



التیام

شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳۳۲۹۱

[eltiam.ivsa@yahoo.com](mailto:eltiam.ivsa@yahoo.com)

<http://eltiamjournal.ir/>

## اصول استفاده از آنتی بیوتیک‌ها در جراحی

داود کاظمی

دانشیار جراحی دامپزشکی، گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، علوم پزشکی تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

[dkazemi@iaut.ac.ir](mailto:dkazemi@iaut.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۳۰، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۱۲

 <https://doi.org/10.61186/eltiamj.11.1.64>



کپی‌رایت © مجله التیام؛ دسترسی آزاد؛ کپی‌برداری، توزیع و نشر برای استفاده کامل با ذکر منبع آزاد است. © نویسندگان. ناشر: انجمن جراحی دامپزشکی ایران.

### چکیده

**زمینه و نوع مطالعه:** مطالعه مروری اصول استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در جراحی

**هدف:** بیان نحوه کاربرد اصولی آنتی‌بیوتیک‌ها در جراحی

**روش کار:** مطالعه مروری با استفاده از منابع مختلف منتشرشده در ارتباط با کاربرد و نحوه استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در جراحی

**نتایج:** آنتی‌بیوتیک‌ها داروهایی هستند که جهت درمان عفونت‌های باکتریایی به کار می‌روند. این داروها بر اساس منفا، طیف اثر، کاربرد بالینی و مکانیسم اثر به گروه‌های مختلف تقسیم‌بندی می‌شوند. آنتی‌بیوتیک‌ها در جراحی باهدف پیشگیری از وقوع عفونت‌های موضع عمل و یا درمان عفونت‌های ایجادشده به کار می‌روند. تقسیم‌بندی جراحی به انواع تمیز، تمیزآلوده، آلوده و کثیف مهم‌ترین عامل در انتخاب نوع کاربرد آنتی‌بیوتیک در جراحی محسوب می‌شود. در جراحی‌های تمیز نیازی به استفاده از این داروها مگر در شرایط خاص وجود ندارد. آنتی‌بیوتیک پیشگیرانه در جراحی‌های تمیزآلوده و آلوده به کار می‌رود تا از ایجاد عفونت بعد از عمل پیشگیری شود. در جراحی‌های کثیف که موضع عمل دچار عفونت قبلی است این داروها به شکل درمانی به کار می‌روند. تجویز پیشگیرانه آنتی‌بیوتیک به شکل تزریق داخل وریدی و قبل از آغاز جراحی انجام می‌شود تا غلظت درمانی آن در بافت‌های هدف ایجادشده و از عفونت آن‌ها پیشگیری کند؛ بنابراین داروهایی که قابلیت تزریق داخل وریدی را داشته باشند در شیوه پیشگیرانه مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین انتخاب نوع دارو بر اساس فلور طبیعی موجود در بافت‌های هدف یا موضع عمل انجام می‌شود. تجویز داروی پیشگیرانه در انتهای عمل متوقف شده و یا حداکثر تا ۲۴ ساعت بعد از عمل ادامه پیدا می‌کند. در شکل درمانی، درمان با آنتی‌بیوتیک قبل از آغاز جراحی آغازشده

و در حین عمل و بعد از آن نیز ادامه پیدا می‌کند تا عفونت به‌طور کامل درمان شود. انتخاب نوع آنتی‌بیوتیک در این شیوه بر اساس کشت میکروبی و تعیین حساسیت آنتی‌بیوتیکی انجام می‌شود. امروزه با به‌کارگیری شیوه‌های نوین، امکان استفاده موضعی از آنتی‌بیوتیک‌ها نیز در جراحی فراهم شده است. در این مقاله ویژگی‌های کلی آنتی‌بیوتیک‌ها توضیح داده شده و سپس اصول استفاده پیشگیرانه و درمانی آنتی‌بیوتیک‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

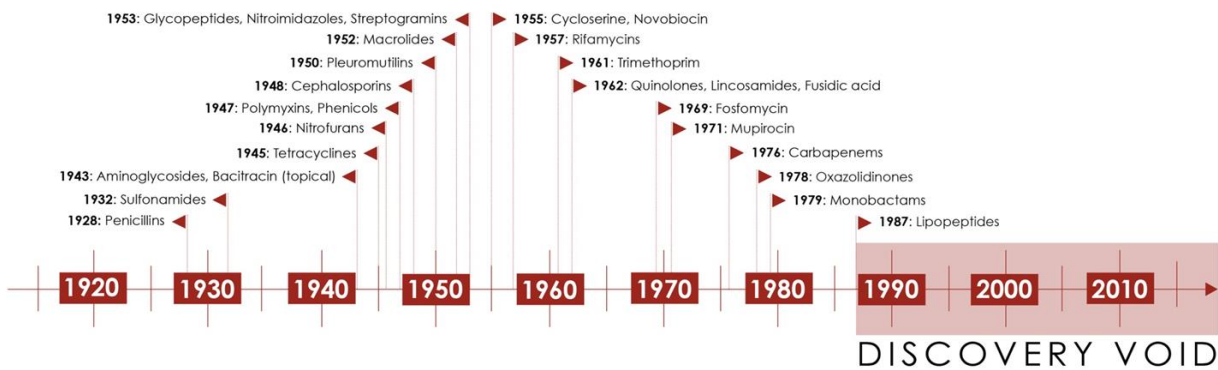
**نتیجه‌گیری نهایی:** به‌کارگیری آنتی‌بیوتیک‌ها باید به شکلی معقول و اصولی انجام شود تا ضمن افزایش کارایی آن‌ها در پیشگیری و درمان عفونت، از شکل‌گیری مقاومت آنتی‌بیوتیکی جلوگیری شود.

**واژه‌های کلیدی:** آنتی‌بیوتیک پیشگیرانه، آنتی‌بیوتیک درمانی، جراحی، مقاومت آنتی‌بیوتیکی

### مقدمه

شد. بسیاری از آنتی‌بیوتیک‌ها در طی این دوران طلایی تولید و به کار گرفته شدند (تصویر شماره ۱). کاربرد بالینی آنتی‌بیوتیک‌ها منجر به پیشرفت‌های شگرفی در طب نوین شد و علاوه بر درمان بیماری‌های عفونی، انجام بسیاری از اعمال جراحی و اقدامات درمانی پیشرفته مانند جراحی قلب باز، پیوند اعضا و شیمی‌درمانی امکان‌پذیر گشت. به‌تدریج استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در دامپزشکی و دام‌پروری نیز جهت درمان و پیشگیری از عفونت‌های دامی و به‌عنوان محرک رشد رواج پیدا کرد. افزایش روزافزون به‌کارگیری این دسته از داروها در انسان و حیوانات منجر به ایجاد مقاومت دارویی و شکل‌گیری باکتری‌های مقاوم به درمان شد. باکتری‌ها موجوداتی انعطاف‌پذیر بوده و قادر به ایجاد تغییر در ساختار سلولی خود در پاسخ به شرایط نامساعد محیطی از جمله حضور آنتی‌بیوتیک‌ها هستند. امروزه مقاومت آنتی‌بیوتیکی به حدی گسترش پیدا کرده که تبدیل به یکی از مهم‌ترین معضلات و چالش‌های طب انسانی و حیوانی شده است. مصرف بی‌رویه، خودسرانه و بدون دلیل این دسته از داروها مهم‌ترین علت گسترش مقاومت آنتی‌بیوتیکی محسوب می‌شود. جهت مقابله با این مشکل فراگیر، استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در تمامی شاخه‌های طب بالینی از جمله جراحی باید به شکل اصولی و با شناخت کامل خصوصیات آن‌ها انجام شود (۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷).

