



Erregerdirektnachweis einer Atemwegsinfektion

Anpassung der mikrobiologischen Diagnostik im EBM an den Stand der Wissenschaft und Technik: Durch Aufnahme der GOP 32851 in den EBM können Sie diejenigen Patienten ermitteln, die von einer Erreger-spezifischen Therapie profitieren. Wir haben für Ihre Patienten ein virales sowie ein bakterielles Erreger-Panel zusammengestellt.

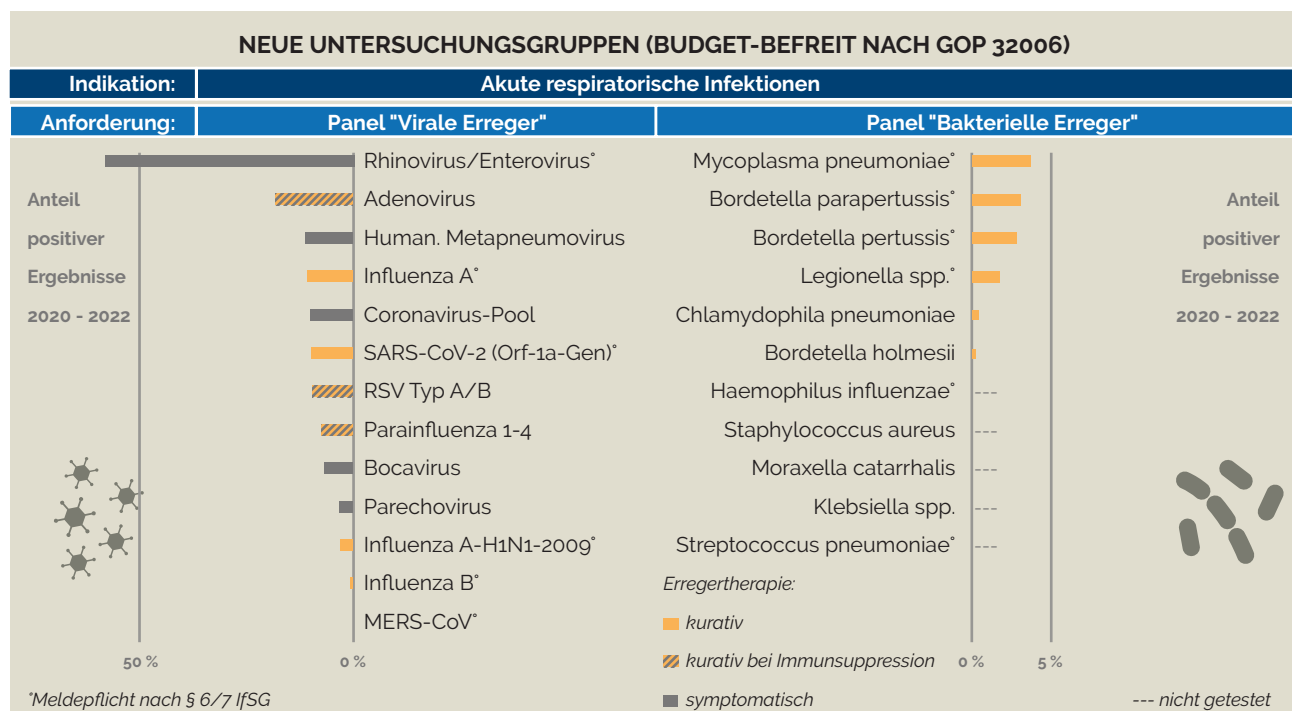
Diese Multiplex-PCR ist seit 01.07.2022 extrabudgetäre Kassenleistung und belastet den Fallwert der Praxis nicht.

TEXT DR. MED. CLAUDIUS HELMSCHRODT

SPEZIFISCHE ODER SYMPTOMATISCHE THERAPIE?

