olası birliklilik ile ilgili çalışmalar az sayıda ve çelişkilidir. Bütün sonuçlar incelendiğinde, belirgin bir neden – sonuç ilişkisi kurulamamaktadır. Üstelik ASB'li hastaların tedavisinin, periprostetik eklem enfeksiyonu riskini değiştirmedeği gibi, semptomatik İYE'ye gidişi de engellemediği gösterilmiştir.^[17] Dolayısıyla asemptomatik hastalarda eklem protez ameliyatları öncesi rutin idrar taramasının yeri yoktur.^[15]

İlaçlar

Çeşitli immün sistem düzenleyici ilaçların, cerrahi alan enfeksiyonlarını artırdığı bilinmektedir. Özellikle



Şekil 1. Kas-iskelet enfeksiyonlarındaki bakteriyel patojen prevalansı.

enflamatuvar artritli (RA), psöriatik artritli ve juvenil artritli erişkinler ile ankilozan spondilitli ve Sistemik Lupus Eritematozus'lu (SLE) hastalarda TNF inhibitörleri ve IL-6 blokerleri dahil tüm biyolojik anti-romatizmal ilaçlar enfeksiyon riskini artırır. Sentetik hastalık modifiye edici anti-romatizmal ilaçlar (DMARD, metotreksat dahil) bir risk faktörü değildir ve ameliyat dönemi boyunca kullanılabilir.^[7]

Mikroorganizma İlişkili Risk Faktörleri

Kas-iskelet sistemi enfeksiyonlarına yol açan mikroorganizma, enfeksiyon bölgesine ve enfeksiyonun oluşma mekanizmasına göre değişir. Çeşitli tip enfeksiyonlar, genelde belirli mikroorganizmalar ile birlikte gösterebilir (örn. ayak delici yaralanması –psödomonas gibi). Ancak enfeksiyonların çoğunda, sorumlu patojen, hastanın normal deri/nazal florasında var olan bakterilerdir. Kas-iskelet sistemi enfeksiyonlarındaki en sık izole edilen patojenler şekilde gösterilmiştir (Şekil 1).^[18]

Birçok bakteri türü implant ilişkili ortopedik enfeksiyonlara neden olabilir. Ancak stafilokoklar özellikle *S.aureus* ve *S.epidermidis* en başta. İmplant ilişkili enfeksiyonların problemleri, tanılarının zor olması, antibiyotige dirençli olmaları ve tekrarlamaya yatkın olmalarıdır.^[19] Yabancı cisimler, mikropların kronik enfeksiyon oluşturma becerilerini 100.000 kat artırır.^[20] İmplant edilen cihazlar, fagositik hücrelerin fagositoz kapasitelerinin çok üstünde bir boyutta olduğu için, bu hücreler apoptozise uğrar. Salınan reaktif oksijen radikalleri ve lizozomal enzimler konak dokuda hasarı ve lokal kan akımında azalmayı tetikler. Bu durum bakteriyel kolonizasyona ve kronik enfeksiyonlara fırsat yaratır.^[21]

Bakteriyel kolonizasyonu artıran nedenlerden bir diğeri de, implantların konak fibrinojen ve fibronektin proteinleri ile kaplanma eğilimidir.^[22] Bu sayede bakteriler, implant yüzeyine kolayca yapışır. Ardından bakterilerin, ekstrasellüler polimerik yapılardan oluşan kompleks matriks oluşturarak, antibiyotiklerden ve koağın immun sisteminden korunabileceği bir sığınak oluşturduğu düşünülmektedir. Birçok bakterinin biyofilm oluşturma kapasitesinin olduğu bilinmektedir. Biyofilm, bir arayüze ya da birbirlerine yapışan ve ekstrasellüler polimerik yapı matriksleri tarafından sarılan mikrobiyal hücre topluluğudur.^[23] Bakteri hücreleri substratuma yapıştıktan sonra birikir, çoklu katmanlar oluşturur ve koruyucu glikokaliks salgırlar. Biyofilm matüre olduktan sonra, bir kısım hücreler ayrılarak çevre dokularda planktonik hale gelebilir.^[24] Bu planktonik durum, başka bir yerde yeni bir biyofilm döngüsü başlatabilir. Biyofilm ilişkili bakterilerin birbirleriyle iletişime geçerek beslenme ve ortam hakkında bilgi aktarımında bulunduğu ve bu şekilde kendi replikasyonu ile biyofilm formasyonunu düzenlediği bilinmektedir.^[25]

Biyofilm ilişkili enfeksiyonların tanısı zordur. Birçoğu, cerrahiden aylar yıllar sonra gelişir. Geleneksel tanı yöntemleri (eklem aspirasyonu gibi) sonuç vermeyebilir. Genelde lokalize, yavaş ilerleyen ve sistemik bulgu vermeyen enfeksiyonlardır. Bir kere implant kolonize olduğunda ve kronik enfeksiyon geliştiğinde, enfeksiyonun genellikle tek tedavisi implantın çıkarılmasıdır.^[24]

Son zamanlarda, dirençli bakterilerde, özellikle metisilin-dirençli *S.aureus* (MRSA) sıklığında artış görülmektedir.^[26] Bu artış, gereksiz antibiyotik kullanımı, sağlık hizmeti ilişkili hijyenin kötülüğü ve immun baskılanması olan hastalara uygulanan elektif - elektif olmayan cerrahilerin sayısındaki artışa bağlanabilir. Başlangıçta hastane kaynaklı bir enfeksiyon olan MRSA, toplumda gittikçe sık bir hal almış ve sonuç olarak toplum kaynaklı MRSA (CA-MRSA) ve hastane kaynaklı MRSA (HA-MRSA) olmak üzere alt sınıflara ayrılmıştır. CA-MRSA'nın genel nüfusun %1,3'ünde bulunduğu tahmin edilmektedir.^[26]

Ameliyat Dönemi Risk Faktörleri

Hasta; ameliyata hazırlığı sırasındaki işleme ve ortama bağlı olarak veya ameliyat sonrası takipte enfeksiyon risk unsurları ile karşılaşabilir. Cerrahi risk faktörleri olarak: cerrahi hazırlığın uygun yapılmaması, cerrahi personelin hijyen sıkıntıları, cerrahi personelin iyi hazırlıklı olmaması, uzun cerrahi süreleri, uygun olmayan cerrahi teknik, uygun antibiyotik profilaksisinin uygulanmaması sayılabilir. Ameliyat ortamına ait riskler olarak: ameliyat odasında insan trafiğinin fazla olması, oda kapılarının fazla açık kalması, kirli aletler, yetersiz havalandırma ve oda temizliğinin kötü olması sayılabilir.^[27]

Uzun cerrahi süre ile derin cerrahi alan enfeksiyonları arasında tespit edilen bir ilişki mevcuttur.^[28] Atravmatik bir cerrahi uygulanmalıdır.

