

Klinische Performance eines neuen SARS-CoV-2-Antigen-Tests in der Notaufnahme eines Maximalversorgers

Einleitung

Ein Baustein zur Eindämmung der COVID-19-Pandemie ist die Verfügbarkeit von Tests mit hoher Sensitivität und Spezifität zur Detektion von SARS-CoV-2, insbesondere um Infizierte in vulnerablen Einrichtungen, z. B. Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen, zeitnah identifizieren und isolieren zu können. Dies betrifft alle Personengruppen dieser Einrichtungen, also Patient*innen/Bewohner*innen, Besucher*innen als auch Personal.

Bisheriger Goldstandard für den Nachweis einer SARS-CoV-2-Infektion ist die real-time PCR (RT-PCR). Die PCR-Diagnostik ist material-, zeit- und kostenintensiv. Das Ergebnis ist bei ambulant betreuten Patient*innen häufig erst verfügbar, nachdem die Patient*innen die Arztpraxis wieder verlassen haben. In Kliniken führen ausstehende RT-PCR-Ergebnisse zu einem Rückstau von Patient*innen in Notaufnahmen oder erfordern eine hohe Anzahl von Isolationszimmern, da Patient*innen mit Symptomen einer oberen Atemwegsinfektion bis zum Erhalt des Ergebnisses isoliert werden müssen.

SARS-CoV-2-Antigen-Tests (nachfolgend nur mehr als Antigen-Test bezeichnet) erweitern seit kurzem das diagnostische Armamentarium. Im Gegensatz zu RT-PCRs, welche virale Nukleinsäuren nachweisen, detektieren Antigen-Tests virale Proteine. Der Antigen-Test ist weniger material-, zeit- und kostenintensiv und kann direkt vor Ort durchgeführt werden. So ist eine rasche Befundmitteilung möglich, was die inner- und außerklinischen Abläufe verbessert. Das portable System erlaubt Testungen in Bereichen, welche bislang nur mit großem Aufwand erreichbar waren (z. B. Besucherscreening in Pflegeheimen).

Aufgrund der bislang begrenzten Erfahrungen mit Antigen-Tests haben wir einen Monat eine parallele Testung mittels Antigen-Test und RT-PCR bei allen

Patient*innen durchgeführt, die über die interdisziplinäre Notaufnahme stationär in das Katharinenhospital des Klinikums Stuttgart aufgenommen wurden. Es sollten Erfahrungen zur Integration von Antigen-Tests in den Arbeitsablauf sowie über die Sensitivität/Spezifität des Antigen-Tests im Vergleich zur RT-PCR, auch in Abhängigkeit der Symptome der Patient*innen gewonnen werden.

Infokasten SARS-CoV-2-Antigen-Tests

Antigen-Tests basieren auf dem Nachweis von viralen Proteinen (Antigenen) in einem Nasen-, Rachen- oder Nasen-/Rachenabstrich. Im Gegensatz hierzu werden bei einer RT-PCR virale Nukleinsäuren nachgewiesen, welche zuvor mehrfach vervielfältigt wurden. Bei SARS-CoV-2-Antigen-Schnelltests handelt es sich um *Lateral-Flow Assays*, chromatographische Schnelltests, die orts- und ausstattungsunabhängig durchgeführt werden können. Sie beruhen darauf, dass auf Teststreifen fixierte Antikörper das Antigen binden, wodurch ein Enzym aktiviert wird, das zu einem Farbumschlag führt. Dieser Farbumschlag lässt sich mit dem bloßen Auge ablesen. Wenn ein Antigen-Test ein positives Ergebnis liefert, heißt dies, dass Virusprotein im Nasen-/Rachenraum vorhanden ist. Deshalb ermöglichen Antigen-Tests, im Gegensatz zu Antikörper-Tests, den direkten Erregernachweis. Da Antigen-Tests das Protein nicht vervielfachen, sind sie naturgemäß weniger sensitiv als PCR-Tests. Sie liefern jedoch rasche Ergebnisse, können patientennah durchgeführt werden und sind kostengünstiger als PCR-Tests. Geeignet sind sie insbesondere zum Nachweis hoher Viruslasten, die besonders übertragungsrelevant sind.