Eine Infektion der Atemwege kann durch eine Vielzahl von Viren und Bakterien hervorgerufen werden. Mit Abstand am häufigsten sind Kinder unter fünf Jahren betroffen, aber auch Ältere und Immungeschwächte leiden gelegentlich an Atemwegs-erkrankungen¹. Durch eine Diagnose des auslösenden Mikroorganismus kann in manchen Fällen zielgerichtet therapiert und eine unnötige Antibiotikatherapie vermieden werden. Obwohl unter Pädiatern und Allgemeinmedizinerinnen generell akzeptiert ist, dass die meisten dieser Atemwegsinfektionen viraler

Genese und selbstlimitierend sind, ist der Antibiotikaverbrauch bei dieser Indikation in Deutschland hoch. In einem Zeitraum von 12 Monaten nimmt mehr als ein Drittel aller Kinder und Jugendlichen unter 15 Jahren Antibiotika ein². Gleichzeitig ist der Nachweis einer Virusinfektion mit traditionellen Methoden, e. g. Viruskulturen, direkten Immunfluoreszenztests und Antigen-Schnelltests, in vielen Fällen zu aufwändig beziehungsweise zu unsicher: Direkte Immunfluoreszenztests und Antigen-Schnelltests liefern Ergebnisse innerhalb von wenigen Stunden,



Indikation	GOP	Ausnahmekennziffer (Budgetbefreiung)	Hinweis	Abrechnung	Höchstwert
Akute respiratorische Infektionen	32851	32006	SARS-CoV-2 ist wie bisher abrechenbar. Am Behandlungstag nicht gleichzeitig mit Antikörper-Bestimmung auf Erreger	19,90 € (Erreger 1) 7,23 € (ab dem 2. Erreger)	85,00 €

sie sind aber wenig sensitiv oder spezifisch und nur für wenige Viren verfügbar³. Serologische Untersuchungen sind zur Diagnostik akuter Atemwegsinfektionen nicht geeignet.

Respiratorische Infektionen werden durch eine Vielzahl von Erregern verursacht. Erregerspezifische klinische Hinweise ergeben sich oft nicht. Multiplex-PCR-Verfahren, bei denen mit einer Analyse parallel viele Erreger untersucht werden, gewinnen daher zunehmend an Bedeutung. Durch Einführung der GOP 32851 in den EBM werden diese Entwicklungen in Wissenschaft und Technik aufgenommen.

Folgende Aspekte sollten bei der Interpretation der respiratorischen Multiplex-PCRs durch nasopharyngeale Abstriche beachtet werden:

- Liegt eine Kolonisation oder eine Infektion vor?
- Was ist mit Erregern, die nicht Teil des Panels sind?
- Repräsentiert der in den oberen Atemwegen nachgewiesene Erreger die Verhältnisse in den unteren Atemwegen? Kann Material aus den unteren Atemwegen (tiefes Sputum) gewonnen werden?
- Passt die Klinik des Patienten zum nachgewiesenen Erreger? So sollte der Nachweis z. B. eines Rhinovirus bei einem Patienten mit

Lobärpneumonie und Leukozytose mit Neutrophilie dazu animieren, den Erregernachweis über Sputumkultur, Blutkultur und Urin-Antigen-Nachweis zu führen.

- Liegt eventuell eine Mischinfektion vor?

Im Folgenden sollen in Kürze die Erreger der beiden Panel vorgestellt werden:

PANEL "VIRALE ERREGER"

Rhinovirus/Enterovirus

Rhino- und Enteroviren teilen aufgrund ihrer engen Verwandtschaft die Zielsequenz des Tests und können demzufolge nicht unterschieden werden.

Beide sind über das ganze Jahr prävalent^{4, 5}. Das Rhinovirus ist einer der häufigsten ätiologischen Erreger der Erkältung und kann eine Rolle bei Asthma-Exazerbationen oder bei Bronchiolitis spielen⁶. Da Nukleinsäuren von Rhinoviren Wochen bis Monate, insbesondere bei Hypogammaglobulinämie, auf den oberen Atemwegen persistieren können⁷, ist der Nachweis auch bei Asymptomatischen häufig^{7, 8}. Bei schwer kranken Patienten sollte ein Nachweis dazu animieren, in weiteren Materialien (Blutkultur, tiefes Sputum, Urin-Antigen) nach dem auslösenden Erreger zu suchen⁷.