آنتی‌بیوتیک‌ها داروهایی هستند که جهت درمان عفونت‌های باکتریایی به کار می‌روند. این دسته از داروها به شکل انتخابی موجب توقف رشد و یا مرگ سلول‌های باکتریایی بدون تأثیر چشمگیر بر سلول‌های بدن میزبان می‌شوند. اصطلاح آنتی‌بیوتیک در اواخر قرن نوزدهم میلادی در مورد ترکیباتی به کار می‌رفت که دارای تأثیرات مخرب بر روی موجودات زنده به‌ویژه میکروارگانیسم‌ها بودند. در سال ۱۹۴۷ میلادی، سلمن واکسمن (Selman Waksman)، بیوشیمیست و میکروبیولوژیست آمریکایی، تعریف جامع‌تری برای اصطلاح آنتی‌بیوتیک به معنای ترکیبات شیمیایی تولیدشده توسط میکروارگانیسم‌ها که توانایی متوقف کردن رشد باکتری‌ها و یا از بین بردن آن‌ها را دارند، ارائه کرد. بر این اساس، آنتی‌بیوتیک‌ها از طریق اتصال به گیرنده‌های خاص و ایجاد اختلال در روندهای بیوشیمیایی حیاتی، عملکرد خود را در مقابله با باکتری‌ها انجام می‌دهند. کپک‌ها و عصاره‌های گیاهی از هزاران سال قبل برای درمان عفونت مورد استفاده قرار می‌گرفتند. مصریان باستان بدون اطلاع از باکتری‌ها به‌عنوان عوامل مولد عفونت، از نان کپک‌زده برای درمان زخم‌های عفونی استفاده می‌کردند. کشف اتفاقی پنی‌سیلین توسط الکساندر فلمینگ (Alexander Fleming) در سال ۱۹۲۸ میلادی به‌عنوان نقطه عطفی در تاریخچه تحقیقات مربوط به آنتی‌بیوتیک‌ها محسوب می‌شود که منجر به آغاز دوران طلایی اکتشاف داروهای آنتی‌بیوتیکی



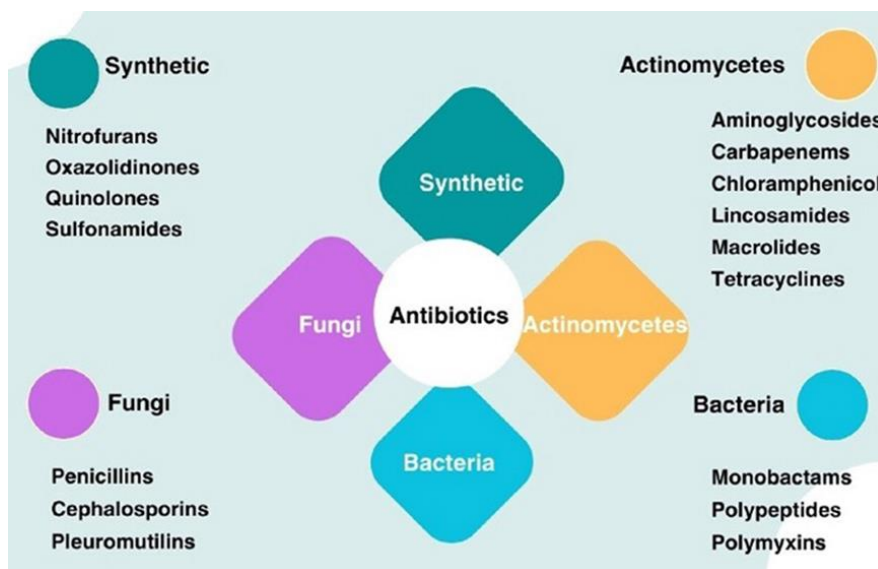
© ReAct Group 2015

تصویر ۱: جدول زمانی کشف آنتی‌بیوتیک‌ها (۸)

توصیف آنتی‌بیوتیک‌های صنعتی به کار می‌رود. از لحاظ طیف اثر، آنتی‌بیوتیک‌ها به دودسته وسیع الطیف (Broad spectrum) و محدود الطیف (Narrow spectrum) تقسیم‌بندی می‌شوند. آنتی‌بیوتیک‌های وسیع الطیف علیه طیف گسترده‌ای از باکتری‌های بیماری‌زا مؤثر می‌باشند در حالی که آنتی‌بیوتیک‌های محدود الطیف فقط بر روی باکتری‌های خاصی مؤثر واقع می‌شوند. از لحاظ کاربرد بالینی نیز، این دسته از داروها به دودسته آنتی‌بیوتیک‌های سیستمیک و موضعی طبقه‌بندی می‌شوند (۱، ۲، ۴، ۶، ۹).

### طبقه‌بندی و مکانیسم اثر آنتی‌بیوتیک‌ها

آنتی‌بیوتیک‌ها بر اساس منشأ، طیف اثر، کاربرد بالینی و مکانیسم اثر، به گروه‌های مختلفی دسته‌بندی می‌شوند. از لحاظ منشأ، آنتی‌بیوتیک‌ها به دودسته طبیعی و ساختگی طبقه‌بندی می‌شوند. اکثر آنتی‌بیوتیک‌ها دارای منشأ طبیعی بوده و از کپک‌ها یا قارچ‌ها، باکتری‌ها و اکتینومیسیت‌ها (Actinomycetes) استخراج شده و برخی از آنها نیز به شکل صنعتی تولید می‌شوند (تصویر شماره ۲). در برخی موارد، اصطلاح داروهای ضد میکروبی (Antimicrobials) نیز جهت



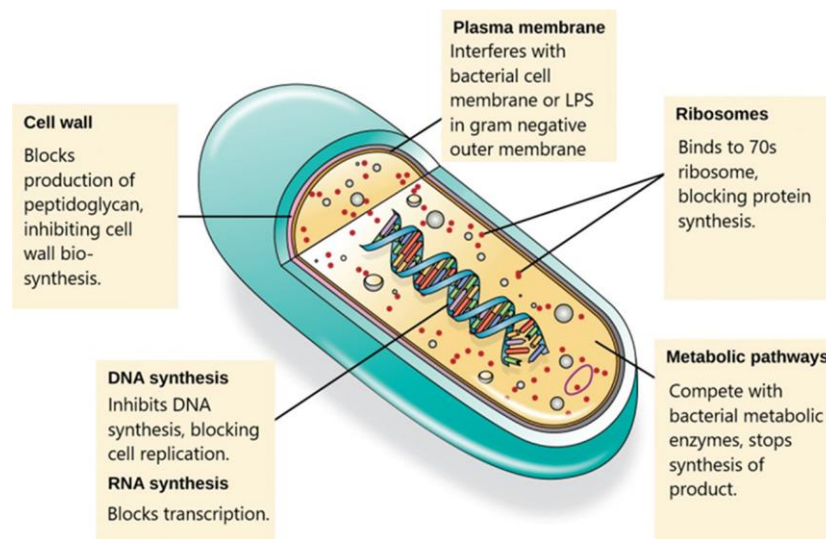
تصویر ۲: طبقه‌بندی آنتی‌بیوتیک‌ها بر اساس منشأ (۱)

ها، مترونیدازول، سیپروفلوکساسین و آمینوگلیکوزیدها از جمله داروهای باکتری‌سایید و تتراسایکلین‌ها، اریترومایسین، کلاریترومایسین، آزیترومایسین، کلیندامایسین و سولفونامیدها در گروه داروهای باکتریواستاتیک قرار می‌گیرند. آنتی‌بیوتیک‌ها این دو عملکرد را با مکانیسم‌های مختلف و از طریق تأثیر بر اجزای مختلف سلولی باکتری‌ها انجام می‌دهند بنابراین

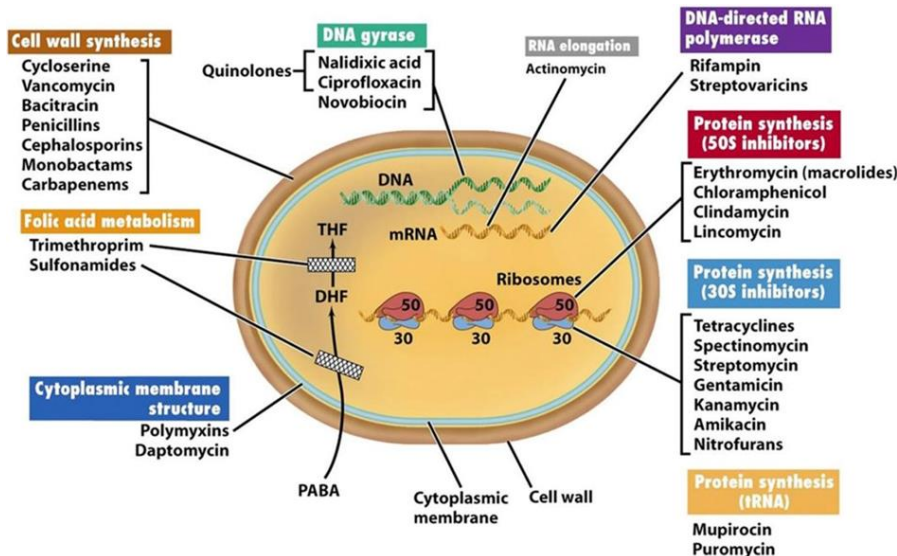
از لحاظ مکانیسم اثر، آنتی‌بیوتیک‌ها به دودسته کلی تقسیم‌بندی می‌شوند. دسته‌ای از این داروها که منجر به از بین رفتن باکتری‌ها می‌شوند باکتری‌سایید (Bactericidal) و دسته دیگر که از رشد و تکثیر باکتری‌ها جلوگیری کرده تا سیستم ایمنی بدن بر آنها غلبه کند باکتریواستاتیک (Bacteriostatic) نامیده می‌شوند. پنی‌سیلین، سفالوسپورین

آنتی‌بیوتیک‌ها بر روی سلول‌های باکتریایی محسوب می‌شود که در تصاویر شماره ۳ و ۴ نشان داده شده است (۱، ۲، ۶، ۹).