Ameliyat sırasında ve ameliyat sonrası dönemde yapılan allojenik kan transfüzyonu artmış cerrahi alan/periprostetik enfeksiyon riski ile ilişkilidir.^[29] İleri sürülen mekanizmalardan biri transfüzyon ilişkili immun modülasyon denilen, transfüze edilen kanda dolaşan antijenlerin konak immun yanıtı baskılanması olayıdır.^[30]

Ameliyat sonrası yara yerinde akıntı olabilir ancak 72 saati geçen drenajlar yakın takip edilmelidir.

KORUNMA

Kas-iskelet sistemi enfeksiyonlarından ve özellikle cerrahi bölge enfeksiyonlarından korunmak için ameliyat öncesi, ameliyat sırasında ve ameliyat sonrası dönemde alınacak önlemler vardır.

Ameliyat Öncesi Önlemler

Hasta kaynaklı risk faktörlerinin modifikasyonu

Diyabet, morbid obezite ve sigara gibi bazı hasta kaynaklı risk faktörlerinde kısmi düzelme sağlanabilir. Bunlardaki düzelmelerin, cerrahi alan enfeksiyonlarında azalmaya yol açacağı kesin değildir. Komorbiditeli hastalarda cerrahi planlanıyorsa, düşük riskli - kısa süreli bir cerrahi seçilmelidir. Cerrahi açılım rahat ve yabancı materyal kullanımı sınırlı olmalıdır.

Diyabetik hastaların HbA1C seviyelerinin takibi, diyabetik kontrolün güvenilir bir takibidir. HbA1C seviyelerinin <7 olan hastaların, >7 seviyelerine sahip hastalara göre iki kat daha az enfeksiyon ile beraber seyrettiği gösterilmiştir.^[31] Ancak ortopedi literatüründe farklı sonuçlar da mevcuttur. 2018 PJI konsensusunda HbA1C'nin %7,5–8 arası kabul edilmesine yönelik ciddi bir konsensus oluşmuştur.^[11] Total eklem protezi ameliyatı planlanan hastaların rutin diyabet ve glisemik kontrol taramasının, periprostetik enfeksiyon insidansında azalma potansiyeline sahip olabileceği kararlaştırılmıştır.

Tütün kullanımı, ciddi ameliyat sonrası yara yeri komplikasyonları açısından risk faktörüdür. CDC (Hastalık Kontrol Merkezi), her çeşit tütün ürününün elektif operasyondan 30 gün önce bırakılmasını, cerrahi alan enfeksiyon riskini azaltmak açısından tavsiye eder.^[32]

Cerrahi dönem boyunca beslenme desteği, cerrahi sonrası septik komplikasyonları azaltır.^[33]

Eklemde veya kan dolaşımında aktif bir enfeksiyon varlığı, artmış cerrahi alan enfeksiyonu ile ilişkilidir. Aktif enfeksiyon varlığında elektif artroplastiden

kaçınılma konusunda cerrahlar arasında güçlü bir konsensus bulunmaktadır.^[27]

Eklem protezi uygulanacak hastanın aynı eklemi daha önce major bir açık cerrahi işlemi uygulanırsa, artroplastisi öncesi altı ay geçmesi beklenir.^[34] Artroskopinin riski artırdığına dair güçlü bir kanıt yoktur. İlgili ekleme daha önce septik artritis geçirilmişse, laboratuvar değerleri normal olmak kaydıyla tek aşamalı protez kullanılmasında sakınca yoktur.

Nazal dekolonizasyon

Nazal *S.aureus* kolonizasyonu olan ve cerrahi öncesi %2'lik nazal mupirosinle beş gün tedavi edilen hastalarda, tedavi edilmemiş hasta grubuna göre beş kat daha az endojen *S.aureus* enfeksiyonu saptanmıştır.^[35] Diğer bir dekolonizasyon yöntemi povidon iyot antiseptik kullanımınıdır. Cerrahi öncesi tarama, kolonizasyona yönelik profilaksi ve dekolonizasyon protokolleri *S.aureus*'a bağlı cerrahi alan enfeksiyonlarını ciddi ölçüde azaltmıştır. Ancak uygun tedaviye rağmen hastaların %20'sinde *S.aureus* kolonizasyonu devam eder. Dekolonizasyon sonrası MRSA taşıyıcılarında enfeksiyon riski, taşıyıcı olmayanların seviyesine inmez.^[36] Tüm bu veriler göz önüne alındığında, rutin nazal MRSA taraması ve dekolonizasyonu hakkında net bir öneri yapılamayacağı konusunda güçlü bir görüş birliği oluşmuştur.^[37]

Antimikrobiyal cilt temizliği

Cilt temizleyici ajanlar, cerrahi alan enfeksiyonlarını azaltmada önemli rol oynarlar. Cilt florasında bulunan stafilokoklar, difteroidler, psödomonas ve propionobakterium türleri gibi organizmalar hedef alınır. İdeal solüsyon, hızlı etkili olmalı ve patojenlerin büyümesini en az altı saat engellemelidir. Sık kullanılan solüsyonlar klorheksidin glukonat, povidon iyot ve izopropil alkoldür. Klorheksidin glukonat ile temizlik yapılanlarda, hiçbir şey yapılmayan ya da povidon-iyot solüsyonu veya sabunlu su banyosu yapılanlara göre cerrahi alan enfeksiyon riskinde anlamlı bir azalma olduğunu gösterilmiştir.^[38] Cochrane databazlı bir meta-analizde 10.157 katılımcı incelenmiş ve %4'lük klorheksidin glukonatin anlamlı bir fark oluşturmadığı saptanmıştır.^[39] Sonuçlar farklı olsa da kullanılan solüsyonla beraber mutlaka alkol de kullanılması konusunda ciddi bir konsensus bulunmaktadır.^[40] İlgili uzvun bir kısmının değil tümünün yıkanması önerilmektedir. Cilt temizliği merkezden perifer doğru yapılmalıdır. Drene sinus gibi bir enfeksiyon kaynağı varsa en son o bölge boyanmalıdır.