QUELLEN

- ¹ RKI-Ratgeber (2022) www.rki.de
- ² Holstiege (2013) Eur J Pediatr
- ³ Wishaupt (2011) Padiatrics
- ⁴ Jacobs (2013) Clin Microbiol Rev
- ⁵ Sawyer (2001) Curr Opin Pediatr
- ⁶ Pappas (2022) UpToDate
- ⁷ Krause (2014) Ärzteblatt
- ⁸ Kitano (2019) J Infect Chemother
- ⁹ Munoz (2022) UpToDate
- ¹⁰ Crowe (2022) UpToDate
- ¹¹ RKI-Ratgeber (2022) www.rki.de
- ¹² Zachary (2022) UpToDate
- ¹³ McIntosh (2022) UpToDate
- ¹⁴ Zachary (2022) UpToDate
- ¹⁵ Barr (2022) UpToDate
- ¹⁶ Henrickson (2003) Clin Microbiol Rev
- ¹⁷ Ison (2020) UpToDate
- ¹⁸ Longtin (2008) Emerg Infect Dis
- ¹⁹ Modlin (2022) UpToDate
- ²⁰ Yin (2008) Emerg Infect Dis
- ²¹ Harvala (2008) J Clin Microbiol
- ²² Shoji (2014) Pediatr Dermatol
- ²³ Verboon-Macielek (2008) Pediatr Infect Dis
- ²⁴ Levenson (2009) Pediatr Infect Dis
- ²⁵ Wise (2012) BMJ
- ²⁶ Azhar (2014) N Engl J Med
- ²⁷ Hui (2016) Lancet
- ²⁸ Baum (2022) UpToDate
- ²⁹ Klement (2006) Clin Infect Dis
- ³⁰ Cotter (2001) Academic Press
- ³¹ W. v Koenig (2011) Manual of Clin Microbiol
- ³² Pertussis-Impfstoffe (2022) www.pei.de
- ³³ Bouchez (2018) Surveillance
- ³⁴ Keuchhusten: Bakterien verlieren Antigen (2013) Ärzteblatt
- ³⁵ Yeh (2022) UpToDate
- ³⁶ CDC (2019) Best practices
- ³⁷ Kallen (2009) Ann Emerg Med
- ³⁸ Carroll (2002) J Clin Microbiol
- ³⁹ Vries (2009) Microbiol Mol Biol Rev
- ⁴⁰ Lim (2001) Thorax
- ⁴¹ Su (2012) Future Microbiol
- ⁴² Verduin (2002) Clin Microbiol Rev
- ⁴³ Murphy (2009) Clin Infect Dis
- ⁴⁴ KP (2022) klesiella-pneumoniae.org
- ⁴⁵ Long (2017) mSphere
- ⁴⁶ Roach (2015) PLOS Genet
- ⁴⁷ Poschun (1998) Clin Microbiol Rev
- ⁴⁸ Limbago (2011) J Clin Microbiol
- ⁴⁹ Hui (2016) Lancet
- ⁵⁰ Tuomanen (2022) UpToDate
- ⁵¹ Griffin (2020) NEJM
- ⁵² Kieffer (2020) J Infect Dis

Adenovirus

Adenoviren bilden eine heterogene Gruppe unbehüllter DNA-Viren mit sieben Spezies (A bis G) und sind für unterschiedlichste Krankheitsentitäten verantwortlich: Atemwegsinfektionen, Magen-Darm-Infektionen, Konjunktivitis, hämorrhagische Zystitis, Hepatitis, hämorrhagische Colitis, Pankreatitis, Nephritis, Enzephalitis und Disseminierung bei Immunsuppression⁷. Konjunktivitis in Verbindung mit pharyngealen Symptomen ist eine seltene, aber charakteristische Manifestation. An Adenoviren sollte als Ursache von fieberhaften Erkrankungen mit respiratorischen Symptomen von Kindern und Kleinkindern gedacht werden⁹. Cidofovir kann bei schweren Adenovirus-Infektionen erwogen werden⁷.

Humanes Metapneumovirus

Das humane Metapneumovirus (hMPV) wurde 2001 entdeckt, ist aber seit mindestens 60 Jahren mit weltweiter Verbreitung für Atemwegsinfektionen verantwortlich¹⁰. Die Übertragung von hMPV erfolgt wahrscheinlich nicht über Aerosole, sondern über kontaminierte Sekrete¹⁰. hMPV kann bei Patienten aller Altersgruppen Infektionen der oberen und unteren Atemwege verursachen, aber symptomatische Erkrankungen treten am häufigsten bei kleinen Kindern oder älteren Erwachsenen auf. Diese reichen von Bronchiolitis oder Asthma-Exazerbation bis hin zu schwerer Lungenentzündung und akutem Atemnotsyndrom¹⁰.