طبقه‌بندی آن‌ها بر این اساس نیز انجام می‌شود. ممانعت از تشکیل دیواره سلولی، غشا پلاسمایی، اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌ها و اسیدفولیک از مکانیسم‌های اصلی تأثیر



تصویر ۳: نحوه تأثیر آنتی‌بیوتیک‌ها بر اجزای سلولی باکتری‌ها (۱۰)



تصویر ۴: طبقه‌بندی آنتی‌بیوتیک‌ها بر اساس محل اثر (۱۱)

تولنایی نفوذ به داخل باکتری را نداشته و یا محل اثر آن در سلول باکتریایی وجود نداشته باشد شکل ذاتی مقاومت ایجاد می‌شود. برای مثال آنتی‌بیوتیک‌هایی مانند پنی‌سیلین که با تأثیر بر روی دیواره سلولی باکتری‌ها عمل می‌کنند نمی‌توانند بر روی باکتری‌های فاقد دیواره سلولی مانند مایکوپلازما مؤثر واقع شوند. در شکل اکتسابی، مقاومت از طریق جهش یا انتقال مواد ژنتیکی از باکتری‌های مقاوم به باکتری‌های حساس ایجاد می‌شود. در حال حاضر مقاومت آنتی‌بیوتیکی بدون در نظر

## مقاومت در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها

توانایی باکتری جهت حفظ حیات در حضور آنتی‌بیوتیک‌هایی که مانع از رشد و تکثیر آن‌ها شده و یا آن‌ها را از بین می‌برند مقاومت آنتی‌بیوتیکی نامیده می‌شود. مقاومت آنتی‌بیوتیکی پدیده نوظهوری نیست به نحوی که اولین موارد بالینی آن در سال‌های ۱۹۳۵ و ۱۹۴۱ میلادی علیه سولفونامیدها و پنی‌سیلین گزارش شده است. مقاومت به دو شکل ذاتی (Intrinsic) و اکتسابی (Acquired) ایجاد می‌شود. اگر دارو

داخلی بدن تقسیم‌بندی می‌شوند. این نوع عفونت‌ها به دلیل آلودگی میکروبی موضع عمل در حین جراحی ایجاد می‌شوند. در صورتی که میزان آلودگی بیش از  $10^5$  عدد در هر گرم بافت باشد احتمال ایجاد عفونت به شدت افزایش پیدا می‌کند. فلور میکروبی موجود در پوست، مخاطات و احشاء توخالی بدن بیمار مهم‌ترین منبع باکتری‌های آلوده‌کننده موضع عمل محسوب می‌شود. گروه جراحی، لوازم و وسایل جراحی و محیط فیزیکی اتاق عمل نیز به‌عنوان منابع آلوده‌کننده زخم جراحی عمل می‌کنند. استفاده پیشگیرانه از آنتی‌بیوتیک‌ها در اعمال جراحی منجر به کاهش شدت آلودگی باکتریایی و پیشگیری از وقوع عفونت بعد از عمل می‌شود (۹، ۱۳).

تصمیم‌گیری جهت استفاده پیشگیرانه از آنتی‌بیوتیک‌ها، بر اساس تقسیم‌بندی زخم جراحی به انواع مختلف با توجه به میزان آلودگی انجام می‌شود. بر این اساس، جراحی‌ها به چهار نوع مختلف تمیز (Clean)، تمیز-آلوده (Clean-contaminated)، آلوده (Contaminated) و کثیف (Dirty) تقسیم‌بندی می‌شوند (جدول شماره ۱). کمترین میزان آلودگی زخم و عفونت موضع عمل در جراحی‌های تمیز و بیشترین میزان آن در جراحی‌های کثیف مشاهده می‌شود. هرچند سایر عوامل مؤثر در ایجاد عفونت‌های موضع عمل مانند تکنیک جراحی، مدت‌زمان بیهوشی و جراحی و میزان سلامتی بیمار در این تقسیم‌بندی لحاظ نمی‌شود اما استفاده از آن شیوه‌ای مناسب و کاربردی محسوب می‌شود. بر این اساس، استفاده پیشگیرانه از آنتی‌بیوتیک در جراحی‌های تمیز-آلوده و آلوده انجام می‌شود. در جراحی‌های کثیف نیز، آنتی‌بیوتیک‌ها به شکل درمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در جراحی‌های تمیز، با توجه به این که کمترین میزان عفونت مشاهده می‌شود بنابراین توصیه کلی عدم به‌کارگیری آنتی‌بیوتیک پیشگیرانه است. از طرف دیگر باید توجه داشت که بروز عفونت در بسیاری از اعمال جراحی تمیز به‌ویژه اعمال ارتوپدی که پروتزهای مختلفی در داخل بدن کار گذاشته می‌شود عواقب جبران‌ناپذیری به دنبال خواهد داشت. به همین دلیل آنتی‌بیوتیک پیشگیرانه حتی در صورت تمیز بودن جراحی در عمل‌های ارتوپدی، کار گذاشتن هرگونه پروتز در داخل بدن، بیمارانی که احتمال ایجاد عفونت در آن‌ها بیشتر است، جراحی‌هایی که عفونت منجر به عدم موفقیت آن‌ها خواهد شد

گرفتن نحوه ایجاد و شکل‌گیری آن یکی از بزرگ‌ترین مشکلات طب انسانی و دامی محسوب می‌شود. مصرف بیش‌ازحد، استفاده نادرست از داروهای وسیع‌الطیف، دوز اشتباه و عدم پیروی از الگوی درمانی مشخص به‌عنوان دلایل اصلی گسترش مقاومت آنتی‌بیوتیکی در نظر گرفته می‌شود (۲، ۶، ۷، ۹).

### کاربرد آنتی‌بیوتیک‌ها در جراحی

آنتی‌بیوتیک‌ها در جراحی به دو شکل پیشگیری‌کننده (Prophylactic) و درمانی (Therapeutic) مورد استفاده قرار می‌گیرند. در شکل پیشگیری‌کننده، هیچ‌گونه عفونتی در بدن بیمار وجود نداشته و هدف از مصرف دارو، پیشگیری از بروز عفونت بعد از عمل است؛ بنابراین دارو قبل از آغاز جراحی به کار می‌رود تا میزان آلودگی باکتریایی در حین جراحی کمتر از مقدار مورد نیاز برای ایجاد عفونت باقی بماند. به‌عبارت‌دیگر اگر میزان آلودگی باکتریایی زخم جراحی کمتر از  $10^5$  عدد باکتری در هر گرم بافت باشد، سیستم ایمنی و مکانیسم‌های دفاعی بدن با غلبه بر باکتری‌ها مانع ایجاد عفونت می‌شوند. در صورتی که عفونت از قبل در موضع عمل و یا سایر قسمت‌های بدن وجود داشته باشد، آنتی‌بیوتیک به شکل درمانی به کار می‌رود. با توجه به مطالب فوق، به‌کارگیری آنتی‌بیوتیک‌ها در جراحی باید به شکلی کاملاً هدفمند انجام شود تا امکان حصول بهترین نتیجه درمانی فراهم‌شده و از بروز مقاومت آنتی‌بیوتیکی نیز جلوگیری شود. استفاده اصولی از آنتی‌بیوتیک‌ها نیازمند داشتن دانش کافی از فلور طبیعی قسمت‌های مختلف بدن و طبقه‌بندی، مکانیسم اثر، خصوصیات فارماکولوژیک و روش‌های تجویز آنتی‌بیوتیک‌ها است. (۶، ۹، ۱۲).

### اصول استفاده پیشگیرانه از آنتی‌بیوتیک‌ها

تجویز پیشگیرانه آنتی‌بیوتیک جهت ممانعت از وقوع عفونت‌های موضع عمل (Surgical site infections) انجام می‌شود. این نوع عفونت‌ها در فاصله زمانی مشخص ۳۰ روزه بعد از جراحی، در محل برش یا بافت‌های عمقی‌تر ایجاد می‌شود. در صورت استفاده از پروتز (Implant) این زمان تا ۱ سال بعد از جراحی نیز افزایش پیدا می‌کند. عفونت‌های موضع عمل بر اساس عمق و نوع بافت مبتلا به انواع عفونت‌های برشی سطحی (شامل پوست و بافت زیر جلد)، عفونت‌های برشی عمقی (شامل سطوح فاسیایی و عضلات) و عفونت‌های مربوط به اندام‌ها یا فضا‌های

و در اعمالی که بیش از ۹۰ دقیقه طول خواهند کشید  
مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۲، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹،  
۲۰).

