

SARS-CoV-2-Screening bei Aufnahme von Patienten in einem Verbund-Krankenhaus der Regelversorgung der Stadt Bonn

Einleitung

Die Unklarheit, ob Patienten bei stationärer Aufnahme SARS-CoV-2-infiziert sind oder nicht, stellt für Krankenhäuser wegen den erforderlichen Maßnahmen zum Schutz vor Virusübertragungen auf Patienten und Personal eine besondere Herausforderung dar. In der Stadt Bonn gibt es eine zentrale ambulante Anlaufstelle für symptomatische und asymptomatische Personen, eingerichtet zu Beginn der SARS-CoV-2-Pandemie von der Stadt Bonn in Zusammenarbeit mit der Kassenärztlichen Vereinigung Nordrhein.

In Bonn gibt es 2 Johanniter-Kliniken der Regelversorgung, die zu einem Verbund zusammengeschlossen sind. Mit diesen beiden Einrichtungen gibt es insgesamt 7 Krankenhäuser im Raum Bonn, neben dem Universitätsklinikum. Beide Johanniter-Kliniken stellen keine primären Anlaufstellen für eine SARS-CoV-2-Diagnostik dar. Das Vorgehen an beiden Häusern ist, dass SARS-CoV-2-RNA-positiv getestete Patienten oder solche mit COVID-19-verdächtigen Symptomen sofort bei Aufnahme in dafür vorgesehene Bereiche isoliert und dort medizinisch weiter versorgt werden.

Im Mai 2020 erfolgte eine Untersuchung mit dem Ziel, die Zahl der bei Aufnahme mit SARS-CoV-2-infizierten Patienten in beiden Johanniter-Kliniken zu ermitteln. Dem zu Grunde lag die Befürchtung, dass Patienten mit unbekanntem Infektionsstatus und Asymptomatische, d. h. Patienten ohne COVID-19-verdächtige Symptome, unbemerkt SARS-CoV-2 in beide Krankenhäuser eintragen und ein Infektions-Cluster erzeugen könnten (s. z. B. Münster¹). Die in diversen Studien ermittelten Anteile an asymptomatischen Infektionen reichen von einstelligen Prozentangaben bis über 50 Prozent^{2,3,4} und stellen so das Krankenhausmanagement vor erhebliche Probleme. Im Studienzeitraum wurden elektive Eingriffe und Behandlungen wieder ermöglicht; die untersuchte Population repräsentierte die Patientenpopulation entsprechend einem normalen Krankenhausalltag.

Methoden

Die Untersuchung wurde im Zeitraum vom 4.5.2020 bis zum 17.5.2020 durchgeführt. Allen Patienten, die während dieses Zeitraums stationär in den Johanniter-Kliniken Bonn (Johanniter-Krankenhaus und Waldkrankenhaus) aufgenommen wurden, wurde die Entnahme eines Nasen-/Rachenabstrichs für eine Untersuchung auf SARS-CoV-2-RNA und einer Blutprobe zum Nachweis von SARS-CoV-2-Antikörpern angeboten.

Die RT-PCR wurde mit dem RealStar[®] SARS-CoV-2 RT-PCR Kit (Altona Diagnostics) durchgeführt (LightCyler 480 II, Roche). Für die Untersuchung auf SARS-CoV-2-IgG und -IgA wurde der IgG und IgA Anti-SARS-CoV-2 ELISA (Euroimmun) verwendet, für die Untersuchung auf SARS-CoV-2-IgM der EDI[®] Novel Coronavirus IgM ELISA (Epitope Diagnostics).

Initial war eine Kontrolluntersuchung nach 3 Wochen geplant um ggf. eine unerkannte Infektion oder Serokonversion zu erfassen.

Zusätzlich wurden die Patienten um Angaben entsprechend eines strukturierten Fragebogens gebeten. Im Fragebogen wurden u. a. die Lebensumstände, die berufliche Tätigkeit und mögliche Expositionen, Symptome zum Aufnahmezeitpunkt und in den 14 Tagen davor, Vorerkrankungen und mögliche Risikokontakte für eine SARS-CoV-2-Infektion abgefragt. Aus dem Fragebogen werden nachfolgend die Lebensumstände und Symptome am Tag der Aufnahme sowie 14 Tage zuvor dargestellt und ausgewertet.

