

ANTIINFJEKTIVA-TESTUNGEN

Stand: März 2020

Die Empfindlichkeit angezüchteter Mikroorganismen gegenüber verschiedener Antiinfektiva wird in Abhängigkeit vom isolierten Erreger und ggf. auch vom Untersuchungsmaterial bestimmt.

Das Ergebnis der Empfindlichkeitstestung für ein bestimmtes Antiinfektivum wird dabei als „sensibel bei Standardexposition“ [S], „sensibel bei erhöhter Exposition (increased)“ [I] oder „resistent“ (R) mitgeteilt.

- sensibel: mit einem Therapieerfolg ist bei Verabreichung der Normaldosis des Antiinfektivums zu rechnen
- increased: mit einem Therapieerfolg ist bei Verabreichung einer erhöhten Dosis oder der Anreicherung des Antiinfektivums in einem Körperkompartiment (z.B. der Blase) zu rechnen. Die Wirksamkeit ist in diesem Fall nicht geringer, als die eines Antiinfektivums, welches als sensibel beurteilt wurde.
- resistent: unabhängig von der verabreichten Antiinfektiva-Dosis ist mit einem Therapieversagen zu rechnen.

Die Einteilung in diese Kategorien erfolgt auf der Basis der Grenzwerte des „*European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing*“ (EUCAST). Bei Antiinfektiva, bei denen keine EUCAST-Grenzwerte existieren, kommen vereinzelt die Grenzwerte des „*Clinical & Laboratory Standards Institute*“ (CLSI) zur Verwendung, insofern dies zulässig erscheint.

Für die nachstehenden Keimgruppen wird eine Empfindlichkeitstestung durchgeführt:

- 1 Staphylokokken
- 2 Enterokokken
- 3 Streptokokken und Pneumokokken
- 4 *Aerococcus urinae* und *sanguinicola*
- 5 *Corynebacterium* spp.
- 6 *Listeria monocytogenes*
- 7 Enterobacterales
- 8 *Pseudomonas* spp. (inkl. *Pseudomonas aeruginosa*)
- 9 *Acinetobacter* spp.
- 10 *Stenotrophomonas maltophilia*
- 11 *Haemophilus influenzae* und *Moraxella catarrhalis*
12. *Pasteurella multocida*
- 13 *Aeromonas* spp.
- 14 *Burkholderia cepacia*-Komplex
- 15 Meningokokken
- 16 Gonokokken
- 17 Anaerobier (Gram-positiv und Gram-negativ)
- 18 *Campylobacter jejuni* und *coli*
- 19 *Helicobacter pylori*
- 20 Mykoplasmen und Ureaplasmen
- 21 *Mycobacterium tuberculosis*-Komplex
- 22 Spross- und Schimmelpilze

Die Zusammenstellung der Antiinfektiva erfasst die für die jeweilige Keimgruppe wesentlichen Substanzen und orientiert sich an den von der Arzneimittelkommission des Erlanger Universitätsklinikums empfohlenen Antiinfektiva, die auch von der Klinikapotheke vorrätig gehalten werden.

Falls gewünscht, können die meisten anderen auf dem Markt befindlichen Antiinfektiva ebenfalls getestet werden. In diesem Fall bitten wir um Angabe der zu testenden Substanz bei der elektronischen Anforderung (unter "Etikett-Info") bzw. ggf. auf dem Einsendeschein ("Besondere Wünsche").

Dabei ist jedoch zu beachten, dass bei einigen Keim/Wirkstoffkombinationen die Testung nicht sinnvoll bzw. nicht verwertbar ist, weil

- keine Bewertungskriterien zur Verfügung stehen,
- bekannt ist, dass trotz *in vitro* Hemmung keine hinreichende klinische Wirksamkeit erzielt wird,
- eine intrinsische Resistenz des Keims bekannt bzw. aufgrund des Wirkungsmechanismus zu erwarten ist (z.B. Cephalosporine bei Enterokokken, Vancomycin bei gramnegativen Keimen).