Methode

Im Zeitraum von 5. Oktober bis 7. November 2020 erfolgte eine parallele Testung mittels SARS-CoV-2-Antigen-Test und einer SARS-CoV-2-RT-PCR bei allen Patient*innen der Notaufnahme des Katharinenhospitals des Klinikums Stuttgart, die stationär in das Klinikum aufgenommen wurden. Das Klinikum Stuttgart ist ein Maximalversorger und regionales COVID-19-Versorgungszentrum im Raum Stuttgart. Die Testung erfolgte durch geschulte Gesundheits- und Krankenpflegekräfte der interdisziplinären Notaufnahme. Zur Paralleldiagnostik wurden zwei getrennte Nasen-Rachen-Abstriche durchgeführt. Der Antigen-Test wurde mit einem Patientenetikett beklebt und nach 15–20 min abgelesen. An das Ablesen erinnerten Kurzzeitwecker. Zur Dokumentation des Testergebnisses wurde eine eigene Eingabemaske im klinischen Informationssystem eingerichtet, die auch für die Mitarbeiter der zuständigen Ambulanzen und Stationen einsehbar ist. Initial erfolgte zusätzlich noch die Fotodokumentation mittels Digitalkamera der mit Namen beklebten Tests, um eine nachträgliche Überprüfung der Ableseergebnisse zu ermöglichen.

Testsysteme

Zur Antigen-Testung wurde der SARS-CoV-2 Rapid Antigen Test der Firma SD Biosensor, Vertrieb in Deutschland durch Roche, angewandt. Die Testung erfolgte nach Herstellervorgaben. Die RT-PCR-Testung erfolgte mittels eines der folgenden

Systeme: Xpert® Xpress SARS-CoV-2; Cepheid, RealStar® SARS-CoV-2 RT-PCR Kit 1.0; Altona Diagnostics (Messsystem: LightCycler 480, Roche) oder cobas® SARS-CoV-2; cobas® 6800; Roche.

Statistik

Zum Vergleich der *cycle threshold*-(Ct-)Werte in Proben von symptomatischen und asymptomatischen Patient*innen wurde ein t-Test für unabhängige Stichproben eingesetzt. Zum Vergleich kategorischer Variablen wurde ein Chi-Quadrat-Test verwendet. Zur Bestimmung der Interrater-Reliabilität wurde Cohens Kappa berechnet. Angegebene p-Werte stehen für zweiseitige Tests, wobei ein p-Wert < 0,05 als statistisch signifikant angesehen wurde. Als Statistik- und Analysesoftware wurde SPSS eingesetzt.

Ergebnisse

Klinische Performance des SARS-CoV-2-Antigen-Tests im Vergleich zur RT-PCR

Testung aller Patient*innen

Eine parallele Testung mittels Antigen-Test und RT-PCR erfolgte bei 468 Patient*innen. Das mittlere Alter aller Patient*innen lag bei 62,5 Jahren (Spannweite 17–99 Jahre, Standardabweichung (SA) 20,1 Jahre). Die Detektionsrate für die Antigen-Testung lag bei 9,6 % (45/468) und 12,8 % (60/468) für die RT-PCR. Die Sensitivität, Spezifität, und der negative bzw. positive prädiktive Wert der Antigen-Testung im Vergleich zur RT-PCR sind: 71,7 %,

Gesamtkohorte	Antigen negativ	Antigen positiv	Gesamt		
RT-PCR positiv	17	43	60	Sensitivität:	71,7 %
RT-PCR negativ	406	2	408	Spezifität:	99,5 %
Patienten mit COVID-19-Symptomen	Antigen negativ	Antigen positiv	Gesamt		
RT-PCR positiv	6	36	42	Sensitivität:	85,7 %
RT-PCR negativ	59	1	60	Spezifität:	98,3 %
Asymptomatische Patienten	Antigen negativ	Antigen positiv	Gesamt		
RT-PCR positiv	11	7	18	Sensitivität:	38,9 %
RT-PCR negativ	347	1	348	Spezifität:	99,7 %