Influenza-Viren

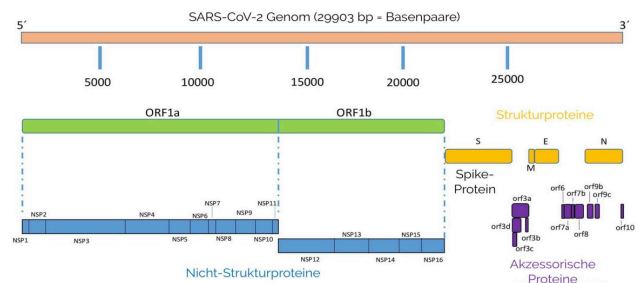
Influenzaviren A und B sind während der jährlichen Grippeepidemien für 5–20 % der Infektionen der oberen Atemwege mit schnell einsetzendem Fieber verantwortlich¹¹. Der dominante Typ des Influenzavirus variiert häufig aufgrund von Antigenshift und -drift. Die Subtypisierung von Influenza A kann anhand der Gene für Hämagglutinin (H) und Neuraminidase (N) vorgenommen werden. Die Influenza-A-Subtypen H1N1 und H3N2 sind die Stämme, die Menschen am häufigsten infizieren. Während der Grippezeit 2009/2010 entwickelte sich Influenza A (H1N1)pdm09 (H1N1-2009, auch bekannt als „Schweinegrippe“) zum dominant zirkulierenden Influenzavirus, das für etwa 99 % der gemeldeten Influenza-Infektionen verantwortlich war und in der Zwischenzeit die H1N1-Stämme aus den Jahren vor 2009 ersetzt hat. Gegenwärtig sind für die Influenza-Behandlung mindestens vier antivirale Medikamente – Amantadin, Rimantadin, Zanamivir und Oseltamivir – erhältlich, die als Folge der Verbreitung neuer Virusstämme eine typspezifische Wirksamkeit und Arzneimittelmittelresistenz besitzen¹². Selbstverständlich kann bei Nachweis von Influenza-RNA keine bakterielle Superinfektion ausgeschlossen werden. 5 bis 6 % aller Pneumokokkenpneumonien sind mit Influenza assoziiert, während gesteigerter Influenza-Aktivität auch mehr⁷.

Coronavirus-Pool

Erkältungs-Coronaviren (*engl.: common cold coronaviruses* (ccCoVs)) sind die Ursache für 5 bis 10 % der ambulant erworbenen Infektionen der oberen Atemwege bei Erwachsenen, die sporadisch oder bei Ausbrüchen unterschiedlicher Größe auftreten. Sie spielen wahrscheinlich auch eine Rolle bei schweren Atemwegsinfektionen bei Kindern und Erwachsenen, insbesondere bei Erwachsenen mit zugrunde liegender Lungenerkrankung – selten mit Todesfolge¹³.

CcCoV-Atemwegsinfektionen treten hauptsächlich im Winter auf, obwohl kleinere Spitzen manchmal im Herbst oder Frühjahr zu sehen sind¹⁴. Ähnlich wie bei Rhinoviren persistieren ccCoV-Nukleinsäuren bis Monate nach Infektion auf den Atemwegen.

SARS-CoV-2 (Orf-1a-Gen)



Der Nachweis vom pandemischen SARS-Coronavirus-2 ist ebenfalls Bestandteil des Panels "Virale Erreger" und basiert auf der Amplifikation der RNA des *open reading frame 1a*-Gens (ORF1a). Eine kürzliche Impfung mit mRNA-basierten Impfstoffen, die für das Spike-Protein codieren, interferiert nicht mit dem Test. Eine Infektion kann somit auch bei kürzlicher Impfung nachgewiesen oder ausgeschlossen werden.

RSV Typ A/B

Das respiratorische Synzytialvirus (RSV) verursacht globale, saisonale Ausbrüche von Atemwegserkrankungen, in der Regel während der Wintersaison¹⁵. RSV ist die häufigste Ursache für eine Infektion der unteren Atemwege (LRTI) bei Kindern unter einem Jahr und die häufigste Ursache für medizinisch begleitete LRTI bei Kindern unter fünf Jahren. Fast alle Kinder sind im Alter von zwei Jahren infiziert und eine Reinfektion ist üblich. Schwere Verläufe sind bei Frühgeborenen, Herz- und Lungenkranken sowie bei Immunsupprimierten möglich, bei denen eine Therapie mit Ribavirin, Immunglobulinen oder monoklonalen Antikörpern kontempliert werden kann^{7,51,52}.

