

Antibiotika bei CF - Behandlungsprinzipien



Patienten-Ratgeber
Mukoviszidose



INFECTORPHARM
Wissen wirkt.

Das Familienunternehmen InfectoPharm gehört zu den führenden Herstellern von Medikamenten und Gesundheitsprodukten, insbesondere für Kinder.

Für Groß und Klein entwickeln wir qualitativ hochwertige und innovative Präparate, um Ihnen die Therapie zu erleichtern und damit den Therapieerfolg zu verbessern.

Ärzte, Hebammen und Apotheker vertrauen auf die Qualität und Wirksamkeit unserer Präparate und schätzen unsere langjährige Erfahrung. Darum wird auch das umfangreiche Angebot unserer leicht verständlichen Service- und Informationsmaterialien für Patienten gerne genutzt.

Wir freuen uns sehr, wenn wir auch Sie und Ihre Familie mit diesem Ratgeber in der gegenwärtigen Situation unterstützen können und wünschen gute Besserung!

Ihre



Familie Zöller

Liebe Patienten, liebe Eltern,

Mukoviszidose zählt zu den häufigsten angeborenen Stoffwechselerkrankungen in Europa. Eine Erkrankung, die für Patienten und deren Angehörige eine enorme Belastung darstellen kann. Glücklicherweise gelingt es der Medizin durch neue Entdeckungen und ständige Weiterentwicklungen, die Behandlungsmöglichkeiten stets weiter zu verbessern. Doch neben wirksamen Substanzen ist für den Therapieerfolg auch die Mitarbeit des Patienten entscheidend. Dazu gilt es zu verstehen, was sich hinter „Pseudomonaden“ verbirgt und warum es wichtig ist, „Antibiotika zu inhalieren“.

Um Ihnen bei diesen Fragen eine Hilfestellung zu leisten, haben wir unsere Patientenbroschüren-Serie ins Leben gerufen. Hier finden Sie fundiertes und verständlich aufbereitetes Wissen zu Erregern, welche bei Mukoviszidose häufig Beschwerden verursachen, sowie Hintergrundinformationen zum Erregernachweis und der Antibiotika-Behandlung bei Mukoviszidose.

Ihr Team von



Autorin: Prof. Dr. Gratiana Steinkamp
Redaktion: Jannis Ludwig

Was sind Antibiotika und wie wirken sie?

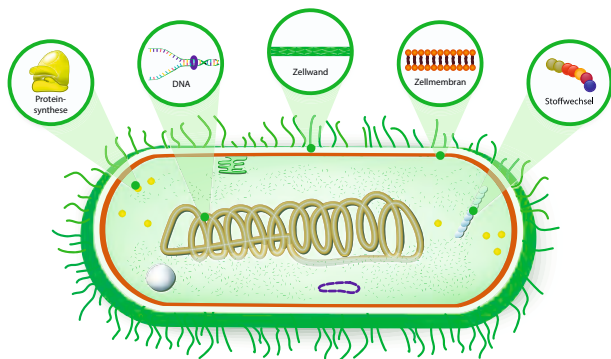
Antibiotika sind Medikamente, die Bakterien bekämpfen. Die Bezeichnung bedeutet im Griechischen so viel wie „gegen das Leben“. Allerdings machen Antibiotika nur bakteriellen Krankheitserregern das Leben schwer. Gegen Viren, Pilze oder menschliche Zellen haben Antibiotika keine direkte Wirkung.

Ursprünglich wurden Antibiotika aus Naturstoffen und Pilzen hergestellt, wie z.B. Penicillin, das erste im großen Maßstab produzierte Antibiotikum. Heutzutage werden die meisten Antibiotika synthetisch gewonnen, also künstlich hergestellt.



Reaktor zur Herstellung von Antibiotika.

Antibiotika greifen Bakterien auf verschiedene Weise an. Sie können die Erreger entweder abtöten oder sie in ihrem Wachstum und ihrer Vermehrung so stark behindern, dass die Krankheitserreger keinen Schaden mehr anrichten. Manche Antibiotika reduzieren außerdem die Produktion von „Bakterien-Giften“. Bestimmte Medikamente beeinträchtigen den Aufbau der schützenden Zellwand der Krankheitserreger, andere greifen in den Eiweißstoffwechsel der Bakterien ein oder behindern die Vermehrung ihrer Erbsubstanz.