Tab. 1 | Ergebnisse des SARS-CoV-2-Antigen-Tests im Vergleich zur RT-PCR, mit Bestimmung der Sensitivität und Spezifität, auch in Abhängigkeit von den Symptomen. Patient*innen der Notaufnahme (n = 468), Klinikum Stuttgart, 5.10.–7.11.2020

99,5%, 96% und 95,6%; (s. Tab. 1). Die Genauigkeit des Tests liegt bei 95,9% (Cohens Kappa: 0,79; $p \leq 0,001$; 95%-Konfidenzintervall (KI) 0,68–0,91).

Testung von Patient*innen mit SARS-CoV-2-spezifischen Symptomen

102 Patient*innen (21,8%) präsentierten Symptome, die mit COVID-19 vereinbar waren. Als COVID-19-typische Symptome wurden definiert: Husten, Fieber, Schnupfen, Atemnot und Störung des Geruchs- und/oder Geschmackssinns. Die Detektionsrate für die Antigen-Testung lag in dieser Kohorte bei 36,3% (37/102) und bei 41,2% für die RT-PCR (42/102). Die Sensitivität, Spezifität, als auch der negative und positive prädiktive Wert der Antigen-Testung im Vergleich zur RT-PCR wurden berechnet als: 85,7%, 98,3%, 90,8%, 97,3%; (s. Tab. 1). Die Genauigkeit des Tests bei symptomatischen Personen liegt bei 93,1% (Cohens Kappa: 0,86; $p \leq 0,001$; 95%-KI 0,72–0,99).

Testung von Patient*innen ohne SARS-CoV-2-spezifische Symptome

366 Patient*innen (78,2%) waren hinsichtlich COVID-19 asymptomatisch, stellten sich aber aufgrund anderer medizinischer Probleme vor und wurden vor stationärer Aufnahme gescreent. Die Detektionsrate für die Antigen-Testung lag hier bei 2,2% (8/366) und bei 4,9% für die RT-PCR (18/366). Die Sensitivität, Spezifität, als auch der negative und positive prädiktive Wert der Antigen-Testung im Vergleich zur RT-PCR sind: 38,9%, 99,7%, 87,5%, 96,9%; (s. Tab. 1). Die Genauigkeit des Tests liegt bei 96,7% (Cohens Kappa: 0,52; $p \leq 0,001$; 95%-KI 0,22–0,83).

Bei Proben mit positiver RT-PCR sahen wir eine deutlich bessere Detektionsrate für den hier angewandten Antigen-Test bei geringeren Ct-Werten. Bei konkordant positivem Antigen-Test lagen die mittleren Ct-Werte in der RT-PCR bei 21,4 (SA \pm 4,3), während sie bei diskordant negativem Antigen-Test bei 30,3 (SA \pm 5,3) lagen ($p \leq 0,001$; mittlere Differenz 8,94, SA \pm 1,29, 95% KI 6,37–11,52); s. Abbildung 1. Ab einem Ct-Wert von 22 oder kleiner lag die Detektionsrate des Antigen-Tests bei 100%.

Proben von symptomatischen COVID-19-Patient*innen hatten signifikant niedrigere Ct-Werte,

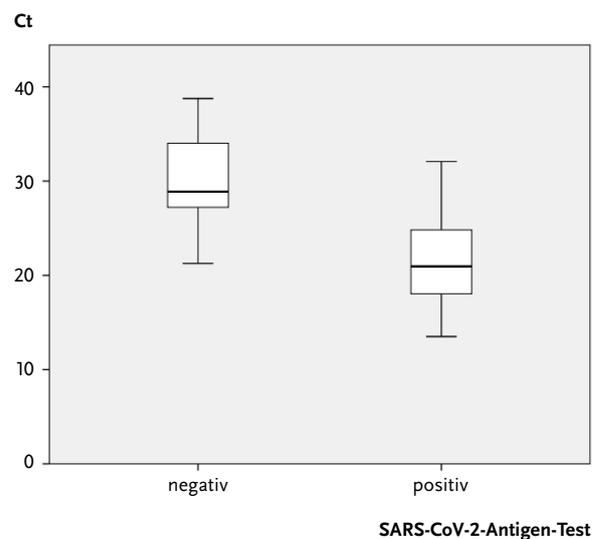


Abb. 1 | Boxplot mit Darstellung des Ergebnisses des Antigen-Tests in Abhängigkeit der mittleren Ct-Werte der RT-PCR. Patient*innen der Notaufnahme (n = 468), Klinikum Stuttgart, 5.10.–7.11.2020