Parainfluenza 1-4

Parainfluenzaviren (PIVs) sind RNA-Viren aus der Familie der Paramyxoviren. In den 1950er Jahren wurden Parainfluenzaviren als Atemwegserreger identifiziert, die sich von Influenzaviren

FOKUS_Respiratorische Panels

unterscheiden¹⁶. Im Herbst der ungeraden Jahre verursacht der Serotyp PIV-1 in der Regel alle zwei Jahre Ausbrüche¹⁶. Klinisch zeigt sich eine fieberhafte obere oder untere Atemwegsinfektion, ein Pseudokrupp – schwerere Verläufe treten bei jungen Kindern und Immunsupprimierten auf. Eine Therapie mit Ribavirin oder intravenösen Immunglobulinen wird kontrovers diskutiert. Ein Impfstoff wird entwickelt¹⁷.

Bocavirus

Humanes Bocavirus (HBoV) ist ein seit 2005 bekanntes eng mit dem bovinen und dem caninen Parvovirus verwandtes Virus¹⁸. Das Virus wird häufig sowohl bei symptomatischen und asymptomatischen Kindern mit Atemwegserkrankungen, aber selten bei Erwachsenen gefunden¹⁸. Der Zusammenhang zwischen einer Bocavirus-Infektion unteren Atemwegsinfektionen, Asthma-Exazerbationen (jeweils HBoV 1) und Magen-Darm-Infektionen (HBoV2-4) wird kontrovers diskutiert^{7,18}.

Parechovirus

Die Parechoviren sind eng mit den Enteroviren verwandt, werden jedoch durch hinreichende Unterschiede als separates Genus (Spezies A bis D) klassifiziert¹⁹. Parechoviren sind mit einem Krankheitsspektrum assoziiert, das den Echoviren ähnlich ist (d. h.

fieberhafte Syndrome, Infektionen der Atemwege, Exanthem, virale Meningitis, Enzephalitis, Myokarditis und schwere neonatale Infektionen). Häufig berichtete, selbstlimitierte Präsentationen umfassen anhaltend hohes Fieber bei Säuglingen unter sechs Monaten, die zum klinischen Verdacht auf bakterielle Sepsis führen^{20, 21} und ein markantes Exanthem der Extremitäten mit palmarem und plantarem Erythem im Zusammenhang mit einer Serotyp-3-Infektion²². Laboranomalien können Leukopenie und leichte Erhöhungen der Lebertransaminasen umfassen²⁴.

MERS-CoV

Ein neuartiges Coronavirus, das Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus (MERS-CoV), das schwere Atemwegserkrankungen mit bis zu 80 %iger Letalität verursacht, trat 2012 in Saudi-Arabien auf^{25, 26}. Viele weitere Ausbrüche von MERS-CoV-Infektionen wurden später auf der Arabischen Halbinsel, insbesondere in Saudi-Arabien, aber auch in anderen Regionen, darunter Nordafrika, Europa, Asien und Nordamerika, entdeckt. Die primären Wirte scheinen Dromedare zu sein. Fledermäuse sind wie auch bei anderen Beta-Coronaviren vermehrungsfähiges Tierreservoir und eine Übertragung von Mensch zu Mensch auch über Superspreader wurde beobachtet²⁷.

"Zu einer kompletten Diagnostik bei Pneumonie-Verdacht gehören neben der Multiplex-PCR Blutkulturen, Sputum-Kulturen und Urin-Antigen-Nachweise"

PANEL "BAKTERIELLE ERREGER"

Mycoplasma pneumoniae

Mycoplasma pneumoniae gehört zu den häufigsten bakteriellen Ursachen für Infektionen der oberen Atemwege, akute Bronchitis und ambulant erworbene Pneumonie (CAP) bei Erwachsenen und Kindern²⁸. *M. pneumoniae* hat keine Zellwand und ist einer der kleinsten freilebenden Organismen. Da es keine Zellwand hat, ist es weder nach Gram-Färbung sichtbar noch ist es sensibel auf Antibiotika, die die Zellwandsynthese hemmen, wie Penicilline. Es gehört zu den sogenannten "atypischen" Erregern. Der Organismus wird hauptsächlich über Atemtröpfchen von Mensch zu Mensch übertragen und kann sowohl sporadische Infektionen als auch anhaltende Ausbrüche verursachen. Die Inkubationsdauer einer *M. pneumoniae*-Infektion beträgt etwa 1 bis 4 Wochen²⁸. Durch *M. pneumoniae* verursachte Atemwegserkrankung weisen keine definierte Saison mit einer maximalen Inzidenz auf, jedoch treten regelmäßig alle 3–7 Jahre Epidemien auf²⁹.