Angriffspunkte für Antibiotika

Für den Behandlungserfolg spielt es keine Rolle, nach welchem Prinzip das Antibiotikum wirkt.

Welche Gruppen von Antibiotika gibt es und welche sind bei Mukoviszidose wichtig?

Für jedes Antibiotikum ist bekannt, gegen welche Krankheitserreger es besonders gut wirkt. Die so genannten Breitband-Antibiotika helfen gegen viele verschiedene Bakterien, während Schmalspektrum-Antibiotika auf bestimmte Krankheitserreger spezialisiert sind.

Manche Substanzen wirken nur, wenn sie direkt in die Blutbahn gespritzt werden. Andere können auch in Tablettenform verabreicht werden. Speziell bei Mukoviszidose (CF) werden bestimmte Antibiotika mithilfe eines Inhaliergerätes direkt in die Lunge eingeatmet.



Unterschiedliche Darreichungsformen für Antibiotika

Nach ihrer chemischen Struktur und ihrem Wirkprinzip werden Antibiotika in mehrere Gruppen eingeteilt. Bei Mukoviszidose werden vor allem die folgenden eingesetzt:

Antibiotika-Gruppe	Beispiele für Einzelsubstanzen	Typische Anwendung [*]	Charakteristische Bakterien, die bekämpft werden ^{**}
Aminoglykoside	Tobramycin	intravenös oder zum Inhalieren	<i>P. aeruginosa</i>
Cephalosporine	Cefaclor Ceftazidim	oral oder intravenös	<i>S. aureus</i> <i>P. aeruginosa</i>
Gyrasehemmer (Chinolone)	Ciprofloxacin Levofloxacin	oral oder intravenös	<i>P. aeruginosa</i>
Makrolide	Azithromycin	oral	<i>H. influenzae</i> ^{***}
Monobactame	Aztreonam	zum Inhalieren	<i>P. aeruginosa</i>
Penicilline	Amoxicillin Flucloxacillin	oral oder intravenös	<i>S. aureus</i> <i>H. influenzae</i>
Polymyxine	Colistin	zum Inhalieren oder intravenös	<i>P. aeruginosa</i>

^{*} oral: Tablette, Dragee, Kapsel oder Saft zum Einnehmen;

intravenös: Lösung zur Infusion in die Blutbahn

^{**} bei Kleinkindern und Schulkindern dominieren meist *S. aureus* oder *H. influenzae*; *P. aeruginosa* ist bei Jugendlichen und Erwachsenen ein häufiger Krankheitserreger

^{***} Anwendung auch bei chronischer Pseudomonas-Infektion

Wann müssen bei Mukoviszidose Antibiotika verabreicht werden, und was ist das Ziel der Behandlung?

Antibiotika gehören zu den wichtigsten Medikamenten bei der Behandlung der Mukoviszidose. Sie werden eingesetzt, wenn Bakterien in den Atemwegen gefunden werden, die bei Mukoviszidose Schaden anrichten können.



Im Unterschied zu klassischen Infektionskrankheiten geht es bei CF in der Regel nicht um die komplette Ausrottung aller Bakterien aus der Lunge, sondern darum, die Zahl der Erreger zu reduzieren. Nach erfolgreicher Therapie müssen CF-Betroffene weniger husten und fühlen sich weniger krank. Sie werden wieder leistungsfähiger und fitter.

Neuerdings untersuchen Forscher die Lunge von CF-Patienten mit hochempfindlichen Methoden, die in der Lage sind, selbst Spuren des „genetischen Fingerabdrucks“ von Bakterien sichtbar zu machen. Dabei entdecken sie viel mehr unterschiedliche Erreger, als man sie mit den bisherigen Methoden aufspüren konnte. Es ist absehbar, dass sich daraus neue Strategien zur Bekämpfung von Krankheitserregern bei CF ergeben werden.