جدول شماره ۱: تقسیم‌بندی زخم جراحی بر اساس میزان آلودگی (۱۴، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۲۱، ۲۲)

میزان عفونت در انسان	میزان عفونت در گاو	میزان عفونت در اسب	میزان عفونت در سگ و گربه	خصوصیات	نوع زخم جراحی
۱٪/۲-۳/۹	۱۰٪/۱	۴٪/۹	۴-۲٪/۹	غیر ضربه‌ای، فاقد التهاب، عدم برش احشاء حاوی فلور (دستگاه‌های تنفسی، گوارشی و ادراری-تناسلی)، عدم تخطی از اصول آسپسی	تمیز
۲٪/۷-۴/۷	۱۵٪/۴	۱۰٪/۳۹	۳٪/۴-۵/۵	برش دستگاه گوارش و تنفس بدون خروج محتویات و ایجاد آلودگی در موضع عمل، برش بخش دهانی حلق و واژن، برش دستگاه ادراری-تناسلی و مجاری صفراوی غیر عفونی، تخطی جزئی از اصول آسپسی	تمیزآلوده
۶٪/۱۵-۴/۲	۲۶٪/۷	۱۱٪/۴۲	۴٪/۹-۶/۱	خروج واضح محتویات دستگاه گوارش، برش دستگاه ادراری-تناسلی و مجاری صفراوی عفونی، جراحی زخم ضربه‌ای تازه (کمتر از ۴ ساعت پس از ایجاد زخم)، تخطی کامل از اصول آسپسی	آلوده
۷٪/۴۰-۱	۵۰٪	۱۳٪/۹۴	۶٪/۱۷-۷/۱۸	جراحی بر روی بافت‌های مبتلا به التهاب حاد باکتریایی، برش بافت‌های تمیز جهت دسترسی به آبسه یا مناطق حاوی چرک، جراحی زخم ضربه‌ای با تأخیر (بیش از ۴ ساعت پس از ایجاد زخم) یا حاوی مواد خارجی، بافت مرده و آلودگی مدفوعی	کثیف

مشابهی در دامپزشکی وجود ندارد اما استفاده از آنتی‌بیوتیک به شکل پیشگیرانه در بیماران حیوانی نیز مبتنی بر همین اصول است (۱۹، ۲۲).

### الف- انتخاب نوع آنتی‌بیوتیک

آنتی‌بیوتیک انتخابی باید توانایی مقابله با باکتری‌هایی را داشته باشد که منجر به عفونت موضع عمل می‌شود. شایع‌ترین عواملی که از عفونت‌های موضع عمل جداسازی می‌شوند باکتری‌هایی هستند که به‌عنوان فلور طبیعی در پوست و موضع عمل حضور دارند. به‌طور کلی آنتی‌بیوتیک‌های باکتری سایید، محدودالطیف،

دستورالعمل استفاده پیشگیرانه از آنتی‌بیوتیک که در سال ۲۰۰۲ میلادی توسط مرکز مبارزه با بیماری‌ها (Centers for disease control) و در قالب طرح بهبود مراقبت‌های جراحی به‌منظور کاهش عفونت‌های موضع عمل ارائه شده است شامل چهار بخش کلیدی است: انتخاب نوع آنتی‌بیوتیک بر اساس عوامل بیماری‌زای موجود در موضع عمل، تجویز داروی آنتی‌بیوتیک در زمان مناسب جهت رسیدن به حداکثر غلظت سرمی دارو هم‌زمان با شروع جراحی، قطع مصرف داروی آنتی‌بیوتیک در فاصله زمانی ۲۴ ساعت پس از عمل و تجویز مناسب آنتی‌بیوتیک در حین عمل. هرچند دستورالعمل‌های

وزن بدن به عنوان داروی انتخابی به کار می‌رود زیرا دارویی مؤثر و ارزان قیمت بوده و بیشترین مطالعات بر روی آن انجام شده است. در جراحی اسب، پنی سیلین به عنوان اولین داروی انتخابی به کار می‌رود زیرا علیه بسیاری از عوامل بیماری‌زا مؤثر است. آمپی سیلین نیز در جراحی‌های ارتوپدی مورد استفاده قرار می‌گیرد. ترکیب پنی سیلین و جنتامایسین نیز در جراحی‌های محوطه شکمی مانند کولیک به کار می‌رود (۱۵، ۲۳، ۲۴).

دارای قدرت نفوذ بالا و ارزان قیمت به صورت پیشگیرانه به کار می‌روند. استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های محدودالطیف به منظور حفظ هر چه بیشتر فلور طبیعی بدن و پیشگیری از مقاومت آنتی‌بیوتیکی توصیه می‌شود (۱۲، ۱۸، ۱۹). داروهایی که به عنوان آنتی‌بیوتیک پیشگیری کننده با توجه به محل آناتومیک جراحی در دام‌های کوچک به کار می‌روند در جدول شماره ۲ نشان داده شده است. در بسیاری از اعمال جراحی دام‌های کوچک، سفازولین با دوز ۲۰-۲۲ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم

جدول ۲: آنتی‌بیوتیک‌های پیشگیری کننده متداول در جراحی دام‌های کوچک (۹، ۱۲، ۱۵، ۱۹)

محل جراحی	فلور باکتریایی	آنتی‌بیوتیک انتخابی
پوست	استافیلوکوک، باکترئیدس	سفازولین
سر، گردن و محوطه دهانی	استافیلوکوک، استرپتوکوک، پاستورلا، باکتری‌های بی‌هوازی	سفازولین، کلیندامایسین، آمپی سیلین + سولباکتام
معدده	هلیکوباکتر	سفازولین
روده باریک	کوکسی‌های گرم مثبت، گرم منفی‌های بی‌هوازی روده‌ای	سفازولین
قولون	انتروکوک، باسیل‌های گرم منفی، باکتری‌های بی‌هوازی	سفازولین + مترونیدازول، سفوکسیتین، آمپی سیلین + سولباکتام
راست‌روده و مقعد	انتروکوک، باسیل‌های گرم منفی، باکتری‌های بی‌هوازی	سفوکسیتین + مترونیدازول، آمپی سیلین + سولباکتام
کبد و مجاری صفراوی	کلاستریدیوم، استافیلوکوک، اشریشیا، انتروکوک، باکترئیدس	سفوکسیتین، آمپی سیلین + سولباکتام
ادراری - تناسلی	استرپتوکوک، استافیلوکوک، اشریشیا، پروتئوس، پزودوموناس، باکتری‌های بی‌هوازی	سفازولین، آمپی سیلین، آمپی سیلین + سولباکتام
بخش تحتانی دستگاه تنفس	استافیلوکوک، استرپتوکوک، اکتینومیسس، پزودوموناس، اشریشیا، کلبسیلا، پاستورلا، انتروباکتر	سفازولین
دستگاه عصبی و عضلانی - اسکلتی	استافیلوکوک	سفازولین

### ب- زمان تجویز

زمان اتمام عمل ادامه پیدا می‌کند؛ بنابراین دارو باید زمانی تجویز شود که حداکثر غلظت بافتی آن هنگام برش ایجاد شده باشد. از دیدگاه فارماکولوژیک، غلظت آنتی‌بیوتیک در محل برش باید بالاتر از حداقل غلظت ممانعت کنندگی (Minimum inhibitory concentration) آن باشد.

هدف از به‌کارگیری آنتی‌بیوتیک به شکل پیشگیرانه، جلوگیری از عفونت بعد از عمل از طریق کاهش بار میکروبی در موضع عمل است. آلودگی موضع عمل پس از ایجاد برش آغاز شده و تا

مطالعات نشان داده است که جهت پیشگیری از مقاومت آنتی‌بیوتیکی، غلظت پلاسمایی آنتی‌بیوتیک در این روش باید چهار برابر حداقل غلظت ممانعت‌کنندگی آن باشد. این شیوه به‌کارگیری آنتی‌بیوتیک پیشگیرانه نیازمند مطالعات دقیق فارماکولوژیک است؛ بنابراین آنچه عملاً مورد استفاده قرار می‌گیرد تجدید تزریق به ازای هر ۹۰ دقیقه در طول جراحی است. تزریق مجدد آنتی‌بیوتیک در صورت بروز خونریزی شدید نیز انجام می‌شود. خونریزی بیش‌ازحد و مایع درمانی متعاقب آن منجر به کاهش غلظت پلاسمایی و بافتی آنتی‌بیوتیک می‌شود. هرچند در دامپزشکی حجم دقیق خونریزی مشخص نشده است اما در بیماران انسانی اگر خونریزی بیش از ۱۵۰۰ میلی‌لیتر باشد تزریق مجدد آنتی‌بیوتیک صورت می‌گیرد. استفاده از آنتی‌بیوتیک پیشگیری‌کننده حداکثر تا ۲۴ ساعت بعد از عمل ادامه پیدا کرده و پس از آن متوقف می‌شود. بر اساس تحقیقات انجام‌شده ادامه به‌کارگیری آنتی‌بیوتیک پس از ۲۴ ساعت نه تنها تأثیری در کاهش عفونت‌های موضع عمل ایجاد نمی‌کند بلکه احتمال ایجاد مقاومت آنتی‌بیوتیکی را نیز افزایش می‌دهد. لبه‌های برش پوست موضع عمل در صورت بخیه مناسب، در عرض ۳-۵ ساعت توسط لخته فیبرینی مسدود شده و پس از ۲۴ ساعت توسط اپیتلیوم پوشانده می‌شود. لخته فیبرینی و پوشش اپیتلیال، مقاومت پوست در مقابل عفونت را افزایش داده و بنابراین نیازی به استفاده از آنتی‌بیوتیک وجود نخواهد داشت. بر همین اساس حتی توصیه می‌شود تا استفاده از آنتی‌بیوتیک پیشگیرانه در پایان عمل متوقف شود (۱۲، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۲).