Kıl temizliği

Ameliyat öncesi cerrahi bıçak (bistüri) ile kıl temizliğinin, makineyle temizliğe veya hiç kıl temizlememeye göre anlamlı olarak cerrahi alan enfeksiyon riskini artırdığı gösterilmiştir.^[41] Cerrahi bıçak kullanımının

epidermiste mikroklesilere ve sonuç olarak bakteriyemiye veya direkt yara kontaminasyonuna yol açtığı düşünülmektedir. Temizlik tüy dökücü kremle veya makine ile uygulanmalıdır. Kıl temizliği, ameliyata mümkün olan en kısa zaman kala ve ameliyat odasının dışında, sağlık personeli tarafından uygulanmalıdır.^[27]

Hastaların örtülmesi

Cerrahi örtüler ideal olarak sıvı geçirmez olmalı ve delinmeye dayanıklı olmalıdır. Örtüyü yerinde tutmak için transparan yapışkanlar kullanılabilir. Bunların, kalça kırığı cerrahisinde bakteriyel penetrasyonu önlediği gösterilmiştir.^[42] Yapışkan plastik dreypler, iodinli de olabilir. Yine de cerrahi alan enfeksiyonlarını azalttığı gösterilememiştir.^[43]

Sağlık personelinin el hijyeni

Ameliyat öncesi el temizliği için iki seçenek mevcuttur. Birincisi cerrahi el antiseptik sabunlarıdır. Diğerisi alkol bazlı sıvı el dezenfektanlarıdır. Cerrahi el fırçaları, *E.coli* ve *P.aeruginosa* gibi ciltten izole edilebilen ancak personelin çoğunluğunda her zaman bulunmayan geçici organizmaları ortadan kaldırmak ve *propionibacterium*, *corynebacterium* ile koagülaz-negatif stafilokok gibi cildin sabit flora bakterileri azaltmak işlevini görür. Düşük değer kontaminasyon bile, özellikle implant kullanılan cerrahilerde, enfeksiyona neden olabilir.^[44] Klorheksidin glukonat bazlı solüsyonların, povidin-iyot bazlı solüsyonlara göre koloni oluşturan üniteleri azaltmada daha başarılı oldukları gösterilmiştir. Üç ila beş dakika fırçalama yeterlidir. Alkol bazlı dezenfektanlar, fırça veya sünger olmadan kullanılır. Uyumu artırabilir ve süreyi kısaltabilir. Cerrahi alan enfeksiyonlarını azaltmada, sıvı-sabun fırçaları kadar etkili olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur.^[45]

Cerrahi personelin giyimi

Cerrahi kıyafetlerin, maskelerin ve bonelerin giyilmesi konusunda konsensus vardır. Ancak cerrahi alan enfeksiyonlarını azaltma konusunda yeterli veri yoktur. Etkili olarak cerrahi alan enfeksiyonlarını azaltan tek şey, eldiven kullanımınıdır. Eldiven perfore olduğunda, cerrahi alan enfeksiyonu iki katına çıkmaktadır.^[46] Cerrahilerin %9'unda eldiven perfore olmaktadır ve bunların çoğunluğunda bu durumdan haberimiz olmamaktadır. Bu yüzden, çift eldiven kullanımı tavsiye edilmektedir.

Cerrahi personel tarafından, ameliyathanenin dışarıya ile temasa girmiş formların elektif artroplastisi ve kompleks ortopedik prosedürlerde giyilmemesi konusunda görüş birliği mevcuttur.^[47] Cerrahi sırasında giyilen önlüklerin, vaka uzaması halinde değiştirilmesinin enfeksiyonları azalttığı gösterilememesine rağmen, bu şekilde yapılması konusunda konsensus bulunmaktadır.^[48]

Ameliyat Sırasında Önlemler

Atravmatik cerrahi teknik

Cerrah dokulara dikkatli yaklaşmalı, hasarı minimize etmelidir. Cerrahi kesiler bistüri ile veya elektrokoterle uygulanabilir. Aralarındaki farkın karşılaştırılabilir olduğunu gösteren sonuçlar vardır. Cilt kesisinden sonra bistürinin değiştirilmesinin enfeksiyon riskini azalttığı hakkında sınırlı makale olmasına karşın güçlü bir konsensus bulunmaktadır.^[49] Devitalize dokular temizlenmelidir. Aspiratör ucunun cerrahi sırasında kontamine olduğu düşünülmektedir. Bu içerisinde çok miktarda hava geçmesinden ya da uygun olmayan yüzeylerle direkt temasından kaynaklanabilir. Aspiratör ucu yaklaşık saatte bir değiştirilmelidir. İntramedüller kanala sokulabilir ancak orada kalması tavsiye edilmez.^[50] Lavaj konusu tartışmalıdır. Yüksek basınçlı lavaj, debris ve nekrotik dokuyu hemen uzaklaştırır, kansellöz dokuya çimento penetrasyonunu artırır ancak dokulara olası hasar verme ve enfeksiyona derine itme riski vardır. 984 cerrah katılımlı uluslararası bir çalışmada, cerrahların çoğunluğu açık yara başlangıç tedavisinde düşük basınçlı lavaj önermişlerdir.^[51] Ancak mevcut kanıtlar, aralarında net bir fark olduğunu göstermekten uzaktır. Temiz cerrahiler sırasında kullanılacak optimal irrigasyon solüsyonu olarak dilüe betadinli sıvıların kullanılmasında güçlü kanıtlar mevcuttur.^[52] Biyofilm oluşumunu engelleme konusunda yeterli in vivo çalışma yoktur. Irrigasyon solüsyonuna topikal antibiyotik (polimiksin ve/veya basitrasin) eklenmesi hakkındaki veriler çelişkili olsa da, antimikrobiyal direnç endişeleri nedeniyle tavsiye edilmemektedir.^[52]

Doku oksijenasyonu çok önemlidir. Bu yüzden normotermi, destek oksijen tedavisi ve kardiyak çıkıntının cerrahi sırasında korunması enfeksiyon riskini azaltır.

Enfeksiyon riski düşükse yara kapatılmalıdır. Dikiş materyallerinin yara enfeksiyonu üzerine farklı etkileri bulunmaktadır. Emilebilir sentetik monofilaman dikiş, emilebilir sentetik örgü dikişe göre daha az enfeksiyon ile ilişkilidir. İkincisi de, emilmeyen örgü dikişlere veya ipek gibi doğal dikişlere göre daha az enfeksiyona neden olur.^[53]

CDC, temiz operasyonların cerrahi dren kullanılmadan yapılabileceğini belirtmektedir. Eğer kullanılacaksa, kapalı vakum sistemi tercih edilmeli, dren ayrı bir kesiden çıkmalı ve mümkünse 24 saatten kısa sürede çekilmelidir.^[32] Ancak 48 saatten önce çekilmiş drenlerin cerrahi alan/periprostetik enfeksiyon riskini artırdığını gösteren bir kanıt yoktur.^[54]

Ameliyat mümkün olan en kısa sürede bitirilmelidir.