In der folgenden tabellarischen Übersicht werden unterschiedliche Gründe für die Verordnung von Antibiotika zusammengefasst:

Prophylaxe: In manchen Situationen verwendet man vorbeugend Antibiotika, um eine Infektion mit Bakterien zu verhindern. Dies gilt beispielsweise bei schweren Erkältungen. Schnupfen und Halsschmerzen werden zwar meist durch Viren ausgelöst, gegen die Antibiotika nichts ausrichten können. Im Verlauf der Viruserkrankung können sich jedoch zusätzlich Bakterien ansiedeln und eine so genannte „Superinfektion“ auslösen. Antibiotika sollen solche Zweitinfektionen verhindern.

Eradikationstherapie: Wird zum ersten Mal *Pseudomonas aeruginosa* im Sputum oder Rachenabstrich nachgewiesen, können Antibiotika den Krankheitserreger in den meisten Fällen wieder zum Verschwinden bringen ; sie werden ausgerottet („eradiziert“, vgl. Teil 1 der Serie).

Suppressionstherapie: Bei der chronischen *Pseudomonas*-Infektion ist das vollständige Ausrotten der Erreger nicht mehr möglich. Betroffene Personen inhalieren Antibiotika über viele Monate oder Jahre, um die Zahl der Bakterien zu unterdrücken und die Krankheitserreger „im Zaum zu halten“.

Therapie der Exazerbation: Wenn sich bei einer Exazerbation die Lungenerkrankung akut stark verschlechtert, können Antibiotika die bakterielle Infektion zurückdrängen. Meist werden bei der intravenösen Therapie zwei verschiedene Antibiotika direkt in die Blutbahn gespritzt. Die Behandlung erfolgt zuhause oder in der Klinik und dauert in der Regel 14 Tage.

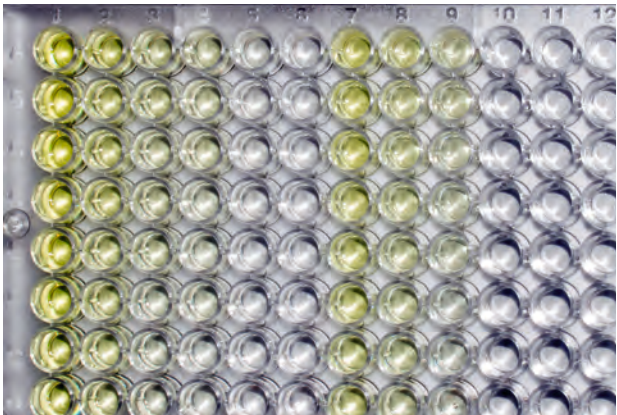
Entzündungshemmung: In Studien hat man festgestellt, dass bestimmte Patienten von einer Behandlung mit dem Antibiotikum Azithromycin profitieren können. Das gilt selbst dann, wenn dieser Stoff eigentlich nicht in der Lage ist, die dominierenden Erreger abzutöten. Wissenschaftler vermuten, dass dafür entzündungshemmende Eigenschaften des Arzneistoffes eine Rolle spielen.

Wie wählt der Arzt das passende Antibiotikum aus?

Die Beschwerden des Patienten oder die Ergebnisse der körperlichen Untersuchung lassen nicht darauf schließen, welche Bakterien sich in den Atemwegen und in der Lunge angesiedelt haben. Der Arzt ist daher auf den Befund aus dem mikrobiologischen Labor angewiesen, das sog. Antibiotogramm oder auch Resistogramm. Es gibt Auskunft darüber, welche Bakterien gefunden wurden, und welche Antibiotika sich zur Behandlung eignen (vgl. Teil 7).



Mithilfe des Antibiogramms wählt der Arzt das bestmögliche Antibiotikum aus. In erster Linie werden gut verträgliche Substanzen mit möglichst schmalem Wirkspektrum verordnet. In die Entscheidung geht wesentlich mit ein, welche Erfahrungen der Betroffene selbst mit früheren Antibiotikabehandlungen gemacht hat. Der Anlass der Antibiotikabehandlung spielt ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Auswahl der besten Substanz.