Häufig leitet sich aus dem Resistenzverhalten eines Keimes gegenüber einem Vertreter einer Substanzklasse das Verhalten gegenüber anderen Substanzen der gleichen Klasse ab. Dies wurde in der nun folgenden Auflistung berücksichtigt:

1 STAPHYLOKOKKEN

Antibiotikum	Ergebnis gilt auch für
Penicillin G	
Oxacillin	Flucloxacillin
Ampicillin/Sulbactam	Amoxicillin/Clavulansäure
Cefuroxim	
Ceftriaxon	Cefotaxim
Meropenem	Imipenem
Gentamicin	
Ciprofloxacin	
Moxifloxacin	
Fosfomycin	
Cotrimoxazol	
Erythromycin	
Clindamycin	
Vancomycin	
Teicoplanin	
Linezolid	
Rifampicin	
Tigecyclin	
Daptomycin	
Mupirocin (<i>nur bei MRSA</i>)	(nur topische Anwendung)
Nitrofurantoin (<i>nur für Staphylococcus saprophyticus-Isolate aus Urin</i>)	

Hinweis:

- Für Koagulase-negative Staphylokokken (außer *Staphylococcus lugdunensis*) existieren keine Grenzwerte zur Beurteilung der Penicillin G-Empfindlichkeit. Aus diesem Grund erscheint Penicillin G bei Koagulase-negativen Staphylokokken nicht auf dem Befund.
- Gentamicin sollte zur Behandlung von systemischen Infektionen mit Staphylokokken nicht als Monotherapie verwendet werden. Die Beurteilung der Wirksamkeit (S/I/R) gilt nur für eine Kombinationstherapie.

[zurück](#)

2 ENTEROKOKKEN

Antibiotika	Ergebnis gilt auch für
Ampicillin Ampicillin/Sulbactam	Amoxicillin, Piperacillin Amoxicillin/Clavulansäure, Piperacillin/Tazobactam
Cefuroxim Imipenem	alle Cephalosporine
Ciprofloxacin	Levofloxacin, Moxifloxacin
Cotrimoxazol (<i>nur für Isolate aus Urin</i>)	
Erythromycin	Clarithromycin, Azithromycin
Vancomycin Teicoplanin Rifampicin Linezolid Tigecyclin	
Nitrofurantoin (<i>nur für Isolate aus Urin</i>) Gentamicin (<i>High-level-Resistenz</i>)	

Hinweis:

- Enterokokken sind intrinsisch resistent gegenüber Cephalosporinen.
- Cotrimoxazol ist nicht zur Therapie von Infektionen durch Enterokokken geeignet. Daher wird es unabhängig vom Testergebnis als resistent beurteilt.

[zurück](#)

3 STREPTOKOKKEN UND PNEUMOKOKKEN

Antibiotika	Ergebnis gilt auch für
Penicillin	Cefazolin
Ampicillin	Amoxicillin
Cefuroxim	
Ceftriaxon	Cefotaxim
Meropenem	Imipenem
Moxifloxacin	
Erythromycin	Clarithromycin, Azithromycin
Clindamycin	
Vancomycin	Teicoplanin
Rifampicin	
Nitrofurantoin (<i>nur für S. agalactiae-Isolate aus Urin</i>)	

Hinweis:

- β -hämolisierende Streptokokken und Pneumokokken produzieren keine β -Laktamase. Die Zugabe eines β -Laktamase-Hemmstoffes (z.B. Sulbactam oder Clavulansäure) hat daher keinen zusätzlichen Nutzen, aber erhöht die Rate unerwünschter Nebenwirkungen.

[zurück](#)

4 AEROCOCCUS URINAE UND SANGUINICOLA

Antibiotika	Ergebnis gilt auch für
Penicillin	
Ampicillin	Amoxicillin
Meropenem	Imipenem
Ciprofloxacin	Levofloxacin
Vancomycin	Teicoplanin
Nitrofurantoin (<i>nur für Isolate aus Urin</i>)	

[zurück](#)

5 CORYNEBACTERIUM SPP.

Antibiotika	Ergebnis gilt auch für
Penicillin	
Ampicillin	Amoxicillin
Ampicillin/Sulbactam	Amoxicillin/Clavulansäure
Cefuroxim	
Ceftriaxon	Cefotaxim
Meropenem	Imipenem
Moxifloxacin	
Clindamycin	
Vancomycin	Teicoplanin
Rifampicin	

Hinweis:

- Für *Corynebacterium* spp. gibt es keine Grenzwerte für die Bewertung der Resistenztestung von Ampicillin, Cefuroxim, Ceftriaxon und Meropenem. Die Bewertung erfolgt daher in Anlehnung an andere Keime mit vergleichbaren Wachstumseigenschaften, für die Grenzwerte etabliert sind, sowie durch Abgleich mit Literaturangaben (soweit vorhanden) und hat folglich nur eine orientierende Aussagekraft.

[zurück](#)

6 LISTERIA MONOCYTOGENES

Antibiotika	Ergebnis gilt auch für
Penicillin	
Ampicillin	Amoxicillin
Meropenem	
Erythromycin	
Cotrimoxazol	

Hinweis:

- Listerien sind intrinsisch resistent gegenüber Cephalosporinen.