### اصول استفاده درمانی از آنتی‌بیوتیک‌ها

در جراحی‌های کثیف یا عفونی، آنتی‌بیوتیک‌ها به شکل درمانی به کار می‌روند زیرا بافت‌هایی که در حین جراحی برش داده شده و دست‌کاری می‌شوند دچار عفونت قبلی بوده و نیاز به درمان مؤثر آنتی‌بیوتیکی خواهند داشت. بیماران مبتلا به زخم‌های عفونی، پریتونیت، پیومتر، شکستگی‌های باز و عفونت قفسه سینه نمونه‌هایی از این موارد محسوب می‌شوند. همچنین در صورت وجود عفونت در هر نقطه‌ای غیر از موضع عمل، آنتی‌بیوتیک به شکل درمانی به کار می‌رود. در این روش، تجویز آنتی‌بیوتیک قبل از عمل آغاز شده، در حین جراحی و بعد از اتمام آن نیز ادامه پیدا می‌کند (۶، ۹، ۱۲، ۱۶).

به‌عبارت‌دیگر غلظت آنتی‌بیوتیک در بافت هدف، باید بالاتر از حداقل غلظت موردنیاز برای جلوگیری از رشد باکتری‌های موجود در موضع عمل باشد. از این رو آنتی‌بیوتیک پیشگیرانه ۳۰-۶۰ دقیقه قبل از آغاز جراحی تجویز می‌شود. به‌طورمعمول آنتی‌بیوتیک پیشگیری‌کننده بلافاصله بعد از القاء بیهوشی تجویز می‌شود تا در فاصله زمانی آماده‌سازی موضع عمل و گروه جراحی، غلظت آن در بافت هدف به مقادیر موردنیاز برسد (۱۲، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰).

### ج- روش تجویز

بهترین روش جهت تجویز آنتی‌بیوتیک‌های پیشگیری‌کننده، تزریق داخل وریدی است زیرا با استفاده از این روش غلظت دارو به شکلی سریع، قابل‌اعتماد و پیش‌بینی‌شده در خون و بافت‌های هدف افزایش پیدا می‌کند. در روش تزریق داخل وریدی، تمامی مقادیر دارو بلافاصله جذب گردش خون شده و بنابراین در فاصله زمانی ۳۰ الی ۶۰ دقیقه‌ای، غلظت درمانی دارو در موضع عمل ایجاد می‌شود. به همین دلیل آنتی‌بیوتیک‌هایی به شکل پیشگیرانه به کار می‌روند که قابلیت تزریق به شکل داخل وریدی را داشته باشند (۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۸).

### د- مدت تجویز

استفاده پیشگیرانه از آنتی‌بیوتیک در صورتی مفید واقع خواهد شد که غلظت بافتی مؤثر دارو قبل از آغاز عمل ایجاد شده و در طول مدت عمل نیز حفظ شود. مطالعات انجام‌شده با در نظر گرفتن خصوصیات فارماکوکینتیک و نیمه‌عمر دارو نشان داده است که استفاده از آنتی‌بیوتیک به شکل منفرده و با دوز بالا منجر به ایجاد غلظت مؤثر بافتی در طول عمل خواهد شد. به همین دلیل در بسیاری از اعمال جراحی، آنتی‌بیوتیک پیشگیرانه قبل از آغاز عمل تزریق شده و نیازی به تجویز مجدد در حین عمل وجود ندارد؛ اما در جراحی‌های طولانی‌مدت، تزریق مجدد جهت حفظ غلظت مؤثر بافتی دارو لازم است. از لحاظ فارماکولوژیک، تزریق مجدد هنگامی ضرورت خواهد داشت که مدت‌زمان جراحی بیش از دو برابر نیمه‌عمر آنتی‌بیوتیک تجویز شده باشد. بر همین اساس، امروزه ایده به‌کارگیری آنتی‌بیوتیک پیشگیرانه به شکل انفوزیون مداوم داخل وریدی در جراحی‌های طولانی‌مدت مطرح شده است.



پنی‌سیلین منجر به بی‌اثر شدن پنی‌سیلین شده و این دو دارو نباید به شکل هم‌زمان مورد استفاده قرار گیرند. استفاده از روش تجویز اشتباه و نادرست بودن زمان تجویز نیز می‌تواند منجر به شکست درمان شود. دوز مناسب دارو نیز حائز اهمیت بوده و باید با توجه به خصوصیات فارماکولوژیک دارو انتخاب شود. غلظت دارو در بافت هدف باید بیش‌تر از حداقل غلظت مانع‌کنندگی آنتی‌بیوتیک باشد تا بتواند عفونت بافتی را درمان کند (۶، ۹، ۱۲، ۲۵، ۲۶، ۲۷).

در حال حاضر، مقاومت آنتی‌بیوتیکی یکی از مهم‌ترین دلایل شکست درمان با آنتی‌بیوتیک‌ها در انسان و حیوانات به‌ویژه در محیط‌های بیمارستانی محسوب می‌شود. مقاومت ایجادشده بیشتر از نوع اکتسابی بوده و به دلایل مختلف از جمله استفاده بیش‌ازحد، به‌کارگیری داروهای وسیع‌الطیف، انتخاب داروی اشتباه، ناکافی بودن دوز دارو، نامناسب بودن دوره درمان و شکل‌گیری زیست‌لایه‌های باکتریایی (Bacterial biofilm) ایجاد می‌شود. زیست‌لایه‌ها اجتماع‌های باکتری‌های به هم چسبیده هستند که معمولاً بر روی پروتئول‌های کار گذاشته‌شده در داخل بدن ایجاد می‌شوند. ماتریکس خارج سلولی مترشحه از این باکتری‌های به هم چسبیده منجر به مقاومت آن‌ها در برابر داروهای آنتی‌بیوتیکی می‌شود. زیست‌لایه‌ها عامل شکل‌گیری عفونت‌های مقاوم به درمان محسوب می‌شوند و از زخم‌های مزمن در تک‌سمی‌ها و سگ‌سانان جداسازی شده‌اند. استافیلوکوکوس اورئوس مقاوم به متی‌سیلین (Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*)، استافیلوکوکوس اینترمیدیوس مقاوم به متی‌سیلین (Methicillin-resistant *Staphylococcus intermedius*)، پزودوموناس آئروجینوزا (*Pseudomonas aeruginosa*)، اش‌ریشیا کولای (*Escherichia coli*)، کلبسیلا (*Klebsiella spp*)، لنتروکوکوس (*Enterococcus spp*) و استافیلوکوکوس پزودا اینترمیدیوس (*Staphylococcus pseudintermedius*) از مهم‌ترین باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک با توانایی تشکیل زیست‌لایه محسوب می‌شوند. آنتی‌بیوتیک‌هایی مانند کلاریترومایسین (Clarithromycin)، کولیستین (Colistin)، فسفومایسین (Fosfomycin)، ریفامپیسین (Rifampicin) و داپتومایسین (Daptomycin)