Testung der Wirksamkeit verschiedener Antibiotika und Konzentrationen

In den letzten Jahren wurde mehr und mehr deutlich, dass Antibiotika auch dann gut wirken können, wenn die Bakterien gemäß Antibiogramm als „resistent“ eingestuft wurden. Demnach lassen mikrobiologische Ergebnisse zu den Erregern nicht immer eine klare Prognose über den Behandlungserfolg zu.

Worauf muss man als Patient bei der Behandlung achten?

Bei der Antibiotikabehandlung ist es besonders wichtig, die Anwendungshinweise des Arztes zu beachten.



Dazu gehört, die vorgeschriebenen Abstände zwischen den Einnahmen einzuhalten (z.B. drei Tabletten täglich alle 8 Stunden). Vor allem kommt es darauf an, das Antibiotikum bis zum Schluss

der empfohlenen Einnahmezeit konsequent einzunehmen. Dies gilt selbst dann, wenn sich das Befinden schon wenige Tage nach Behandlungsbeginn deutlich verbessert. Nur mit einer gut dosierten und genügend langen Therapie ist es möglich, ausreichend viele Bakterien zu zerstören und das Risiko der Ausbreitung resistenter Erreger zu reduzieren.

Wenn die verordneten Tabletten zu groß und schwer zu schlucken sind, sollte man in der Packungsbeilage nachschauen oder den Arzt oder Apotheker fragen, ob die Tablette ohne weiteres geteilt beziehungsweise zerkleinert werden darf.



Milch und bestimmte Lebensmittel können die Aufnahme mancher (nicht aller!) Antibiotika in den Körper beeinflussen. In der Packungsbeilage finden sich dann entsprechende Hinweise, wie zum Beispiel, dass man das Antibiotikum erst ein bis zwei Stunden nach einer Mahlzeit zu sich zu nehmen soll.



Auch Wechselwirkungen mit anderen Medikamenten sind bei vielen Antibiotika bekannt. Gleichzeitig eingenommene Medikamente können sich gegenseitig in der Wirkung verstärken oder abschwächen. Dies ist besonders bei Mukoviszidose wichtig, da täglich diverse Präparate eingenommen werden. Arzt und Apotheker werden auf geeignete Kombinationen von Medikamenten achten. Auch die Packungsbeilage führt wichtige Wechselwirkungen auf.

Können Patienten, die CFTR-Modulatoren einnehmen, auf Antibiotika verzichten?

CFTR-Modulatoren bilden eine neue Arzneistoffgruppe zur Behandlung der Mukoviszidose. Diese Arzneimittel greifen direkt am Basisdefekt der Mukoviszidose an und beeinflussen

(modulieren) die Funktion des CFTR-Kanals günstig. In den letzten Jahren wurden mehrere neue CFTR-Modulatoren zugelassen, auch Kombinationspräparate mit zwei oder drei unterschiedlichen Substanzen.



Ziel ist, dass jeder Patient je nach seiner CFTR-Mutation mit dem wirksamsten Arzneimittel behandelt werden kann. Das erste Medikament dieser Art war Ivacaftor, das für die wenigen (unter 5%) Betroffenen mit der Mutation G551D geeignet ist. Unter der Therapie mit Ivacaftor geht es vielen dieser Patienten deutlich besser. Eine echte Heilung der Erkrankung wird jedoch nicht erreicht. Unter der Behandlung mit Ivacaftor wurde beobachtet, dass sich weniger Bakterien im Sputum nachweisen ließen. Jedoch verschwand *P. aeruginosa* meist nicht vollständig aus den Atemwegen. Daher muss die übrige CF-Therapie fortgeführt werden, einschließlich der vom Arzt verordneten Antibiotika.

Welche Gesichtspunkte gelten für das Inhalieren von Antibiotika?

Das Inhalieren von Antibiotika richtet sich in erster Linie gegen *Pseudomonas aeruginosa*. In Studien geprüft werden aber auch inhalative Antibiotika gegen andere Erreger wie Mykobakterien oder Methicillin-resistente Staphylokokken (MRSA).

Werden bei einem Patienten zum ersten Mal *Pseudomonas*-bakterien nachgewiesen, können Antibiotika zum Inhalieren bei etwa 3 von 4 Betroffenen die Erreger wieder zum Verschwinden bringen. Diese Eradikationstherapie dauert meist nur einige Wochen oder Monate. Es gibt unterschiedliche Vorgehensweisen, die alle ähnlich gut wirksam sind.