[zurück](#)

7 ENTEROBACTEREALES

Antibiotika	Ergebnis gilt auch für
Ampicillin	Amoxicillin (nur bei unkompliziertem HWI)
Ampicillin/Sulbactam	Amoxicillin/Clavulansäure
Piperacillin/Tazobactam	
Cefuroxim	
Ceftriaxon	Cefotaxim
Ceftazidim	
Meropenem	Imipenem
Mecillinam (<i>nur für Isolate aus Urin</i>)	
Gentamicin	
Ciprofloxacin	Levofloxacin
Fosfomycin	
Cotrimoxazol	
Tigecyclin	
Nitrofurantoin (<i>nur für Isolate aus Urin</i>)	

Hinweise:

- Falls **Aminopenicilline** (Ampicillin, Amoxicillin) oder **Aminopenicillin/β-Laktamase-Inhibitor-Kombinationen** (Ampicillin/Sulbactam, Amoxicillin/Clavulansäure) sensibel getestet sind, so ist auf eine ausreichend hohe Dosierung zu achten: bei erwachsenen Patienten ohne modifizierende Faktoren (z.B. Vorliegen einer Niereninsuffizienz) mindestens 3 x 2 g/d oder 4 x 2 g/d i.v. bezogen auf das Aminopenicillin.
- Das Ergebnis der Cefuroxim-Testung gilt nur für die intravenöse-Therapie.
- Gentamicin sollte zur Behandlung von systemischen Infektionen mit Enterobacterales nicht als Monotherapie verwendet werden. Die Beurteilung der Wirksamkeit bei systemischen Infektionen (S/I/R) gilt nur für eine Kombinationstherapie. Aufgrund der Anreicherung von Aminoglykosiden im Urin und in der Niere sind Infektionen des Harntraktes auch mit einer Monotherapie möglich.

[zurück](#)

8 PSEUDOMONAS SPP (INKL. P. AERUGINOSA)

Antibiotika	Ergebnis gilt auch für
Piperacillin	Piperacillin/Tazobactam
Ceftazidim	
Cefepim	
Meropenem	
Imipenem	
Gentamicin	
Tobramycin	
Amikacin	
Ciprofloxacin	
Fosfomycin	

Hinweise:

- Bei *Pseudomonas aeruginosa* sollen mit "I" beurteilte Antibiotika hoch dosiert werden, d.h. Piperacillin/Tazobactam 4x4,5 g, Ceftazidim 3x2 g, Cefepim 3x2 g, Ciprofloxacin 3x400 mg iv bzw. 2x750 mg p.o., Gentamicin/Tobramycin 1x7 mg/kg KG (Werte für Erwachsene ohne Therapie-modifizierende Faktoren, z.B. Niereninsuffizienz). Meropenem = "S" ist nicht wirksamer als z.B. hoch dosiertes (= "I") Piperacillin/Tazobactam oder Ceftazidim, die gegenüber Meropenem bevorzugt eingesetzt werden sollen!
- Bei multiresistenten *Pseudomonas aeruginosa*-Stämmen wird zusätzlich Ceftazidim/Avibactam, Ceftolozan/Tazobactam, Aztreonam, Fosfomycin und Colistin getestet. Fosfomycin darf nur im Rahmen einer Kombinationstherapie eingesetzt werden.
Aminoglykoside sollten zur Behandlung von systemischen Infektionen mit *Pseudomonas aeruginosa* nicht als Monotherapie verwendet werden. Die Beurteilung der Wirksamkeit (S/I/R) gilt nur für eine Kombinationstherapie. Ist bei einer schweren Infektion eine Kombinationstherapie mit einem Aminoglykosid indiziert, so ist Tobramycin Mittel der ersten Wahl. Aufgrund der Anreicherung von Aminoglykosiden im Urin und in der Niere sind Infektionen des Harntraktes auch mit einer Monotherapie möglich.
- Gyrasehemmer sind die einzigen oral applizierbaren Substanzen mit *Pseudomonas*-Wirksamkeit. Die höchste Aktivität hat Ciprofloxacin. **Bei Vorliegen einer Resistenz gegen Ciprofloxacin ist** auch von anderen Gyrasehemmern keine Wirksamkeit zu erwarten und somit **eine orale Therapie nicht mehr möglich!**

[zurück](#)

9 ACINETOBACTER SPP.

Antibiotika	Ergebnis gilt auch für
Ampicillin	
Ampicillin/Sulbactam	
Piperacillin/Tazobactam	
Cefuroxim	
Ceftriaxon	Cefotaxim
Ceftazidim	
Meropenem	Imipenem
Gentamicin	
Ciprofloxacin	Levofloxacin
Cotrimoxazol	