قبل از آغاز درمان، ابتدا باید وجود عفونت در بدن بیمار و یا موضع عمل تشخیص داده شود. این امر مانند هر بیماری دیگری با اخذ تاریخچه، معاینه کامل بالینی و روش‌های تشخیصی آزمایشگاهی انجام می‌شود. در بیماران مبتلا به زخم‌های عفونی یا شکستگی‌های باز، علائم موضعی عفونت شامل درد، تورم، سرخی، افزایش درجه حرارت، ادم بافتی و خروج ترشحات چرکی از محل آسیب‌دیده به‌وضوح مشاهده خواهد شد. نمونه‌برداری جهت کشت میکروبی و تعیین حساسیت آنتی‌بیوتیکی قبل از تجویز هر نوع دارویی باید انجام شود. پس از نمونه‌برداری، درمان آنتی‌بیوتیکی با استفاده از داروهای وسیع‌الطیف علیه محتمل‌ترین باکتری‌های ایجادکننده عفونت آغازشده و در حین عمل نیز ادامه پیدا می‌کند. استفاده از آنتی‌بیوتیک وسیع‌الطیف بعد از اتمام عمل نیز تا زمانی که نتایج کشت میکروبی و تعیین حساسیت آنتی‌بیوتیکی در دسترس قرار نگرفته باشد ادامه پیدا می‌کند. این نتایج که معمولاً ۴۸ تا ۷۲ ساعت پس از نمونه‌برداری در دسترس قرار می‌گیرند جهت درمان هدفمند مورد استفاده قرار خواهند گرفت. منظور از درمان هدفمند، لنتخاب نوع آنتی‌بیوتیک با توجه به نتایج حاصل از کشت و تعیین مقاومت آنتی‌بیوتیکی است؛ بنابراین در ادامه روند درمان، آنتی‌بیوتیک‌های محدودالطیف جایگزین آنتی‌بیوتیک‌های وسیع‌الطیف می‌شوند. این امر به دلیل پیشگیری از ایجاد مقاومت آنتی‌بیوتیکی انجام می‌شود. آنتی‌بیوتیک انتخابی باید قدرت نفوذ به بافت‌های هدف را داشته و کمترین تأثیر بر میکروفلور طبیعی بدن را داشته باشد. همچنین نباید سیستم ایمنی بدن را تضعیف کرده و به سهولت قابل استفاده باشد. بعد از عمل و در ادامه روند درمان، میزان مؤثر بودن آنتی‌بیوتیک به شکل بالینی ارزیابی می‌شود. از بین رفتن تب و بازگشت تعداد گلبول‌های سفید خون به مقادیر طبیعی، دو معیار اساسی جهت موفقیت درمان در نظر گرفته‌شده و درمان آنتی‌بیوتیکی تا ۲ الی ۳ روز پس از ایجاد این تغییرات ادامه پیدا خواهد کرد. در صورت عدم بهبود بالینی، ارزیابی مجدد بیمار و تغییر نوع آنتی‌بیوتیک به‌کاررفته انجام می‌شود. عدم پاسخ به درمان می‌تواند به دلایل مختلف مانند شکل‌گیری عفونت ثانویه باکتریایی، التهاب مداوم و تشخیص اشتباه ایجاد شود. ناسازگاری‌های دارویی نیز از دیگر دلایل عدم پاسخ به درمان آنتی‌بیوتیکی محسوب می‌شوند. تجویز هم‌زمان تتراسایکلین و

جهت درمان عفونت‌های مقاوم به درمان به کار می‌روند (۹)، (۱۲).

### عوارض مصرف آنتی‌بیوتیک

مصرف داروهای آنتی‌بیوتیک می‌تواند عوارضی مانند بثورات جلدی، واکنش‌های آلرژیک، اسهال، تهوع و استفراغ ایجاد کند. عوارض دیگری نیز با توجه به نوع آنتی‌بیوتیک به کاررفته ممکن است ایجاد شود. افزایش موقت آنزیم‌های ترانس آمیناز (Transaminase) کبدی در نتیجه مصرف کارباپنم‌ها (Carbapenems) مانند ایمپنم (Imipenem) ایجاد می‌شود. آمینوگلیکوزیدها مانند جنتامایسین می‌توانند منجر به آسیب دائم کلیوی شوند و واکنش‌های آلرژیک نیز بیشتر توسط آنتی‌بیوتیک‌های خانواده بتا لاکتام ( $\beta$ -lactam) مانند پنی‌سیلین ایجاد می‌شود (۶).

### روش‌های نوین استفاده از آنتی‌بیوتیک در جراحی

تجویز سیستمیک آنتی‌بیوتیک‌ها به شکل پیشگیرانه و درمانی به منظور پیشگیری و درمان عفونت‌های موضع عمل، روشی

جدول ۳: مزایا و معایب تجویز موضعی آنتی‌بیوتیک‌ها (۲۸، ۲۹، ۳۱)

مزایا	معایب
امکان از بین بردن باکتری‌های مقاوم در برابر آنتی‌بیوتیک‌های سیستمیک و نفوذ به داخل زیست لایه‌های باکتریایی به دلیل ایجاد غلظت موضعی بالا	خطر مسمومیت مستقیم سلولی ناشی از آنتی‌بیوتیک یا حامل‌های دارویی
به حداقل رساندن عوارض دارویی به دلیل کاهش جذب سیستمیک	حامل‌های دارویی می‌توانند تأثیر منفی بر التیام زخم داشته باشند، به‌عنوان کانونی برای عفونت مداوم عمل کرده یا نیاز به برداشت جراحی داشته باشند
کاهش احتمال ایجاد مقاومت آنتی‌بیوتیکی به دلیل عدم تأثیر سیستمیک بر مناطق حاوی فلور طبیعی مانند دستگاه گوارش	خطر ایجاد مقاومت آنتی‌بیوتیکی در صورت استفاده از مقادیر تحت درمانی دارو
رساندن آنتی‌بیوتیک به بافت هدف بدون وابستگی به خون‌رسانی موضعی	محدود بودن اطلاعات در دسترس در ارتباط با دوز مصرفی، اثربخشی دارو و ویژگی‌های فارماکوکینتیک و فارماکودینامیک وابسته به نوع زخم و گونه حیوانی
کاهش حجم داروی مصرفی	احتمال نیاز به تجویز هم‌زمان سیستمیک دارو
امکان به‌کارگیری آنتی‌بیوتیک‌های جدید که فاقد کاربرد سیستمیک می‌باشند	

در جراحی‌های ارتوپدی نیز شستشوی موضع عمل با استفاده از محلول‌های حاوی آنتی‌بیوتیک حتی به شکلی گسترده‌تر از جراحی بافت‌های نرم به کار گرفته می‌شود. کارگذاری انواع مختلف پروتزها که به‌عنوان ماده خارجی خطر بروز عفونت موضع عمل را افزایش می‌دهند، احتمال تشکیل زیست لایه‌های باکتریایی بر روی پروتزها، مشکلات خاص درمان عفونت‌های استخوانی و عدم موفقیت جراحی در صورت بروز عفونت از علل به‌کارگیری گسترده‌تر محلول‌های حاوی آنتی‌بیوتیک در جراحی‌های ارتوپدی محسوب می‌شود. در حال حاضر، شواهد علمی کافی مبنی بر مؤثر بودن شستشوی موضع عمل با استفاده از محلول‌های حاوی آنتی‌بیوتیک جهت پیشگیری از بروز عفونت وجود نداشته و توصیه بر به‌کارگیری سیستمیک آنتی‌بیوتیک پیشگیرانه است. با این وجود، تجویز موضعی با شیوه‌هایی نوین کماکان در جراحی ارتوپدی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برخلاف شستشوی موضعی که در آن دارو بلافاصله جذب شده و امکان کنترل سرعت و میزان جذب آن وجود ندارد در روش‌های نوین، دارو به شکل آهسته رهش و در زمانی طولانی‌تر آزاد شده در نتیجه اثربخشی بیشتری پیدا می‌کند. حامل‌های دارویی یا پروتزهایی که جهت رساندن آنتی‌بیوتیک‌ها به موضع عمل به کار می‌روند به دو نوع کلی قابل جذب و غیرقابل جذب تقسیم‌بندی می‌شوند (جدول شماره ۴) که انواع غیرقابل جذب باید با جراحی مجدد از موضع عمل خارج شوند. سفالوسپورین‌ها و آمینوگلیکوزیدها متداول‌ترین آنتی‌بیوتیک‌هایی هستند که در این پروتزها مورد استفاده قرار می‌گیرند. پیشگیری از وقوع عفونت در جراحی‌های بازسازی مفصلی (Arthroplasty) و درمان عفونت استخوانی از مهم‌ترین موارد کاربرد بالینی این روش‌ها در جراحی ارتوپدی انسان و حیوانات محسوب می‌شود (۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱).