als Proben von asymptomatischen Patient*innen (22,45 vs. 28; $p = 0,001$; mittlere Differenz 5,57; SA \pm 1,58, 95% KI 2,4–8,73); s. hierzu auch Diskussion. Es zeigten sich signifikant weniger asymptomatische Infektionen bei Patient*innen mit konkordantem Antigen-Test als bei diskordantem negativem Antigen-Test (70% vs. 19,4%; $p = 0,04$; Odds-Ratio 0,28; 95% KI 0,08–0,98). Sofern COVID-19-Symptome bestanden, zeigte sich kein statistisch signifikanter Unterschied in der Symptomlänge in Tagen bei Patient*innen mit diskordantem und konkordantem Antigen-Test (8,25 Tage [SA \pm 7,05] vs. 5,19 Tage [SA \pm 5,16]; $p = 0,16$; mittlere Differenz 3,05; SA \pm 2,16, 95% KI –1,3–7,41).

Handhabung

Die Handhabung der Antigen-Tests wurde von allen Beteiligten als einfach und praktikabel empfunden. Die Erinnerung an das Ablesen des Tests in der Notaufnahme wurde als hilfreich empfunden, zumal im Vorfeld dieser Studie einige Antigen-Tests nach längerer Inkubation (mehrere Stunden) falsch-positive Ergebnisse angezeigt hatten.

Diskussion

SARS-CoV-2-Antigen-Tests stellen aufgrund ihrer einfachen Handhabung, des günstigeren Preises und des raschen Ergebnisses eine sinnvolle Ergän-

zung zur RT-PCR Diagnostik dar. Insbesondere die Unabhängigkeit von großen Zentrallaboren erlaubt eine Vor-Ort-Diagnostik in Bereichen, für die eine SARS-CoV-2-Testung bislang nicht oder nur mit großen Hürden durchführbar war. Bedenken bestanden vorab bezüglich der Sensitivität der Antigen-Testung. Die Performance der Antigen-Tests hängt stark vom Fabrikat ab, wie technische und klinische Testungen gezeigt haben.^{1,2} Deshalb entschlossen wir uns – vor dem Hintergrund fehlender klinischer Beobachtungsdaten – zunächst eine Paralleltestung bei Patient*innen unserer Notaufnahme durchzuführen, die stationär aufgenommen wurden.

Wir konnten zeigen, dass die Sensitivität und Spezifität des Antigen-Tests der Firma SD Biosensor im Vergleich zur RT-PCR bei 71,7 % und 99,5 % lag, was sich sehr gut mit den bereits publizierten Daten deckt.³ Die Sensitivität war deutlich besser bei Patient*innen, die sich mit Symptomen vorstellten, die mit einer COVID-19-Erkrankung vereinbar waren, als bei asymptomatischen Patienten (85,7 % vs. 38,9 %). Das lag daran, dass symptomatische COVID-19-Patient*innen in unserer Kohorte signifikant niedrigere Ct-Werte in der RT-PCR hatten als asymptomatische bzw. zum Zeitpunkt der Testung symptomfreie Patient*innen. Dies passt zu der Tatsache, dass die Sensitivität von Antigen-Testen mit zunehmender Viruslast steigt. Die Viruslasten von asymptomatischen Patient*innen unterscheiden sich normalerweise nicht von denen symptomatischer Patient*innen, wobei die Ausscheidungsdauer bei asymptomatischen Patient*innen kürzer ist.^{4,5} Die Gegebenheit, dass asymptomatische Patient*innen in unserer Kohorte niedrigere Viruslasten als symptomatische Patient*innen aufwiesen, kann so erklärt werden, dass viele symptomatische Patient*innen sich kurz nach Symptombeginn vorstellen, wenn die Viruslast hoch ist.^{6,7} Bei asymptomatischen Patient*innen ist es wahrscheinlicher, dass der Abstrich zu einem Zeitpunkt erfolgt, an dem die Viruslast auf niedrigem Niveau liegt.