Besteht die Infektion mit *Pseudomonas aeruginosa* dagegen schon seit Jahren, ist sie also chronisch geworden, müssen die Bakterien langfristig unterdrückt und jahrelang behandelt werden. Hier empfehlen Ärzte meist einen bestimmten Rhythmus. Häufig angewendet werden vier Wochen tägliches Inhalieren gefolgt von vier Wochen Pause und danach wieder vier Wochen Antibiotikainhalation („On-Off-Therapie“). Schwerer kranke Patienten inhalieren auch abwechselnd mit zwei verschiedenen inhalativen Antibiotika, zum Beispiel vier Wochen Tobramycin gefolgt von vier Wochen Colistin oder Aztreonam und so weiter, also ohne dazwischen liegende Pausen. Ärzte sprechen dann von einer „alternierenden Therapie“. Diese Behandlung könnte Exazerbationen verringern und die Lungenfunktion stabiler halten als eine On-Off-Therapie, allerdings fehlen bisher definitive Studienergebnisse. Andere Patienten wiederum inhalieren ein einziges Antibiotikum

(meist Tobramycin oder Colistin) täglich kontinuierlich, also dauerhaft ohne Pause.

Welche Antibiotika-Anwendung für welchen Patienten optimal ist, kann nicht wissenschaftlich beantwortet werden, sondern nur in enger Zusammenarbeit zwischen Patient und behandelndem Arzt.



Inhalieren mit einer Lösung oder mit einem Pulver?

Die ersten Antibiotika zum Inhalieren waren Lösungen. Dabei wird die Medikamenten- Flüssigkeit in einen elektrischen Vernebler eingefüllt. Das Inhaliergerät produziert einen Nebel aus winzigen Tröpfchen, die mit dem Einatemstrom tief in die Lunge gelangen und die Bakterien im Bronchialschleim abtöten können.

Das Inhalieren dauert zwischen 5 und 20 Minuten, je nach Gerät, Antibiotikum und Dosis. Bei Mukoviszidose werden Tobramycin, Colistin, Aztreonam oder Levofloxacin als Antibiotika-Lösung inhaliert.



Seit einigen Jahren sind Tobramycin und Colistin auch als Trockenpulver auf dem Markt. Sie sind in Kapseln abgefüllt, die in spezielle Pulver-Inhaliergeräte eingelegt und daraus als „trockene“ Pulverwolke eingeatmet werden. Dabei ist für jedes Antibiotikum genau festgelegt, mit welchem Inhalator es verabreicht werden darf. Zugelassen sind diese Trockenpulver-Antibiotika für Patienten ab 6 Jahren.



Das Inhalieren aus einer Pulverkapsel geht schnell, der Inhalator ist klein und benötigt keinen elektrischen Strom. Allerdings tritt nach dem Inhalieren relativ häufig ein Hustenreiz auf, der durch richtige Atemtechnik verringert werden kann. Anders als eine Inhalationslösung kann ein Trockenpulver die Atemwege beim Inhalieren nicht befeuchten.

Die medizinische Wirksamkeit und Verträglichkeit ist sowohl für Lösungen als auch für Trockenpulver durch Studien belegt.

Antibiotika – mehr Schaden als Nutzen?

Vorbehalte gegen Antibiotika sind bei Patienten und Eltern und im Bekanntenkreis durchaus verbreitet (und werden manchmal auch von Ärzten und medizinischem Personal geäußert). Bedenken richten sich besonders gegen einen möglicherweise fraglichen Nutzen („mit Kanonen auf Spatzen schießen“), die frühe Bildung von Resistenzen und die Nebenwirkungen der Substanzen.

Die Notwendigkeit einer Antibiotikatherapie ist grundsätzlich sorgfältig zu prüfen. Bei der CF handelt es sich jedoch um eine Erkrankung, bei der Bakterien in Atemwegen und Lungen zerstörerisch wirken. Mit den Jahren geht durch bakterielle Infektionen zunehmend Lungengewebe zugrunde. Dass es heute vielen Betroffenen noch im Erwachsenenalter recht gut geht, ist auf die konsequente Antibiotikatherapie zurückzuführen, die in den letzten 30 Jahren im Zentrum der Mukoviszidose-Medizin stand.