Ameliyat ortamının optimizasyonu

Ameliyathane odası uygun havalandırılmalıdır. Bu odaya pozitif basınç uygulanarak yapılabilir. Bu şekilde havanın daha kirli olan koridor gibi yerlerden daha temiz olan yere akması engellenir. Laminar hava akımı ile ilgili çelişkili sonuçlar olsa da, cerrahi alan enfeksiyonlarını azalttığı kanıtlanamamıştır.^[55]

Ameliyathaneye giren-çıkan kişi sayısı kısıtlanmalıdır. İnsan hareketi turbülansa neden olur, bu da ameliyat odasının ventilasyonunu bozar. Giren çıkan sayısını kısıtlamakla, kapıların sürekli açılıp kapanması da engellenebilir. Kapı açılması, bakteri sayısını artırır. Laminar akım filtresinin fazla kullanımına neden olur. Yapılan bir çalışmada, protez cerrahisinde kapı açılma sıklıkları araştırılmış ve primer artroplastide 0,65/dk, revizyon artroplastide 0,84/dk açılıp kapanma saptanmıştır.^[56]

Steril malzeme kullanmak

Sterilize malzemeler, ameliyat odasında kendine ait setlerde tutulmalıdır. Kontaminasyon hızı, malzeme seti açıldıktan 30 dakika sonra %4 iken, dört saat sonra %30'a çıkmaktadır.^[57] Hava kaynaklı kontaminasyonun, bütün ameliyat süresince aynı seyretmediği ve hastanın antiseptik hazırlığı ve örtülmesi sırasında, cerrahideki zamana göre havadaki bakteri sayısında 4,4 kat artış olduğu gösterilmiştir ve dolayısıyla hasta örtüldükten sonra setlerin açılmasını öneren yazarlar vardır.^[58] Ancak genel olarak mümkün olan en geç zamanda setlerin açılmasında görüş birliği mevcuttur.^[59] Setler açıldıktan sonra malzemelerin üzeri steril örtü ile örtülmelidir.

Ameliyat Sonrası Önlemler

Ameliyat yarasının ameliyat sonrası dönemde bakımı çok önemlidir. Primer olarak kapatılan yaralar 24–48 saat steril bir pansuman ile kapalı kalmalıdır.^[32] Daha sonra yaranın açık kalması ya da pansuman ile kapatılması konusunda yeterli bilimsel veri yoktur. Açık bırakılarak sekonder iyileşme beklenen hastaların yarası da steril pansuman ile kapatılmalıdır. Birçok pansuman ve solüsyon kullanılır olmakla birlikte birbirlerine üstünlükleri gösterilememiştir. Pansuman değişimi “steril” ya da “temiz” olarak yapılabilir. Birbirlerine üstünlükleri gösterilememekle beraber CDC “steril” pansumanı altın standart olarak kabul etmektedir.^[32]

Cerrahi sonrası yara yerinde seröz akıntı, bakterinin retrograd girişini engellemek amacıyla kompresif ve oklüziv pansumanlarla yapılabilir. Uzamış akıntı, kültür alımını ve debridman ile yara revizyonunu gerektirebilir.

İnsizyonel vakum-yardımlı kapama (iVAC) sistemlerinin, yara yeri komplikasyonları açısından riskli

hastalarda mantıklı bir seçenek olduğu düşünülmektedir.^[54] Tüm olgularda profilaktik kullanım gereksiz durmaktadır. Ek olarak, ameliyat sonrası erken dönemdeki basit drenajın çözülmesinde de yararlı olabilir.^[59]

Erken mobilizasyon enfeksiyon riskini artırmaz.^[60] Ancak devam eden akıntı durumlarında (>72 saat), devamlı pasif hareket 24–48 saatliğine durdurulmalıdır. Antikoagülasyon kısa süreliğine kesilebilir. 2013 uluslararası konsensus toplantısında persistan akıntı tanısının konmasından 5–7 gün içerisinde akıntı kesilmezse, gecikmeden reoperasyon önerisi kabul edilmiştir.^[27]

Total eklem protezi ameliyalarından sonra, acil olmayan invaziv dış prosedürleri, çimentolu olmayan komponentlerin osteointegrasyonu tamamlanana kadar ertelenmelidir.^[60]

Venöz tromboemboli (VTE) profilaksisi seçenekleri karşılaştırıldığında, aspirinin warfarin ve diğer antikoagülanlara göre daha az cerrahi alan/periprostetik enfeksiyonla ilişkili olduğu gösterilmiştir.^[60]

Antibiyotik Profilaksisi

Cerrahi antimikrobiyal profilaksi, cerrahi alan enfeksiyonlarını azaltmak için kullanılmaktadır. Özellikle protez cerrahisinde olmak üzere uzun zamandır bu pratik yerleşiklik kazanmıştır. Kullanılacak antibiyotik, cerrahi alan enfeksiyonuna neden olacak olası mikroorganizmalar gözetilerek belirlenir. Ortopedik prosedürlerde enfeksiyondan sorumlu mikroorganizma genellikle Gram (+) bakteriler ve özellikle *S.aureus*'tur. Sefazolin veya sefuroksim Amerikan Ortopedi Cerrahları Birliği ve birçok diğer kuruluş tarafından oluşturulan kılavuzlarda ortopedik cerrahilerin antibiyotik profilaksisinde ilk kullanılacak antibiyotikler olarak belirlenmiştir.^[61] Sefazolin, streptokoklara ve metisiline hassas *S.aureus*'a karşı aktif bir birinci jenerasyon sefalosporindir. Sefazolin >70 kg hastalarda minimum inhibitör konsantrasyonu yakalamak için minimum 2 gram uygulanmalıdır.^[62] Sefuroksim ikinci jenerasyon sefalosporindir ve gram negatif bakterilere daha geniş bir etki gösterir. Penisilin alerjisi olan hastaların çoğunluğu sefalosporini tolere edebilir. Anafilaktoid bir reaksiyon geçirmemişse, ameliyathanede sefalosporin test dozu verilebilir.^[62] Penisiline veya diğer beta laktam antibiyotiklere anafilaktoid bir reaksiyon geçirmiş olan hastalarda klindamisin (600–900 mg, i.v.) veya vankomisin (1 g, i.v.) kullanılabilir. Klindamisinin oral biyoyararlanımı yüksektir ancak kemiğe penetrasyonu düşüktür ve bakteriyostatiktir. Vankomisin kemiğe, kasa, sinoviyuma ve hematoma iyi geçen bakteriyosidal bir antibiyotiktir. Ancak vankomisinin profilakside kullanımını, vankomisine dirençli enterokok kolonizasyonu ve enfeksiyonu endişesini getirir. Ayrıca daha dar bir antimikrobiyal spektrumu mevcuttur. Vankomisinin diğer

antibiyotiklerle kombinasyonu hakkında çalışmalar yapılmaktadır. Vankomisin, bilinen MRSA kolonizasyonu olan veya ameliyat sonrası MRSA riskinin yüksek olduğu olgularda kullanılmalıdır.^[27]

Antibiyotiğin insizyondan bir saat önceki dönemde uygulanması konusunda konsensus bulunmaktadır. Bu süre vankomisinin için iki saattir.