Hinweise:

- Die Wirksamkeit von Ampicillin/Sulbactam bzw. Piperacillin/Tazobactam gegenüber *Acinetobacter* spp. beruht nicht auf der Hemmung einer β -Lactamase sondern auf einer intrinsischen Wirksamkeit von Sulbactam bzw. in geringerem Ausmaß von Tazobactam. Ampicillin und Piperacillin selbst sind meist nicht wirksam. Da der β -Lactamase-Hemmstoffanteil in den Kombinationspräparaten gering ist, muss Ampicillin/Sulbactam bzw. Piperacillin/Tazobactam in der Maximal-

dosis verabreicht werden, um eine Wirksamkeit zu erreichen, die jedoch nicht gesichert ist. Bei schweren bzw. lebensbedrohlichen Infektionen sollte Meropenem oder Ciprofloxacin (hohe Dosierung, d.h. 3x400 mg i.v. bzw. 2x750 mg p.o.) bevorzugt werden.

- Aminoglykoside sollten zur Behandlung von systemischen Infektionen mit *Acinetobacter* spp. nicht als Monotherapie verwendet werden. Die Beurteilung der Wirksamkeit (S/I/R) gilt nur für eine Kombinationstherapie. Aufgrund der Anreicherung von Aminoglykosiden im Urin und in der Niere sind Infektionen des Harntraktes auch mit einer Monotherapie möglich.

[zurück](#)

10 STENOTROPHOMONAS MALTOPHILIA

Antibiotika	Ergebnis gilt auch für
-------------	------------------------

Ceftazidim
Levofloxacin
Cotrimoxazol
Minocyclin

Hinweise:

- Medikament der Wahl gegen *Stenotrophomonas maltophilia* ist Cotrimoxazol. Da zur Therapie die höhere Cotrimoxazol-Dosis von 3x960/125 mg eingesetzt werden soll, ist die Empfindlichkeit im Antibiogramm als [I] („sensibel bei erhöhter Exposition) angegeben. Cotrimoxazol soll auch dann bevorzugt werden, wenn andere Antibiotika mit [S] („sensibel bei Standardexposition“) beurteilt sind.

[zurück](#)

11 HAEMOPHILUS INFLUENZAE UND MORAXELLA CATARRHALIS

Antibiotika	Ergebnis gilt auch für
-------------	------------------------

Ampicillin	
Ampicillin/Sulbactam	
Piperacillin/Tazobactam	
Cefuroxim	
Ceftriaxon	Cefotaxim
Meropenem	Imipenem
Moxifloxacin	Ciprofloxacin, Levofloxacin
Cotrimoxazol	

Hinweise (gilt nur für *Haemophilus influenzae*):

- Falls die Ampicillin- bzw. Ampicillin/Sulbactam-Testung sensibel ausgefallen ist, so kann eine Therapie mit Amoxicillin bzw. Amoxicillin/Clavulansäure p.o. durchgeführt werden, wenn dazu die hohe Dosierung verwendet wird, d.h. für Amoxicillin 3x0,75 g bzw. für Amoxicillin/Clavulansäure 3x1 g pro Tag (Werte für Erwachsene ohne Therapie-modifizierende Faktoren, z.B. Niereninsuffizienz).

- Falls die Cefuroxim-Testung sensibel ausgefallen ist, so kann eine Therapie mit Cefuroxim p.o. durchgeführt werden, wenn dazu die hohe Dosierung verwendet wird, d.h. mind. 2x0,5 g pro Tag (Werte für Erwachsene ohne Therapie-modifizierende Faktoren, z.B. Niereninsuffizienz).

[zurück](#)

12 PASTEURELLA MULTOCIDA

Antibiotika	Ergebnis gilt auch für
Penicillin	Ampicillin, Amoxicillin
Ampicillin/Sulbactam	Amoxicillin/Clavulansäure, Sultamicillin
Ceftriaxon	Cefotaxim
Moxifloxacin	Ciprofloxacin, Levofloxacin
Cotrimoxazol	

[zurück](#)

13 AEROMONAS SPP.

Antibiotika	Ergebnis gilt auch für
Piperacillin/Tazobactam	
Cefuroxim	
Ceftriaxon	Cefotaxim
Ceftazidim	
Meropenem	
Gentamicin	
Ciprofloxacin	
Cotrimoxazol	

[zurück](#)

14 BURKHOLDERIA CEPACIA-KOMPLEX

Antibiotika	Ergebnis gilt auch für
Ceftazidim	
Meropenem	
Cotrimoxazol	

Hinweise:

- Für die Einschätzung der Empfindlichkeit von Bakterien des *Burkholderia cepacia*-Komplexes werden die Grenzwerte der US-Norm (CLSI) verwendet. Die EUCAST hat alle Grenzwerte mit der Begründung zurückgezogen, dass es keine Korrelation zwischen den gemessenen MHK-Werten und der klinischen Wirksamkeit gibt. Die von uns angegebenen Ergebnisse der Resistenztestung sind daher nur orientierend.