استفاده از نخ بخیه به‌عنوان یک ساختار حمایت‌کننده بافتی در تمام جراحی‌ها اجتناب‌ناپذیر است. با این وجود باکتری‌ها می‌توانند با چسبیدن به نخ‌های بخیه و حتی تشکیل زیست لایه‌های باکتریایی منجر به ایجاد عفونت موضع عمل شوند. به همین دلیل امروزه استفاده از نخ‌های بخیه پوشش داده‌شده با تریکلوزان (Triclosan) در اعمال جراحی توصیه می‌شود. تریکلوزان بانام شیمیایی پلی کلروفنوکسی فنل (Polychlorophenoxyphenol) یک ماده ضد باکتریایی

شستشوی موضع عمل با استفاده از محلول‌های حاوی آنتی‌بیوتیک، ساده‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش به‌کارگیری آنتی‌بیوتیک موضعی محسوب می‌شود. استفاده از این روش به همراه شستشوی موضع عمل با سرم فیزیولوژی خالص یا حاوی مواد ضد عفونی‌کننده رقیق مانند کلرگزیدین دی استات ۰.۵٪ یا پوویدون آیودین (بتادین) ۱-۰.۱٪ جهت پیشگیری از وقوع عفونت از سال‌ها قبل مرسوم بوده است. آنتی‌بیوتیک‌هایی مانند آمپی‌سیلین، پنی‌سیلین، کاربونی‌سیلین، تتراسایکلین، کانامایسین و سفالوسپورین‌ها به این منظور به کار گرفته می‌شوند. آنتی‌بیوتیک‌هایی که محلول حقیقی نبوده و به شکل سوسپانسیون یا پودر در دسترس می‌باشند نباید بر روی زخم‌ها یا حفرات داخلی بدن ریخته شوند زیرا به‌عنوان ماده خارجی عمل کرده و واکنش التهابی ایجاد می‌کنند. شستشوی موضع عمل با استفاده از محلول‌های حاوی آنتی‌بیوتیک در دهه ۱۹۸۰ میلادی به شکل گسترده در جراحی‌های آلوده و کثیف محوطه شکمی یا ارتوپدی انجام می‌گرفت؛ اما نتایج حاصل از تحقیقات اخیر نشان داده است که شستشوی محوطه شکمی و قفسه سینه با مایعات حاوی آنتی‌بیوتیک نه تنها مفید نبوده بلکه احتمال ایجاد پربتونیست، التهاب پرده جنب و چسبندگی را افزایش می‌دهد؛ بنابراین تجویز مستقیم هر نوع آنتی‌بیوتیک یا ماده ضد عفونی‌کننده به داخل محوطه شکمی و قفسه سینه توصیه نمی‌شود. بر همین اساس، به‌کارگیری موضعی آنتی‌بیوتیک هم‌زمان با تجویز سیستمیک آن، برتری قابل توجهی در پیشگیری از عفونت‌های موضع عمل ایجاد نمی‌کند؛ بنابراین در صورت تجویز سیستمیک دارو، نیازی به شستشوی موضع عمل با محلول‌های حاوی آنتی‌بیوتیک وجود ندارد. تنها استثنایی که در این زمینه وجود دارد در مورد بیماران مبتلا به چاقی است زیرا چاقی یکی از عوامل خطر در بروز عفونت‌های موضع عمل محسوب می‌شود. در این بیماران بافت‌های زیر جلدی حاوی چربی فراوان و عروق خونی کمی بوده و لذا نفوذپذیری دارو کاهش پیدا می‌کند. از این رو شستشوی بافت‌های زیر جلدی با مایعات حاوی آنتی‌بیوتیک و حتی تزریق زیر جلدی دارو هم‌زمان با تجویز سیستمیک، میزان عفونت‌های موضع عمل را به شدت کاهش می‌دهد (۲۸، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳).

**Monocryl plus**) و پلی دیوکسانون (بانام تجاری PDS plus) در دسترس قرار دارد. مطالعات نشان داده است که استفاده از این نوع نخ بخیه‌ها با جلوگیری از چسبیدن باکتری و تشکیل زیست لایه‌های مقاوم باکتریایی بر روی نخ بخیه منجر به کاهش عفونت‌های موضع عمل می‌شود (۳۴، ۳۵).

صناعی وسیع الطیف است که توانایی از بین بردن باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی را داشته و به‌عنوان پوشش ضد میکروبی بر روی نخ‌های بخیه به کار می‌رود. در حال حاضر سه نوع نخ بخیه پوشش‌دار شده با تریکلوزان شامل پلی گلاکتین ۹۱۰ (بانام تجاری Vicryl plus)، پلی گلکاپرون ۲۵ (بانام تجاری

جدول ۴: انواع پروتزهای موضعی حاوی آنتی‌بیوتیک (۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱)

پروتزهای قابل جذب	پروتزهای غیر قابل جذب
دانه‌های پلی لاکتید-پلی گلیکولید آغشته به آنتی‌بیوتیک	سیمان استخوان و دانه‌های پلی متیل متاکریلات آغشته به آنتی‌بیوتیک
سیمان استخوان و دانه‌های هیدروکسی آپاتیت آغشته به آنتی‌بیوتیک	دستگاه‌های رهاسازی مغناطیسی آنتی‌بیوتیک
سیمان استخوان و دانه‌های سولفات کلسیم آغشته به آنتی‌بیوتیک	پمپ‌های قابل کاشت آنتی‌بیوتیک
اسفنج‌های کلاژنی حاوی آنتی‌بیوتیک	پروتزهای فلزی پوشش‌دار شده با آنتی‌بیوتیک یا سایر ترکیبات ضد میکروبی
هیدرو ژل‌های آغشته به آنتی‌بیوتیک	
ماتریکس دمی‌نرالیزه استخوانی آغشته به آنتی‌بیوتیک	
لخته‌های فیبرینی حاوی آنتی‌بیوتیک	

### نتیجه‌گیری

استفاده از داروهای آنتی‌بیوتیکی بدون تردید یکی از مؤثرترین روش‌های پیشگیری از وقوع عفونت و درمان آن در جراحی محسوب می‌شود؛ اما باید توجه داشت که به‌کارگیری پیشگیرانه آنتی‌بیوتیک نمی‌تواند جایگزین رعایت اصول آسپسی شده و به‌تنهایی مؤثر واقع شود. استفاده اصولی و معقولانه از آنتی‌بیوتیک‌ها منجر به افزایش کارایی آن‌ها در بیماران جراحی‌شده و علاوه بر کاهش اثرات سوء دارویی از شکل‌گیری مقاومت آنتی‌بیوتیکی نیز جلوگیری خواهد کرد.

### تعارض منافع

بین نویسندگان تعارض در منافع گزارش نشده‌است.

علاوه بر روش‌های نوینی که در حال حاضر به کار می‌روند، استفاده از فن‌آوری نانو می‌تواند تحول عظیمی در به‌کارگیری موضعی آنتی‌بیوتیک‌ها ایجاد کند. نانو ذرات را می‌توان به‌گونه‌ای طراحی کرد که آنتی‌بیوتیک‌ها را کپسول کرده و آن‌ها را به‌آرامی در محل جراحی آزاد کنند. این نوآوری با به حداقل رساندن تأثیر آنتی‌بیوتیک‌ها بر فلور طبیعی بدن، کارایی آن‌ها در موضع عمل را افزایش می‌دهد. همچنین استفاده از فارماکوژنومیک (Pharmacogenomics) یا انتخاب دارو بر اساس مشخصات ژنتیکی بیمار نیز می‌تواند منجر به انتخاب آنتی‌بیوتیک مناسب‌تر و بهبود کارایی آن‌ها جهت پیشگیری یا درمان عفونت شود (۳۶).

### منابع

1. Saikia S, Chetia P. Antibiotics: from mechanism of action to resistance and beyond. Indian Journal of Microbiology.

2024;29:1-25.  
<https://doi.org/10.1007/s12088-024-01285-8>.