Antibiyotik profilaksisi genellikle ameliyat öncesi tek doz kullanımı içerir. Fazla kan kaybı veya cerrahi sürenin uzaması durumlarında kullanılan antibiyotiğe göre ek doz uygulanabilir. Profilaktik antibiyotik genellikle 24 saatten fazla kullanılmaz. Cerrahi dren kullanılması, antibiyotiği uzun kullanmak için bir gerekçe değildir.^[62]

Dental girişimler sonrası teorik olarak geçici bakteriyemi riski mevcuttur ve protezin hematogen yolla bu bakteriyemiden etkilenmesi ihtimal dahilindedir. Ancak yapılan çalışmalarda, dental girişim öncesi profilaksi alan ve almayan hastalarda enfeksiyon riski bakımında fark saptanmamıştır.^[63] Bu bilgiler eşliğinde, protez cerrahisi sonrası dental girişimler öncesinde rutin antibiyotik profilaksisinin yeri yoktur.^[60] Yine genitoüriner girişimler öncesinde rutin antibiyotik profilaksisinin riski azalttığına dair yeterli veri yoktur.^[60] Üst gastrointestinal sistem endoskopisi ve biyopsi sonrası enfeksiyon oranlarını inceleyen olgu-kontrol çalışmasında periprostetik enfeksiyonda risk artışı saptanmıştır.^[64] Bu durumda ve yüksek riskli hastalarda profilaktik antibiyotik gerekli olsa da, herkese önerilip önerilmeyeceği konusunda ileri çalışmalar yapılmalıdır.

Lokal vankomisin tozunun cerrahi alan/periprostetik enfeksiyonu önlediğine dair yüksek kaliteli bir çalışma yoktur.^[65] Spinal cerrahi literatüründe çok sayıda geriye dönük çalışma, riskin azaldığını göstermektedir. Ancak eklem protez cerrahisinde bunu destekleyecek yeterli veri yoktur.

SONUÇ

Kas-iskelet sistemi enfeksiyonlarında risk faktörlerinin ortaya konulması ve enfeksiyon gelişmeden önlem alınması hem hasta açısından hem de hastane ve sağlık personeli açısından oldukça önem taşımaktadır. Hasta ameliyata hazırlanırken öncesinde beslenme profili düzeltilmeli, diyabetikse HbA1C %7'nin altına indirilmeli, sigara mümkünse kesilmeli ve diğer kronik hastalıkları düzene sokulmalıdır. Cerrahi sırasında ameliyathane ortamına ve cerrahi personelin temizliğine özen gösterilmeli, ameliyat bölgesinin uygun hazırlığı sağlanmalı ve uygun cerrahi teknik uygulanmalıdır. Ameliyat öncesinden başlanarak 24 saati geçmeyecek şekilde uygun antibiyotik profilaksisi uygulanmalıdır. Ameliyat sonrası dönemde yara

bakımına dikkat edilmelidir. Biyofilm oluşumuna engel olacak implant kullanımı ve bakterilerin direnç kazanmasını önleyecek yöntemler ile enfeksiyon oranlarında ilave düşüşler sağlanabilir. Bu konuda mevcut bilgi kaynakları takip edilmelidir. [66]