Um eine sichere Anwendung zu gewährleisten, überwachen Ärzte bei bestimmten Substanzen wie Tobramycin die Blutspiegel des Antibiotikums. Und sie untersuchen regelmäßig die Funktion von möglicherweise belasteten Organen wie Niere, Leber und Gehör.

Sollte es bei Ihnen Bedenken gegen eine vorgeschlagene Antibiotikatherapie geben, besprechen Sie diese mit Ihrem Arzt.

Mit welchen Nebenwirkungen muss man rechnen?

Antibiotika zum Inhalieren gehören für viele CF-Betroffene häufig über Jahre zum Behandlungsalltag. Manche Patienten nehmen auch längerfristig Antibiotika in Tabletten- oder Saftform ein. Insgesamt wird die dauerhafte Anwendung von Antibiotika erstaunlich gut vertragen.

Bestimmte Bereiche des menschlichen Körpers sind natürlicherweise mit nützlichen Bakterien besiedelt. So tragen beispielsweise die Bakterien in Darm („Darmflora, Mikrobiom“) zur Verdauung bei. Wenn das Antibiotikum nicht nur die schädlichen, sondern auch die erwünschten Bakterien im Darm angreift, kann es hier zu Nebenwirkungen wie z.B. Durchfall kommen.



Die Behandlung mit Antibiotika kann auch die Ausbreitung von Pilzen im Körper begünstigen. Ein Beispiel dafür ist die Pilzinfektion der Scheide, die manchen Frauen während einer Antibiotikatherapie zu schaffen macht.

Wie andere körperfremde Stoffe müssen Antibiotika auch wieder aus dem Organismus ausgeschieden werden. Das geschieht in Niere und Leber. Daher können je nach Art des Antibiotikums Störungen der Nieren- oder der Leberfunktion auftreten. Manche CF-Patienten werden im Laufe ihres Lebens mit beachtlichen Mengen von Tobramycin behandelt, das bei intravenöser Therapie direkt in die Blutbahn gelangt. Mit der Zeit kann dies die Nierenfunktion beeinträchtigen, insbesondere dann, wenn gleichzeitig der Zuckerstoffwechsel gestört ist und ein CF-Diabetes besteht. Die Belastung der Niere ist geringer, wenn Tobramycin nur einmal (und nicht dreimal) am Tag intravenös verabreicht wird.

Weil auch das Gehör durch wiederholte Tobramycin-Therapie geschädigt werden kann, überprüfen Ärzte regelmäßig das Hörvermögen.

In seltenen Fällen können Antibiotika auch Allergien auslösen. Diese äußern sich beispielsweise in Juckreiz, Hautausschlag oder Quaddeln.

Jedes Antibiotikum hat ein eigenes „Nebenwirkungsprofil“, das in der Packungsbeilage beschrieben wird. Sprechen Sie mit Ihrem Arzt oder Apotheker darüber, um genauere Erläuterungen zu erhalten. Teilen Sie unerwünschte Wirkungen, die Sie bei sich beobachten, in jedem Fall mit.

Was sind Resistenzen und welche Rolle spielen sie?

Bakterien können unempfindlich gegenüber Antibiotika sein, d.h. sie sind „resistent“. In diesem Falle vermehren sich die Krankheitserreger weiter und richten Schaden an, trotz Gabe eines Antibiotikums.



Bakterien können Resistenzen nicht nur gegen einzelne Antibiotika entwickeln, sondern gegen ganze Wirkstoffklassen. Wenn gramnegative Stäbchenbakterien wie *P. aeruginosa* gegen mehrere Substanzen resistent sind („multiresistent“), wird dies mit MRGN abgekürzt. Betrifft die Resistenz 3 Antibiotikaklassen, spricht man von 3MRGN, bei 4 betroffenen Antibiotikaklassen von 4MRGN.