Ein negativer Antigen-Test bei symptomfreien, aber infizierten PCR-positiven Patient*innen kann unter folgenden Bedingungen zustande kommen:

(i) Asymptomatische Patient*innen im späten Infektionsstadium: Die Viruslast liegt bereits unter

der Nachweisgrenze des Antigen-Tests und wird noch weiter absinken.

(ii) Asymptomatische Patient*innen im frühen Infektionsstadium: Die Viruslast liegt noch unter der Nachweisgrenze des Antigen-Tests, wird jedoch weiter ansteigen.

(iii) Präsymptomatische Patient*innen: Die Viruslast liegt noch unter der Nachweisgrenze des Antigen-Tests, wird jedoch weiter ansteigen.

In den beiden letztgenannten Szenarien (ii und iii) werden Personen, die u. U. zeitnah hohe Viruslasten und hohe Ansteckungsfähigkeit entwickeln werden, durch Antigen-Tests nicht erkannt.

Aufgrund der sehr eingeschränkten Sensitivität des Antigen-Tests bei asymptomatischen Personen, kann die Einzeltestung in diesem Kollektiv eine Infektion mit SARS-CoV-2 nicht hinreichend ausschließen. Hochkontagiöse Personen mit niedrigen Ct-Werten (d. h. hoher Viruslast) werden mit ausreichender Sicherheit erkannt.

Antigen-Tests werden derzeit für unterschiedliche Einsatzgebiete validiert. Geeignet und ausreichend sicher erscheint der Antigen-Test als Screening Methode für Besuche kurzer Dauer (Pflegeheimbesucher), da er mit ausreichender Sicherheit Personen mit niedrigen Ct-Werten bzw. hoher Viruslast, die man als hochkontagiös erachten würde, erkennt. Antigen-Tests eignen sich weniger zum Screening für Personen, bei denen ein längerer Aufenthalt in vulnerablen Bereichen geplant ist (z. B. Screening vor stationärer Aufnahme im Krankenhaus). Bei Letzteren ist entweder eine repetitive Antigen-Testung (z. B. Wiederholung nach 1–3 Tagen) oder primär eine Testung mittels RT-PCR indiziert, insbesondere in Gegenden mit hoher Inzidenz in der Bevölkerung. Auch haben Modellierungen gezeigt, dass eine repetitive Testung alle 2 Tage mit *Point-of-Care*-Tests mit geringerer Sensitivität (>70 %), größere Ausbrüche in US-amerikanischen Colleges verhindern konnten.⁸ Das Europäische Zentrum für die Prävention und die Kontrolle von Krankheiten (ECDC) empfiehlt ebenfalls eine repetitive Antigen-Testung (alle 2–3 Tage).⁹

Eine Limitation unserer Studie ist, dass keine längsschnittlichen Antigen- oder PCR-Testungen durch-