KAYNAKLAR

1. Florschütz AV, Fagan RP, Matar WY, Sawyer RG, Berrios-Torres SI. Surgical site infection risk factors and risk stratification. *J Am Acad Orthop Surg* 2015;23 Suppl:S8–11. [Crossref](#)
2. Pulido L, Ghanem E, Joshi A, Purtill JJ, Parvizi J. Periprosthetic joint infection: the incidence, timing, and predisposing factors. *Clin Orthop Relat Res* 2008;466(7):1710–5. [Crossref](#)
3. Cross MB, Yi PH, Thomas CF, Garcia J, Della Valle CJ. Evaluation of malnutrition in orthopaedic surgery. *J Am Acad Orthop Surg* 2014;22(3):193–9. [Crossref](#)
4. Zorrilla P, Gomez LA, Salido JA, Silva A, Lopez-Alonso A. Low serum zinc level as a predictive factor of delayed wound healing in total hip replacement. *Wound Repair Regen* 2006;14(2):119–22. [Crossref](#)
5. Greene KA, Wilde AH, Stulberg BN. Preoperative nutritional status of total joint patients. Relationship to postoperative wound complications. *J Arthroplasty* 1991;6(4):321–5. [Crossref](#)
6. Seibert DJ. Pathophysiology of surgical site infection in total hip arthroplasty. *Am J Infect Control* 1999;27(6):536–42. [Crossref](#)
7. Zainul-Abidin S, Amanatullah DF, Anderson MB, Austin M, Barretto JM, Battenberg A, Bedard NA, Bell K, Blevins K, Callaghan JJ, Cao L, Certain L, Chang Y, Chen JP, Cizmiz Z, Coward J, DeMik DE, Borjon ED, Enayatollahi MA, Feng JE, Fernando N, Gililand JM, Goodman S, Goodman S, Greenky M, Hwang K, Iorio R, Karas V, Khan R, Kheir M, Klement MR, Kunutsor SK, Limas R, Maldonado RAM, Manrique J, Matar WY, Mokete L, Nung N, Pelt CE, Pietrzak JR, Premkumar A, Rondon A, Sanchez M, de Santana CN, Sheth N, Singh J, Springer BD, Tay KS, Varin D, Wellman S, Wu L, Xu C, Yates AJ. General Assembly, Prevention, Host Related General: Proceedings of International Consensus on Orthopedic Infections. *J Arthroplasty* 2019;34(2S):S13–35. [Crossref](#)
8. Al-Mulla F, Leibovich SJ, Francis IM, Bitar MS. Impaired TGF- β signaling and a defect in resolution of inflammation contribute to delayed wound healing in a female rat model of type 2 diabetes. *Mol Biosyst* 2011;7(11):3006–20. [Crossref](#)
9. Schmidt G, Pionov H, Chuang D, Gonzalez M. Hand Infections in the Immunocompromised Patient: An Update. *J Hand Surg Am* 2019;44(2):144–9. [Crossref](#)
10. Bozic KJ, Lau E, Kurtz S, Ong K, Berry DJ. Patient-related risk factors for postoperative mortality and periprosthetic joint infection in Medicare patients undergoing TKA. *Clin Orthop Relat Res* 2012;470(1):130–7. [Crossref](#)
11. Jiranek W, Kigera JWM, Klatt BA, Küçükduzmaç F, Lieberman J, Moser C, Mulhall K, Nahouli H, Schwarz E, Shohat N, Tarabichi M. General Assembly, Prevention, Host Risk Mitigation - General Factors: Proceedings of International Consensus on Orthopedic Infections. *J Arthroplasty* 2019;34(2S):S43–8. [Crossref](#)
12. Johnson RN, Metcalf PA, Baker JR. Fructosamine: a new approach to the estimation of serum glycosylprotein. An index of diabetic control. *Clin Chim Acta* 1983;127(1):87–95. [Crossref](#)
13. Kiecolt-Glaser JK, Glaser R. Depression and immune function: central pathways to morbidity and mortality. *J Psychosom Res* 2002;53(4):873–6. [Crossref](#)
14. Browne JA, Sandberg BF, D'Apuzzo MR, Novicoff WM. Depression is associated with early postoperative outcomes following total joint arthroplasty: a nationwide database study. *J Arthroplasty* 2014;29(3):481–3. [Crossref](#)
15. Ares O, Arnold WV, Atilla B, Bari AK, Battenberg A, Belzino M, Bhoite S, Clauss M, Egoavil M, Ferrand ML, Greenky M, Sarango J, Komnos G, Koo KH, Lee YK, Leibnitz M, Luis E, Naneti G, Ottolenghi J, Poojary A, Shen H, Sousa R, Thomas P, Volodymyr F, Wang Q. General Assembly, Prevention, Host Related Local: Proceedings of International Consensus on Orthopedic Infections. *J Arthroplasty* 2019;34(2S): S3–12. [Crossref](#)
16. Bozic KJ, Lau E, Kurtz S, Ong K, Rubash H, Vail TP, Berry DJ. Patient-related risk factors for periprosthetic joint infection and postoperative mortality following total hip arthroplasty in Medicare patients. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume* 2012;94(9):794–800. [Crossref](#)
17. Gou W, Chen J, Jia Y, Wang Y. Preoperative asymptomatic leucocyturia and early prosthetic joint infections in patients undergoing joint arthroplasty. *J Arthroplasty* 2014;29(3):473–6. [Crossref](#)
18. Trampuz A, Zimmerli W. Diagnosis and treatment of infections associated with fracture-fixation devices. *Injury* 2006;37 Suppl 2:S59–66. [Crossref](#)
19. Nishitani K, de Mesy Bentley KL, Daiss JL. Implant-associated biofilm. In: Kates SL, Borens O, editors. *Principles of Orthopaedic Infection Management*. New York: Thieme Medical Publishers, Inc.; 2017. p. 3–18.
20. Elek SD. Experimental staphylococcal infections in the skin of man. *Ann N Y Acad Sci* 1956;65(3):85–90. [Crossref](#)
21. Roisman FR, Walz DT, Finkelstein AE. Superoxide radical production by human leukocytes exposed to immune complexes: inhibitory action of gold compounds. *Inflammation* 1983;7(4):355–62. [Crossref](#)
22. Francois P, Vaudaux P, Lew PD. Role of plasma and extracellular matrix proteins in the pathophysiology of foreign body infections. *Ann Vasc Surg* 1998;12(1):34–40. [Crossref](#)
23. Costerton JW, Lewandowski Z, Caldwell DE, Korber DR, Lappin-Scott HM. Microbial biofilms. *Annu Rev Microbiol* 1995;49:711–45. [Crossref](#)
24. Parvizi J, Alijanipour P, Barberi EF, Hickok NJ, Phillips KS, Shapiro IM, Schwarz EM, Stevens MH, Wang Y, Shirliff ME. Novel developments in the prevention, diagnosis, and treatment of periprosthetic joint infections. *J Am Acad Orthop Surg* 2015;23 Suppl:S32–43. [Crossref](#)
25. Costerton JW. Biofilm theory can guide the treatment of device-related orthopaedic infections. *Clin Orthop Relat Res* 2005;(437):7–11. [Crossref](#)
26. Patel A, Calfee RP, Plante M, Fischer SA, Arcand N, Born C. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in orthopaedic surgery. *J Bone Joint Surg Br* 2008;90(11):1401–6. [Crossref](#)
27. Parvizi J, Gehrke T, Chen AF. Proceedings of the International Consensus on Periprosthetic Joint Infection. *Bone Joint J* 2013;95-B(11):1450–2. [Crossref](#)
28. Urquhart DM, Hanna FS, Brennan SL, Wluka AE, Leder K, Cameron PA, Graves SE, Cicuttini FM. Incidence and risk factors for deep surgical site infection after primary total hip arthroplasty: a systematic review. *J Arthroplasty* 2010;25(8):1216–22.e3. [Crossref](#)