Diese Einteilung ist vor allem wichtig für die Hygienemaßnahmen, die bei der Behandlung des betroffenen Patienten erforderlich sind. Resistenzen werden durch eine Untersuchung der Probe des Patienten im mikrobiologischen Labor mit Hilfe des Antibiogramms identifiziert. Auf dieser Basis wählt der Arzt die bestmögliche Therapie aus. Wurde eine Antibiotikabehandlung mit einem Medikament begonnen, gegen das die Bakterien bei der Testung resistent reagieren, wird der Arzt die Behandlung in der Regel auf ein anderes Antibiotikum umstellen (vgl. Teil 7). Wie oben erwähnt, kann aber auch ein als resistent

getestetes Antibiotikum durchaus wirksam sein. Ein Grund dafür ist das übliche Testverfahren für Antibiogramme, das die spezielle Situation in der CF-Lunge mit den in Biofilmen wachsenden Pseudomonaden nicht widerspiegelt.

Welche neuen Medikamente werden derzeit entwickelt?

Gerade weil Antibiotika besonders wichtige Arzneimittel für die Lungeninfektion bei Mukoviszidose sind, haben neu entwickelte Substanzen für CF-Betroffene große Bedeutung.

Mehrere neue Antibiotika gegen Staphylokokken oder Pseudomonaden wurden entwickelt und befinden sich in der Zulassung.

Derzeit prüfen Forscher weitere Präparate zum Inhalieren. Beispiele hierfür sind neue Anwendungsformen von Ciprofloxacin, Levofloxacin oder Amikacin. Neu an Amikacin wird sein, dass das Antibiotikum in Liposomen verpackt ist, die wie winzige Fetttropfchen in der Lösung schwimmen. Dank der „liposomalen Verpackung“ kann das Arzneimittel die Biofilmschicht von *Pseudomonas aeruginosa* durchdringen. Auf diese Weise gelangt mehr wirksame Substanz zu den Bakterien. Ein weiterer Effekt ist die längere Wirkdauer des liposomalen Antibiotikums, so dass es nur einmal pro Tag inhaliert werden muss. Die Substanz ist noch nicht zugelassen.



In anderen Studien werden feste Kombinationen von Tobramycin mit Fosfomycin geprüft. Somit werden mit einer Inhalation gleichzeitig zwei verschiedene Antibiotika inhaliert.

Ein spezielles Cephalosporin, das Cefiderocol, wirkt nicht nur antibiotisch gegen *Pseudomonas aeruginosa*, sondern das Molekül bindet an Eisen und gelangt dadurch über ein aktives Transportsystem direkt in die Bakterienzelle. Dort bewirkt es die Abtötung des Bakteriums. Die Zulassung des Arzneimittels für Europa ist in Vorbereitung.

Gegen Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus* (MRSA)-Bakterien prüfen Forscher in Studien eine inhalative Anwendungsform von Vancomycin.

Ein ganz anderes Wirkprinzip als bei Antibiotika wird bei der Phagentherapie genutzt. Bakteriophagen sind Viren, die Bakterien befallen und sie dabei zerstören. Menschliche Zellen werden von Bakteriophagen nicht angegriffen. In Deutschland werden Phagen im Rahmen des Forschungsprojekts „Phage-4Cure“ gegen *Pseudomonas aeruginosa* getestet.

Darüber hinaus entwickeln pharmazeutische Unternehmen neue Substanzen mit antibiotischer Wirkung gegen verschiedene andere Bakterien. Ziel ist, auch zukünftig den Wettlauf gegen die Bakterien und deren Resistenzentwicklung zu gewinnen.

Weitere Ratgeber

Neben unserer Ratgeber-Reihe zu wichtigen Erregern der Mukoviszidose bieten wir Ihnen weitere Ratgeber zu den unterschiedlichsten Themenbereichen an. Fragen Sie Ihren Arzt oder Apotheker.





CF

8

Hinweis: Der Inhalt dieser Broschüre dient ausschließlich der Information und kann keinesfalls die ärztliche Beratung ersetzen. Bei speziellen Fragen suchen Sie bitte den Arzt auf.

InfectoPharm Arzneimittel und Consilium GmbH

Von-Humboldt-Str. 1 · 64646 Heppenheim · www.infectopharm.com

 **INFECTOPHARM**
Wissen wirkt.