geführt wurden. So zeigten Patient*innen mit diskordant falsch negativen Antigen-Testungen signifikant höhere Ct-Werte in der RT-PCR als Patient*innen mit konkordanter Antigen-Testung. Es war uns aber nicht möglich zu unterscheiden, ob diese negativ getesteten Personen sich im frühen Infektionsstadium befanden und somit eventuell zu einem späteren Zeitpunkt in der Antigen-Testung noch positiv geworden wären („Szenario ii und iii“), oder ob es sich um abklingende Infektionen handelte („Szenario i“). Es konnte kein signifikanter Unterschied in der Symptomlänge in Tagen zwischen Patient*innen mit diskordanter oder konkordanter Antigen-Testung gezeigt werden. Eine weitere Limitation ist, dass keine Viruskultur zum Nachweis replikationsfähiger Viren durchgeführt wurde. Auch für Proben ohne replikationsfähige Viruskopien kann die RT-PCR weiterhin positiv sein.⁷ Deshalb ist es möglich, dass diskordante Antigen-Befunde im Wesentlichen bei Patient*innen auftreten, bei welchen nur wenig oder gar kein replikationsfähiges Virus vorhanden und somit nur geringe bzw. keine Kontagiosität gegeben ist.³ Wichtig ist hierbei zu erwähnen, dass der Viruslastanstieg steiler verläuft als der Viruslastabfall. Deswegen dauert die Phase des Viruslastabfalls länger. Dies macht es wahrscheinlicher, dass diskordante Antigenbefunde aus der Phase des Viruslastabfalls stammen, so dass sie öfter bei Personen auftreten, welche wenig oder gar kein replikationsfähiges Virus mehr aufweisen.¹⁰ Ob und mit welcher Genauigkeit Antigen-Tests das infektiöse Intervall von COVID-19-Patient*innen bestimmen können, ist zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht klar.¹¹ Bei symptomatischen Patient*innen zeigte der Antigen-Test eine hohe Übereinstimmung mit dem RT-PCR-Ergebnis und kann daher eingesetzt wer-

den, wenn eine rasche Diagnosesicherung notwendig oder die Laborkapazität begrenzt ist. Eine Kohortenisolierung von Personen auf Basis von positiven Antigen-Tests ist aufgrund der möglichen weitreichenden Folgen nicht angezeigt. Falsch-positive Ergebnisse sind selten, aber nicht ausgeschlossen. Daher sollte ein positives Antigen-Test-Ergebnis im stationären Setting weiterhin mittels RT-PCR verifiziert werden. Im ambulanten Setting, unter strikter Einhaltung einer häuslichen Absonderung und vor dem Hintergrund begrenzter Laborkapazitäten erscheint dies nur begrenzt sinnvoll. Vor dem Erhebungszeitraum dieser Studie sahen wir falsch-positive Befunde häufiger. Eine bestätigte Fehlerquelle war, dass die Ablesung des Tests in Einzelfällen später – z. T. erst nach Stunden – und nicht nach der vom Hersteller vorgegebenen Zeit (15–30 Minuten) erfolgte. In diesen Fällen zeigte sich gelegentlich im Bereich der Testbande ein schwacher und verschwommener Strich. Bei Wiederholung des Tests und ordnungsgemäßem Ablesen war dieser nicht mehr vorhanden.

Zusammenfassend sind SARS-CoV-2-Antigen-Tests aufgrund ihres *Point-of-Care*-Ansatzes, der einfachen Handhabung und des günstigeren Preises eine wertvolle Ergänzung zur RT-PCR-Diagnostik. Sie erkennen mit ausreichender Sicherheit SARS-CoV-2-Infektionen bei symptomatischen Patient*innen und in Proben mit niedrigen Ct-Werten in der RT-PCR. Als Einzeltestung bei asymptomatischen Patient*innen ist ihre Wertigkeit dagegen deutlich eingeschränkt. Hier sollten repetitive Antigen-Testungen (z. B. im Abstand von 24–48 h) oder primär PCR-basierte Verfahren zur Anwendung kommen.

Literatur

- 1 Krüger LJ, Gaedert M, Köppel L, Brümmer LE, Gottschalk C, Miranda IB, et al. [Evaluation of the accuracy, ease of use and limit of detection of novel, rapid, antigen-detecting point-of-care diagnostics for SARS-CoV-2.](#) medRxiv. 2020 Oct 4;2020.10.01.20203836
- 2 Corman VM, Haage VC, Bleicker T, Schmidt ML, Mühlemann B, Zuchowski M, et al. [Comparison of seven commercial SARS-CoV-2 rapid Point-of-Care Antigen tests.](#) medRxiv. 2020 Nov 13;2020.11.12.20230292