29. Berrios-Torres SI, Umscheid CA, Bratzler DW, Leas B, Stone EC, Kelz RR, Reinke CE, Morgan S, Solomkin JS, Mazuski JE, Dellinger EP, Itani KMF, Berbari EF, Segreti J, Parvizi J, Blanchard J, Allen G, Kluytmans JAJW, Donlan R, Schechter WP; Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. Centers for Disease Control and Prevention Guideline for the Prevention of Surgical Site Infection, 2017. *JAMA Surg* 2017;152(8):784-91. [Crossref](#) [Erratum in: p. 803. [Crossref](#)]
30. Vamvakas EC, Blajchman MA. Deleterious clinical effects of transfusion-associated immunomodulation: fact or fiction? *Blood* 2001;97(5):1180-95. [Crossref](#)
31. Dronge AS, Perkal MF, Kancir S, Concato J, Aslan M, Rosenthal RA. Long-term glyceemic control and postoperative infectious complications. *Arch Surg* 2006;141(4):375-80; discussion 380. [Crossref](#)
32. Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, Silver LC, Jarvis WR; Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. Guideline for Prevention of Surgical Site Infection, 1999. *Am J Infect Control* 1999;27(2):97-134. [Crossref](#)
33. Heys SD, Ogston KN. Peri-operative nutritional support: controversies and debates. *Int J Surg Investig* 2000;2(2):107-15.
34. Aalirezai A, Anoushiravani A, Cashman J, Choon D, Danoff J, Dietz M, Gold P, Schwarzkopf R, Sheehan E, Vigante D. General Assembly, Prevention, Host Risk Mitigation - Local Factors: Proceedings of International Consensus on Orthopedic Infections. *J Arthroplasty* 2019;34(2S):S37-41. [Crossref](#)
35. Kalmeijer MD, Coertjens H, van Nieuwland-Bollen PM, Bogaers-Hofman D, de Baere GAJ, Stuurman A, van Belkum A, Kluytmans JAJW. Surgical site infections in orthopedic surgery: the effect of mupirocin nasal ointment in a double-blind, randomized, placebo-controlled study. *Clin Infect Dis* 2002;35(4):353-8. [Crossref](#)
36. Kim DH, Spencer M, Davidson SM, Li L, Shaw JD, Gulczynski D, Hunter DJ, Martha JF, Miley GB, Parazin SJ, Dejoie P, Richmond JC. Institutional prescreening for detection and eradication of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in patients undergoing elective orthopaedic surgery. *J Bone Joint Surg Am* 2010;92(9):1820-6. [Crossref](#)
37. Akesson P, Chen AF, Deirmengian GK, Geary M, Quevedo MS, Sousa R, Springer BD, Wang Q. General Assembly, Prevention, Risk Mitigation, Local Factors: Proceedings of International Consensus on Orthopedic Infections. *J Arthroplasty* 2019;34(2S):S49-53. [Crossref](#)
38. Karki S, Cheng AC. Impact of non-rinse skin cleansing with chlorhexidine gluconate on prevention of healthcare-associated infections and colonization with multi-resistant organisms: a systematic review. *J Hosp Infect* 2012;82(2):71-84. [Crossref](#)
39. Webster J, Osborne S. Preoperative bathing or showering with skin antiseptics to prevent surgical site infection. *Cochrane Database Syst Rev* 2015(2):CD004985. [Crossref](#)
40. Atkins GJ, Alberdi MT, Beswick A, Blaha JD, Bingham J, Cashman J, Chen AF, Cooper AM, Cotacio GL, Fraguas T, Gambhir A, Gromov K, Guerra E, Hooper G, Khlopa A, Kieser D, Klaber I, Kyte R, Levine B, Mont MA, Nikolaou V, Nuñez J, Overgaard S, Parvizi J, Saxena A, Sayago G, Shahcheraghi H, Sodhi N, Solomon LB, Starczak Y, Tan TL, Tarabichi M, Olivan RT, Virolainen P, Wyatt M. General Assembly, Prevention, Surgical Site Preparation: Proceedings of International Consensus on Orthopedic Infections. *J Arthroplasty* 2019;34(2S):S85-92. [Crossref](#)
41. Tanner J, Woodings D, Moncaster K. Preoperative hair removal to reduce surgical site infection. *Cochrane Database Syst Rev* 2006(2):CD004122. [Crossref](#)
42. Chiu KY, Lau SK, Fung B, Ng KH, Chow SP. Plastic adhesive drapes and wound infection after hip fracture surgery. *Aust N Z J Surg* 1993;63(10):798-801. [Crossref](#)
43. Webster J, Alghamdi A. Use of plastic adhesive drapes during surgery for preventing surgical site infection. *Cochrane Database Syst Rev* 2015(4):CD006353. [Crossref](#)
44. Widmer AF. Replace hand washing with use of a waterless alcohol hand rub? *Clin Infect Dis* 2000;31(1):136-43. [Crossref](#)
45. Parienti JJ, Thibon P, Heller R, Le Roux Y, von Theobald P, Bensadoun H, Bouvet A, Lemarchand F, Le Coutour X; for Members of the Antiseptie Chirurgicale des Mains Study Group. Hand-rubbing with an aqueous alcoholic solution vs traditional surgical hand-scrubbing and 30-day surgical site infection rates: a randomized equivalence study. *JAMA* 2002;288(6):722-7. [Crossref](#)
46. Misteli H, Weber WP, Reck S, Rosenthal R, Zwahlen M, Fueglistaler P, Bolli MK, Oertli D, Widmer AF, Marti WR. Surgical glove perforation and the risk of surgical site infection. *Arch Surg* 2009;144(6):553-8; discussion 558. [Crossref](#)
47. Baldini A, Blevins K, Del Gaizo D, Enke O, Goswami K, Griffin W, Indelli PF, Jennison T, Kenanidis E, Manner P, Patel R, Puhto T, Sancheti P, Sharma R, Sharma R, Shetty R, Sorial R, Talati N, Tarity TD, Tetsworth K, Topalis C, Tsiridis E, Dahl AW, Wilson M. General Assembly, Prevention, Operating Room - Personnel: Proceedings of International Consensus on Orthopedic Infections. *J Arthroplasty* 2019;34(2S):S97-104. [Crossref](#)
48. Autorino CM, Battenberg A, Blom A, Catani F, El Ganzoury I, Farrell A, Giorgini A, Goswami K, Hernandez V, Karas V, Kunutsor SK, Lewallen DG, Mahmoud AN, Osman WS, Sheehan E, Smith BM, Soliman RA, Spangehl M, Young S. General Assembly, Prevention, Operating Room - Surgical Attire: Proceedings of International Consensus on Orthopedic Infections. *J Arthroplasty* 2019;34(2S):S117-25. [Crossref](#)
49. Alaae F, Angerame M, Bradbury T, Blackwell R, Booth RE, Brekke AC, Courtney PM, Frenkel T, FR Silva G, Heller S, Hube R, Ismaili S, Jennings J, Lee M, Noble PC, Ponzio D, Saxena A, Simpson H, Smith BM, Smith EB, Stephens S, Vasarhelyi E, Wang Q, Yeo SJ. General Assembly, Prevention, Operating Room - Surgical Technique: Proceedings of International Consensus on Orthopedic Infections. *J Arthroplasty* 2019;34(2S):S139-46. [Crossref](#)
50. Alsadaan M, Alrumaih HA, Brown T, Burgo FJ, Cabo FJ, Fillingham Y, Gambhir A, Giori N, Goosen J, Goswami K, Hoekstra MC, Ilyas I, Jahoda D, Nelissen R, Petrie MJ, Ravetti L, Saheed Y, Smailys A, Stucinskas J, Zeniauskas L. General Assembly, Prevention, Operating Room - Surgical Field: Proceedings of International Consensus on Orthopedic Infections. *J Arthroplasty* 2019;34(2S):S127-30. [Crossref](#)
51. Petrisor B, Jeray K, Schemitsch E, Hanson B, Sheila Sprague, David Sanders, Mohit Bhandari; the FLOW Investigators. Fluid lavage in patients with open fracture wounds (FLOW): an international survey of 984 surgeons. *BMC Musculoskelet Disord* 2008;9:7. [Crossref](#)
52. Blom A, Cho JE, Fleischman A, Goswami K, Ketonis C, Kunutsor SK, Makar G, Meeker DG, Morgan-Jones R, Ortega-Peña S, Parvizi J, Smeltzer M, Stambough JB, Urish K, Ziliotto G. General Assembly, Prevention, Antiseptic Irrigation Solution: Proceedings of International Consensus on Orthopedic Infections. *J Arthroplasty* 2019;34(2S):S131-8. [Crossref](#)