Bordetella pertussis, parapertussis & holmesii

B. pertussis ist ein streng humanpathogener Keim ohne bekanntes Tier- oder Umweltreservoir und verursacht Keuchhusten³⁰. Seltener können Infektionen mit *B. parapertussis* oder *B. holmesii* ebenfalls zu einem meist leichteren und kürzeren Keuchhusten-ähnlichen Krankheitsbild führen. Der Organismus ist anspruchsvoll, überlebt nur wenige Stunden in Atemwegssekreten und benötigt daher spezielle Medien für die Kultur³¹. Die PCR ist schnell und sehr sensitiv und kann mit deutlich höherer Sensitivität als die Kultur eingesetzt werden. Da Pertussis häufig nicht mit der klassischen Symptomatik auftritt, ist die Labordiagnostik für die Diagnosestellung entscheidend. Die Serodiagnostik ist für die Frühdiagnostik einer Pertussis-Erkrankung ungeeignet, da spezifische Antikörper im Serum erst ca. 3 Wochen nach Hustenbeginn nachweisbar sind. Zur Prophylaxe von *B. pertussis*-Infektionen – aber nicht zur Verhinderung von *B. parapertussis* oder *B. holmesii*-Infektionen – stehen in Deutschland azelluläre Kombinationsimpfstoffe zur



Verfügung³². Impfstoffe enthalten Pertussis-Toxin, filamentöses Hämagglutinin, Fimbrienprotein und Pertactin, ein Protein in der äußeren Zellmembran, mit dem der Erreger an die Epithelzellen der Atewege bindet.

Als evolutionäre Anpassung breiten sich Pertactin-negative *B. pertussis* in Europa aus: In Frankreich war der Anteil von Pertactin-defizienten Isolaten 2018 bereits bei fast 50 %³³. Inwieweit der Antigen-Mangel mitverantwortlich ist für die schweren Epidemien, zu denen es 2010 in Kalifornien und 2012 in Washington kam, ist unklar³⁴.

Legionella species

Pneumonie ist die am häufigsten beschriebene Manifestation der Legionelleninfektion und wird als Legionärskrankheit bezeichnet. Die Legionärskrankheit kann sporadisch oder während Ausbrüchen auftreten, die oft mit einer Kontamination der Wasserversorgung verbunden ist. Als Test auf *Legionella* spezie sollte aufgrund der sehr hohen Sensitivität eine PCR, möglichst aus Material der unteren Atemwege (Sputum, bronchoskopisch gewonnenes Aspirat), durchgeführt werden. Die Aussagekraft des *Legionella*-Urin-Antigentest wird dadurch limitiert, dass nur Serotyp 1 erfasst wird. Damit ist der Test gut zur Diagnostik ambulant erworbener und reiseassoziiierter Infektionen geeignet. Zur Überwachung nosokomialer Infektionen ist er jedoch nicht zu empfehlen, da im Krankenhaus erworbene Infektionen oftmals durch Stämme anderer Serogruppen oder anderer Spezies ausgelöst werden¹¹.

Chlamydomphila pneumoniae

Cp. pneumoniae ist eine sehr häufige, weltweit verbreitete Ursache respiratorischer Infektionen des Menschen. Entsprechend seroepidemiologischer Untersuchungen beginnt die Durchseuchung bereits im Vorschulalter und beträgt bei Personen im 6. Lebensjahrzehnt über 60 %¹¹. Zum Erregernachweis eignen sich zellhaltige Sekrete aus den unteren Atemwegen wie broncho-alveoläre Lavageflüssigkeit (BAL), leukozytenhaltiges Sputum, aber auch Rachenspülwasser oder Gewebe (z.B. Tonsillen nach Tonsillektomie)¹¹. Bei respiratorischen Erkrankungen korreliert der Erregernachweis besser mit der Krankheitsaktivität als der Antikörperrnachweis. Aufgrund der hohen Durchseuchung der Bevölkerung mit *Cp. pneumoniae* tragen die häufig vorkommenden Antikörperrnachweise von geringer oder mittlerer Konzentration oft nur zur diagnostischen Verwirrung bei¹¹.