- 3 Cerutti F, Burdino E, Milia MG, Alice T, Gregori G, Bruzzone B, et al. Urgent need of rapid tests for SARS-CoV-2 antigen detection: Evaluation of the SD-Biosensor antigen test for SARS-CoV-2. J Clin Virol. 2020 Nov 1;132:104654
- 4 Lee S, Kim T, Lee E, Lee C, Kim H, Rhee H, et al. Clinical Course and Molecular Viral Shedding Among Asymptomatic and Symptomatic Patients With SARS-CoV-2 Infection in a Community Treatment Center in the Republic of Korea. JAMA Intern Med. 2020 Aug 6
- 5 Chau NVV, Thanh Lam V, Thanh Dung N, Yen LM, Minh NNQ, Hung LM, et al. The natural history and transmission potential of asymptomatic SARS-CoV-2 infection. Clin Infect Dis Off Publ Infect Dis Soc Am. 2020 Jun 4
- 6 Munster VJ, Feldmann F, Williamson BN, van Doremalen N, Pérez-Pérez L, Schulz J, et al. Respiratory disease in rhesus macaques inoculated with SARS-CoV-2. Nature. 2020 Sep;585(7824):268–72
- 7 Wölfel R, Corman VM, Guggemos W, Seilmaier M, Zange S, Müller MA, et al. Virological assessment of hospitalized patients with COVID-2019. Nature. 2020 May;581(7809):465–9
- 8 Paltiel AD, Zheng A, Walensky RP. Assessment of SARS-CoV-2 Screening Strategies to Permit the Safe Reopening of College Campuses in the United States. JAMA Netw Open. 2020 01;3(7):e2016818
- 9 ECDC: Stockholm; 2020. European Centre for Disease Prevention and Control. Options for the use of rapid antigen tests for COVID-19 in the EU/EEA and the UK. 19 November 2020
- 10 Kissler SM, Fauver JR, Mack C, Olesen SW, Tai C, Shiue KY, et al. SARS-CoV-2 viral dynamics in acute infections. medRxiv. 2020 Dec 1;2020.10.21.20217042
- 11 Pettengill MA, McAdam AJ. Can We Test Our Way Out of the COVID-19 Pandemic? J Clin Microbiol. 2020 21;58(11)

Autorinnen und Autoren

^{a)}^{b)} Dr. Gregor Paul | ^{c)} Dr. Thomas Plecko |
^{c)} PD Dr. Shneh Sethi | ^{d)} Prof. Dr. Tobias Schilling |
^{e)} Dr. Oliver Wienand | ^{f)} Prof. Dr. Jan Steffen Jürgensen |
^{d)} Christian Ulrich Menzel

^{a)} Klinik für Allgemeine Innere Medizin, Gastroenterologie, Hepatologie, Infektiologie und Pneumologie, Klinikum Stuttgart, Stuttgart, Deutschland

^{b)} Institut für Krankenhaushygiene, Klinikum Stuttgart, Stuttgart, Deutschland

^{c)} Zentralinstitut für Klinische Chemie, Klinikum Stuttgart, Stuttgart, Deutschland

^{d)} Interdisziplinäre Notaufnahme, Klinikum Stuttgart, Stuttgart, Deutschland

^{e)} Servicecenter Informationstechnik, Klinikum Stuttgart, Stuttgart, Deutschland

^{f)} Geschäftsführender Ärztlicher Direktor, Klinikum Stuttgart, Stuttgart, Deutschland

Korrespondenz: gr.paul@klinikum-stuttgart.de

(Dr. Gregor Paul, Klinik für Allgemeine Innere Medizin, Gastroenterologie, Hepatologie, Infektiologie und Pneumologie, Klinikum Stuttgart, Kriegsbergstraße 60, 70174 Stuttgart, Germany, Tel: 0711 278 54784, Fax: 0711 278 35409)

Vorgeschlagene Zitierweise

Paul G, Plecko T, Sethi S, Schilling T, Wienand O, Jürgensen J S, Menzel C U: Klinische Performance eines neuen SARS-CoV-2-Antigen-Tests in der Notaufnahme eines Maximalversorgers

Epid Bull 2021;3:13-18 | DOI 10.25646/7732

(Dieser Artikel ist online vorab am 11. Dezember 2020 erschienen.)

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass keine Interessenkonflikte bestehen.