[zurück](#)

15 MENINGOKOKKEN

Antibiotika	Ergebnis gilt auch für
Ampicillin Ceftriaxon Meropenem Ciprofloxacin Rifampicin	Cefotaxim

[zurück](#)

16 GONOKOKKEN

Antibiotika	Ergebnis gilt auch für
Ampicillin Ceftriaxon Ciprofloxacin Tetracyclin	Amoxicillin Cefotaxim Doxycyclin

[zurück](#)

17 ANAEROBIER (GRAM-POSITIV UND GRAM-NEGATIV)

Antibiotika	Ergebnis gilt auch für
Penicillin Ampicillin/Sulbactam Meropenem Clindamycin Vancomycin Metronidazol	Ampicillin, Amoxicillin Amoxicillin/Clavulansäure, Piperacillin/Tazobactam Imipenem

[zurück](#)

18 CAMPYLOBACTER JEJUNI UND COLI

Antibiotika	Ergebnis gilt auch für
Erythromycin Ciprofloxacin Tetracyclin	Azithromycin, Clarithromycin Doxycyclin

[zurück](#)

19 HELICOBACTER PYLORI

Antibiotika	Ergebnis gilt auch für
Amoxicillin	
Ciprofloxacin	Levofloxacin
Clarithromycin	
Metronidazol	
Rifampicin	Rifabutin
Tetracyclin	Doxycyclin

Hinweise:

- Die Testung von Rifampicin bzw. Ciprofloxacin wird stellvertretend für Rifabutin bzw. Levofloxacin durchgeführt. Rifabutin bzw. Levofloxacin sind die Substanzen, die klinisch eingesetzt werden sollen.

[zurück](#)

20 MYKOPLASMEN UND UREAPLASMEN

Antibiotika	Ergebnis gilt auch für
Doxycyclin	
Tetracyclin	
Erythromycin	
Azithromycin	
Clarithromycin	
Josamycin (<i>in Deutschland nicht im Handel</i>)	
Ofloxacin	Levofloxacin
Ciprofloxacin	

[zurück](#)

21 MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS-KOMPLEX

Antibiotika	Ergebnis gilt auch für
Isoniazid	
Rifampicin	
Ethambutol	
Pyrazinamid	
Streptomycin	

[zurück](#)

22 SPROSSPILZE UND SCHIMMELPILZE

Antimykotika

Ergebnis gilt auch für

Amphotericin B
Anidulafungin
Fluconazol
Itraconazol
Voriconazol
Posaconazol
Isavuconazol
5-Flucytosin

Caspofungin, Micafungin

Hinweise:

- Die Empfindlichkeit von Sprosspilzen gegenüber Antimykotika kann in den meisten Fällen von der Pilzspezies abgeleitet werden. Aus diesem Grund wird nur bei schweren Infektionen (z.B. Candidämie) oder auf Anfrage eine Empfindlichkeitstestung durchgeführt.
- Für die Beurteilung der Empfindlichkeit von Pilzen existieren für viele Spezies keine Grenzwerte. Die Bewertung erfolgte deshalb teilweise in Anlehnung an andere Pilze mit vergleichbaren Wachstumseigenschaften, für die standardisierte Grenzwerte etabliert sind, sowie durch Abgleich mit Literaturangaben (soweit vorhanden) und hat folglich nur eine orientierende Aussagekraft.
- Die Grenzwerte der EUCAST für Echinocandine beruhen im Wesentlichen auf epidemiologischen cut-off Werten (ECOFFs). Der ECOFF Wert trennt eine natürliche, empfindliche Population (Wildtyp) von einer nicht-Wildtyp-Population. ECOFFs stellen jedoch keine klinischen Grenzwerte dar und daher kann von diesen Grenzwerten nicht auf eine klinische Resistenz geschlossen werden.

[zurück](#)

KEIM- UND RESISTENZSTATISTIK

Die Kenntnis des Keimpektrums und des lokalen Resistenzverhaltens häufig isolierter Keime ist unabdingbar für die Festlegung empirischer Therapieschemata. Entsprechende Statistiken für das Klinikum der Universität Erlangen finden Sie im Intranet unter Ärzte/Wiss.

[zurück](#)