Haemophilus influenzae

Haemophilus influenzae sind pleomorphe gramnegative Bazillen, die häufig die Atemwege besiedeln und infizieren. Der Mensch ist das einzige bekannte Reservoir. *H. influenzae* wird hauptsächlich von Mensch zu Mensch über Tröpfchen in der Luft oder durch direkten Kontakt mit Atemwegssekreten verbreitet³⁵. Die Kultur ist hochspezifisch für *H. influenzae*, kann aber bei Patienten, die Antibiotika erhalten haben oder wenn die Proben präanalytisch nicht richtig gehandhabt wurden, eine schlechte Empfindlichkeit aufweisen³⁵. PCR-basierte Assays haben eine hohe Sensitivität und Spezifität sowie eine schnelle Durchlaufzeit und können bei

Patienten angewendet werden, die Antibiotika erhielten, nachdem die Probe abgenommen wurde^{36, 37}.

Staphylococcus aureus

S. aureus gehört zu den häufigsten ätiologischen Erregern bei Infektionen der unteren Atemwege und macht 3–14 % aller Fälle von ambulant erworbenen Pneumonien (CAP) aus. Es stellt mit 17 % das am häufigsten gemeldete Isolat der im Krankenhaus erworbenen Pneumonien (HAP) dar³⁸. Die ambulant erworbene *S. aureus*-Pneumonie wird gewöhnlich bei älteren Erwachsenen oder bei jüngeren Erwachsenen, die sich von einer Post-Influenza-Pneumonie erholen, diagnostiziert³⁸.

Moraxella catarrhalis

Moraxella catarrhalis ist ein opportunistischer gramnegativer bakterieller Erreger der Atemwege³⁹. Etwa 1 bis 3 % der ambulant erworbenen Pneumonien werden *M. catarrhalis* zugeschrieben⁴⁰. Risikofaktoren für Erkrankungen sind Unterernährung und chronische Atemwegserkrankungen⁴¹. Die Letalität einer *M. catarrhalis*-Pneumonie liegt bei 10–29 %⁴¹. Die meisten Stämme von *M. catarrhalis* bilden mittlerweile β -Laktamasen⁴².

Klebsiella spezie

Klebsiella pneumoniae ist ein gramnegatives stäbchenförmiges Bakterium, das als Teil der natürlichen Flora des menschlichen Mundes und der Haut vorzufinden ist⁴⁴. Bei Aspiration in die Lunge kann *K. pneumoniae* zu einer Pneumonie führen⁴⁵. *Klebsiella* spp. sind opportunistische Erreger, die 7–14 % der nosokomialen Pneumonien und etwa 8 % aller nosokomialen bakteriellen Infektionen ausmachen⁴⁷. Durch das Auftreten Antibiotikaresistenzgenen wie Carbapenemasen in diesen Bakterien ist die Mortalität steigend^{46, 48}.

Streptococcus pneumoniae

Die Rolle von *Streptococcus pneumoniae* bei der Entwicklung der Lobärpneumonie wurde 1881 entdeckt^{49, 50}. Trotz der umfangreichen Untersuchung dieses Erregers und der Verfügbarkeit eines Impfstoffes, der 23 verschiedene Serotypen abdeckt, bleibt *S. pneumoniae* eine der Hauptursachen für Morbidität und Mortalität bei Kindern und älteren Erwachsenen weltweit und ist eine der Hauptursache für Mittelohrentzündung, Lungenentzündung und Meningitis und eine wichtige Ursache für ambulant erworbene Bakteriämie⁵⁰. Eine weitere große Herausforderung ist das weltweite Auftreten von mehrfach antibiotikaresistenten Pneumokokken⁵⁰.



Medizinisches Zentrallabor Altenburg GmbH & Co. KG
und MZLA Versorgungszentrum GmbH

Am Waldessaum 8 04600 Altenburg
Telefon: 03447 - 5688 10
Telefax: 03447 - 5688 20
E-Mail: labor@mzla.de



www.mzla.de



karriere.mzla.de



laborergebnis.mzla.de