2. Halawa EM, Fadel M, Al-Rabia MW, Behairy A, Nouh NA, Abdo M, Olga R, Fericean L, Atwa AM, El-Nablaway M, Abdeen A. Antibiotic action and resistance: updated review of mechanisms, spread, influencing factors, and alternative approaches for combating resistance. *Frontiers in Pharmacology*. 2024; 14: 1305294. [https://doi: 10.3389/fphar.2023.1305294](https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1305294)
3. Anonymous. The history of antibiotics. Available online at: [https://microbiologysociety.org/why-microbiology-matters/knocking-out-antimicrobial-resistance/amr-explained/the-history-of-antibiotics.html?\\_gl=1\\*twbzms\\*\\_up\\*MQ.\\*\\_ga\\*MTk1MDI2NDc3NS4xNzI2ODI4MjMw\\*\\_g\\_a\\_KJR7LS80P1\\*MTcyNjgyODIyOS4xLjAuMTcyNjgyODIyOS4wLjAuMA](https://microbiologysociety.org/why-microbiology-matters/knocking-out-antimicrobial-resistance/amr-explained/the-history-of-antibiotics.html?_gl=1*twbzms*_up*MQ.*_ga*MTk1MDI2NDc3NS4xNzI2ODI4MjMw*_g_a_KJR7LS80P1*MTcyNjgyODIyOS4xLjAuMTcyNjgyODIyOS4wLjAuMA).
4. Hutchings MI, Truman AW, Wilkinson B. Antibiotics: past, present and future. *Current Opinion in Microbiology*. 2019; 51: 72-80. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mib.2019.10.008>
5. Gould K. Antibiotics: from prehistory to the present day. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 2016; 71 (3): 572-575. doi:10.1093/jac/dkv484.
6. Varley AJ, Sule J, Absalom AR. Principles of antibiotic therapy. *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain*. 2009, 9 (6): 184-188. [https://doi:10.1093/bjaceaccp/mkp035](https://doi.org/10.1093/bjaceaccp/mkp035).
7. Caneschi A, Bardhi A, Barbarossa A, Zaghini A. The use of antibiotics and antimicrobial resistance in veterinary medicine, a complex phenomenon: a narrative review. *Antibiotics*. 2023, 12 (3): 487. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12030487>.
8. Anonymous. Few antibiotics under development. Available online at: <https://www.reactgroup.org/toolbox/understand/how-did-we-end-up-here/few-antibiotics-under-development/>.
9. Lyssens A. Systemic antimicrobial use in the prevention of surgical site infections: sense or non-sense. 2018. Doctoral dissertation, Ghent University.
10. Anonymous. Mechanisms of antibacterial drugs. Available online at: <https://open.oregonstate.edu/microbiology/chapter/14-2mechanisms-of-antibacterial-drugs/>.
11. Etebu E, Ariekpar I. Antibiotics: classification and mechanisms of action with emphasis on molecular perspectives. *International Journal of Applied Microbiology and Biotechnology Research*. 2016; 4 (2016): 90-101.
12. Swanson EA. Updates in the use of antibiotics, biofilms. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*. 2022; 52 (2):e1-e19. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2022.01.001>.
13. Nakamura RK, Tompkins E. Nosocomial infections. *Compendium*. 2012; 34 (4):E1-E10.
14. Williams J. The why and how of antimicrobial prophylaxis. *BSAVA Companion*. 2018; 11: 4-7. <https://doi.org/10.22233/20412495.1118.4>.
15. Devriendt N, Mortier F, de Rooster H. Antimicrobial prophylaxis in canine and feline surgery. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*. 2023; 92 (3): 131-141.
16. Findji L. Antibiotics in surgical patients. *Clinician's Brief*. 2014; 19-22.
17. McGahan C. Practical guide to use of antibiotics during soft tissue surgery. *Veterinary Nursing Journal*. 2010; 25 (9): 29-31.
18. Costa AC, Santa-Cruz F, Ferraz AA. What's new in infection on surgical site and antibiotic prophylaxis in surgery? *Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva*. 2021; 33 (4): e1558. [https://doi: /10.1590/0102-672020200004e1558](https://doi.org/10.1590/0102-672020200004e1558).
19. Verwilghen D, Singh A. Fighting surgical site infections in small animals Are we getting anywhere? *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2015; 45 (2):243-276. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cvsm.2014.11.001>.
20. Nelson LL. Surgical site infections in small animal surgery. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*. 2011; 41 (5): 1041-1056. [https://doi:10.1016/j.cvsm.2011.05.010](https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2011.05.010).
21. Dumas SE, French HM, Lavergne SN, Ramirez CR, Brown LJ, Bromfield CR, Garrett EF, French DD, Aldridge BM. Judicious use of prophylactic antimicrobials to reduce abdominal surgical site infections in periparturient cows: part 1—a risk factor

- review. *Veterinary Record*. 2016; 178 (26): 654-660. <https://doi.org/10.1136/vr.i103677>.
22. Verwilghen D, Weese JS. Complications associated with surgical site infections. In: Rubio-Martinez LM, Hendrickson DA (eds). *Complications in equine surgery*. Wiley Blackwell 2021; 168-195.
  23. Southwood LL. Surgical antimicrobial prophylaxis: current standards of care. *Equine Veterinary Education*. 2023, 35 (11): 607-16. <https://doi.org/10.1111/eve.13864>
  24. Anonymous. The Swedish veterinary association's guidelines for the clinical use of antibiotics in the treatment of horses. 2013. Available online at: <https://www.svf.se/media/tztkij4b/guidelines-antibiotics-in-horses.pdf>.
  25. Barie PS. Modern surgical antibiotic prophylaxis and therapy—less is more. *Surgical Infections*. 2000; 1 (1): 23-29.
  26. Sartelli M. Antibiotic therapy in surgery. 2016. Available online at: <https://www.linkedin.com/pulse/antimicrobial-therapy-surgery-massimo-sartelli>.
  27. Anonymous. Antibiotics in surgery. Available online at: <https://infectionsinsurgery.org/2174-2/>.
  28. McHugh SM, Collins CJ, Corrigan MA, Hill AD, Humphreys H. The role of topical antibiotics used as prophylaxis in surgical site infection prevention. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 2011; 66 (4): 693-701. <https://doi.org/10.1093/jac/dkr009>.
  29. Hayes G, Moens N, Gibson T. A review of local antibiotic implants and applications to veterinary orthopaedic surgery. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*. 2013; 26 (4): 251-259. <https://doi.org/10.3415/Vcot-12-05-0065>.
  30. Boothe DM, Boothe HW. Antimicrobial considerations in the perioperative patient. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*. 2015; 45 (3): 585-608. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.01.006>.
  31. Streppa HK, Singer MJ, Budsberg SC. Applications of local antimicrobial delivery systems in veterinary medicine. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2001; 219 (1): 40-48.
  32. Mueller TC, Loos M, Haller B, Mihaljevic AL, Nitsche U, Wilhelm D, Friess H, Kleeff J, Bader FG. Intra-operative wound irrigation to reduce surgical site infections after abdominal surgery: a systematic review and meta-analysis. *Langenbeck's Archives of Surgery*. 2015; 400: 167-181. <https://doi.org/10.1007/s00423-015-1279-x>.
  33. Howe LM, Boothe HW. Antimicrobial use in the surgical patient. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*. 2006; 36 (5): 1049-1060. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2006.05.001>.
  34. Ahmed I, Boulton AJ, Rizvi S, Carlos W, Dickenson E, Smith NA, Reed M. The use of triclosan-coated sutures to prevent surgical site infections: a systematic review and meta-analysis of the literature. *British Medical Journal Open*. 2019; 9 (9): e029727. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-029727>.
  35. Suleiman AS, Abbass M, Hossain M, Choudhary P, Bhattacharya P, Islam MA. Impact of antibiotic-coated sutures on surgical site infections: a second-order meta-analysis. *International Journal of Surgery*. 2024; 110 (1): 507-519. doi: <http://dx.doi.org/10.1097/JS9.0000000000000822>.
  36. Dhole S, Mahakalkar C, Kshirsagar S, Bhargava A. Antibiotic prophylaxis in surgery: current insights and future directions for surgical site infection prevention. *Cureus*. 2023; 15 (10): e47858. doi: 10.7759/cureus.47858

**Abstracts in English****Principles of antibiotic use in surgery****Davoud Kazemi**

Associate Professor of Veterinary Surgery, Department of Veterinary Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Tabriz Medical Sciences, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

[dkazemi@iaut.ac.ir](mailto:dkazemi@iaut.ac.ir)

**Background:** A review of the principles of antibiotic use in surgery

**Objectives:** Explain the principles of antibiotic use in surgery

**Methods:** A literature review using various publications related to the use of antibiotics in surgery

**Results:** Antibiotics are drugs used to treat bacterial infections. These drugs are divided into different groups based on their origin, spectrum of effect, clinical application and mechanism of action. Antibiotics are used in surgery for prevention of surgical site infections or treatment of established infections. Classification of surgeries into clean, clean-contaminated, contaminated and dirty procedures is considered the most important factor in choosing the type of antibiotic use. Antibiotics are not required for clean surgeries except in certain circumstances. Prophylactic antibiotics are used in clean-contaminated and contaminated surgeries to prevent postoperative infection. In dirty surgeries with an established infection, these drugs are used therapeutically. Prophylactic antibiotics are administered intravenously before the start of surgery to create a therapeutic concentration in the target tissues and prevent their infection. Therefore, drugs that can be injected intravenously are used for prophylaxis. Also, antibiotics are selected based on the natural flora of target tissues or operative site. Prophylactic drug administration is stopped at the end of the operation or continues up to 24 hours after the operation. Therapeutic use of antibiotics is started before surgery and continues during and after the operation until complete treatment of infection. Antibiotics are selected based on microbial culture and determination of antibiotic sensitivity. Presently, the use of novel methods has allowed topical application of antibiotics in surgery. This review article describes general characteristics of antibiotics and explains principles of their prophylactic and therapeutic use in surgery.

**Conclusions:** Antibiotics should be used judiciously to prevent antibiotic resistance while increasing their effectiveness in prevention and treatment of infections.

**Keywords:** Prophylactic antibiotic, Therapeutic antibiotic, Surgery, Antibiotic resistance