53. Chu CC, Williams DF. Effects of physical configuration and chemical structure of suture materials on bacterial adhesion. A possible link to wound infection. *Am J Surg* 1984;147(2):197–204. [Crossref](#)
54. Al-Hourabi RK, Aalirezaie A, Adib F, Anoushiravani A, Bhashyam A, Binlaksar R, Blevins K, Bonanzinga T, Chih-Kuo F, Cordova M, Deirmengian GK, Fillingham Y, Frenkel T, Gomez J, Gundtoft P, Harris MA, Harris M, Heller S, Jennings JA, Jiménez-Garrido C, Karam JA, Khlopa A, Klement MR, Komnos G, Krebs V, Lachiewicz P, Miller AO, Mont MA, Montañez E, Romero CA, Schwarzkopf R, Shaffer A, Sharkey PF, Smith BM, Sodhi N, Thienpont E, Villanueva AO, Yazdi H. General Assembly, Prevention, Wound Management: Proceedings of International Consensus on Orthopedic Infections. *J Arthroplasty* 2019;34(2S):S157–68. [Crossref](#)
55. Aalirezaie A, Akkaya M, Barnes CL, Bengoa F, Bozkurt M, Cichos KH, Ghanem E, Darouiche RO, Dzerins A, Gursoy S, Illiger S, Karam JA, Klaber I, Komnos G, Lohmann C, Merida E, Mitt P, Nelson C, Paner N, Perez-Atanasio JM, Reed M, Sangster M, Schweitzer D, Simsek ME, Smith BM, Stocks G, Studers P, Talevski D, Teuber J, Travers C, Vince K, Wolf M, Yamada K, Vince K. General Assembly, Prevention, Operating Room Environment: Proceedings of International Consensus on Orthopedic Infections. *J Arthroplasty* 2019;34(2):S105–15. [Crossref](#)
56. Panahi P, Stroh M, Casper DS, Parvizi J, Austin MS. Operating room traffic is a major concern during total joint arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2012;470(10):2690–4. [Crossref](#)
57. Dalstrom DJ, Venkatarayappa I, Manternach AL, Palcic MS, Heyse BA, Prayson MJ. Time-dependent contamination of opened sterile operating-room trays. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90(5):1022–5. [Crossref](#)
58. Brown AR, Taylor GJ, Gregg PJ. Air contamination during skin preparation and draping in joint replacement surgery. *J Bone Joint Surg Br* 1996;78-B(1):92–4. [Crossref](#)
59. Pauser J, Nordmeyer M, Biber R, Jantsch J, Kopschina C, Bail HJ, Brem MH. Incisional negative pressure wound therapy after hemiarthroplasty for femoral neck fractures - reduction of wound complications. *Int Wound J* 2016;13(5):663–7. [Crossref](#)
60. Arnold WV, Bari AK, Buttaro M, Huang R, Mirez JP, Neira I, Poojary A, Purtill JJ, Quevedo MS, Ricaurte JCG, Scuderi G, Thakur H, Tozun IR. General Assembly, Prevention, Postoperative Factors: Proceedings of International Consensus on Orthopedic Infections. *J Arthroplasty* 2019;34(2S):S169–74. [Crossref](#)
61. AAoO Surgeons. Recommendations for the Use of Intravenous Antibiotic Prophylaxis in Primary Total Joint Arthroplasty, 2004. Information Statement 1027. Revised March, 2014. <https://static1.squarespace.com/static/579770cd197aea84455d6908/t/57d853e56b8f5bf2c6d0de7c/1473795046239/1027+Recommendations+for+the+Use+of+Intravenous+Antibiotic+Prophylaxis+in+Primary+Total+Joint+Arthroplasty.pdf>
62. Bondarenko S, Chang CB, Cordero-Ampuero J, Kates S, Kheir M, Klement MR, McPherson E, Morata L, Silibovsky R, Skaliczki G, Soriano A, Suárez R, Szatmári A, Webb J, Young S, Zimmerli W. General Assembly, Prevention, Antimicrobials (Systemic): Proceedings of International Consensus on Orthopedic Infections. *J Arthroplasty* 2019;34(2S):S61–73. [Crossref](#)
63. Kao FC, Hsu YC, Chen WH, Lin JN, Lo YY, Tu YK. Prosthetic Joint Infection Following Invasive Dental Procedures and Antibiotic Prophylaxis in Patients with Hip or Knee Arthroplasty. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2017;38(2):154–61. [Crossref](#)
64. Coelho-Prabhu N, Oxentenko AS, Osmon DR, Baron TH, Hanssen AD, Wilson WR, Steckelberg JM, Baddour LM, Harmsen WS, Mandrekar J, Berbari EF. Increased risk of prosthetic joint infection associated with esophago-gastro-duodenoscopy with biopsy. *Acta Orthop* 2013;84(1):82–6. [Crossref](#)
65. Baeza J, Cury MB, Fleischman A, Ferrando A, Fuertes M, Goswami K, Lidgren L, Linke P, Manrique J, Makar G, McLaren A, Moriarty TF, Ren Q, Vince K, Wahl P, Webb J, Winkler H, Witsø E, Young S. General Assembly, Prevention, Local Antimicrobials: Proceedings of International Consensus on Orthopedic Infections. *J Arthroplasty* 2019;34(2S):S75–84. [Crossref](#)
66. Second International Consensus Meeting (ICM) on Musculoskeletal Infection. *PJI Consensus*, 2018. <http://icmphilly.com>