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte deskriptiv. Der Schwerpunkt der Ausführungen liegt auf dem Anteil der bei Aufnahme mittels PCR positiv Getesteten und der Serologie.

Für die Studie liegt ein positives Ethikvotum der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät Bonn vor (Lfd.-Nr. 166/20).

Ergebnisse Patienten

Im angegebenen Zeitraum wurden 828 Patienten stationär aufgenommen. 57 dieser Patienten (6,88 %) wurden wegen respiratorischer, COVID-19-suspekter Symptome (Fieber, Husten, Geschmacksstörungen, Luftnot) auf den Isolierstationen stationär aufgenommen. Von allen 828 angesprochenen Patienten erteilten 550 (66,43 %) ihre Einwilligung zur Teilnahme an der Studie. Von den 550 Studienteilnehmern waren 309 (56,2 %) weiblich mit einem medianen Alter von 57 Jahren (18–100) und 241 (43,8 %) männlich mit einem medianen Alter von 57 Jahren (15–92). Der Großteil der getesteten Patienten (290/52,7 %) lebt mit Angehörigen in einem Haushalt, 101 (18,4 %) Patienten gaben an, alleine zu leben und 14 (2,5 %) Patienten leben in stationären Pflegeeinrichtungen. 145 (26,4 %) Patienten gaben keine Auskunft.

Symptome

Mittels eines strukturierten Fragebogens wurden 11 unspezifische Symptome, die mit einer SARS-CoV-2-Infektion einhergehen können, abgefragt. Von den 550 eingeschlossenen Patienten konnten 476 (86,5 %) Fragebögen ausgewertet werden. Insgesamt 155 der Studienteilnehmer (28,2 %) gaben Symptome bei Aufnahme an. Führend waren in absteigender Reihenfolge Abgeschlagenheit/Müdigkeit (17,4 %), Atembeschwerden (9,2 %), Kopf- und Gliederschmerzen (8,1 %), Husten (6,9 %), Fieber/subfebrile Temperaturen (5,8 %), Schnupfen (5,8 %), Schwitzen/Schüttelfrost (4,6 %), Geruchs-/Geschmacksstörungen (4,6 %), Diarrhöen (2,3 %), Halsschmerzen (2,3 %) und Bindehautentzündung (1,2 %). Im Weiteren wurden Symptome in den letzten 14 Tagen vor der stationären Aufnahme abgefragt. Hier gaben insgesamt 127 Studienteilnehmer (26,7 %) Symptome an. Hierbei wurden vor allem Abgeschlagenheit/Müdigkeit, Atembeschwerden und Husten angegeben.

SARS-CoV-2-PCR

Von den 550 eingeschlossenen Patienten konnte bei 5 (0,91 %) kein Nasen-/Rachenabstrich gewonnen werden. Bei 2 der 545 getesteten Patienten (0,37 %) ergab die SARS-CoV-2-RT-PCR ein positives Resultat. Eine der beiden SARS-CoV-2-RNA positiv getesteten Patienten wurde mit bekannter COVID-19-

Infektion vom Johanniter-Krankenhaus Bonn in das Waldkrankenhaus Bonn zur weiteren intensivmedizinischen Behandlung bei zunehmender respiratorischer Insuffizienz verlegt (aus Intensiv-Kapazitätsgründen). Die zweite SARS-CoV-2-positive Patientin war aus einem Krankenhaus in der Region Essen in das Johanniter-Krankenhaus Bonn ohne COVID-19-typische Beschwerden zur weiteren onkologischen Behandlung verlegt worden. Da die Patientin vor Verlegung 25 Tage in diesem Krankenhaus gelegen hatte, ist diese Infektion als nosokomial zu werten. Darüber hinaus wurde bei keinem weiteren Patienten mit primär stationärer Aufnahme eine SARS-CoV-2-Infektion festgestellt.

SARS-CoV-2-Antikörper

Bei 540 der 550 eingeschlossenen Patienten (98,18 %) wurde eine Antikörperbestimmung durchgeführt. Bei 2 der 540 Patienten (0,37 %) ergab sich ein positives SARS-CoV-2-IgG-Resultat. Bei einer dieser beiden Patienten war 6 Wochen vor der Blutentnahme eine im Labor gesicherte SARS-CoV-2-Infektion in einem Krankenhaus nachgewiesen worden. Bei der zweiten SARS-CoV-2-IgG-positiven Patientin handelte es sich um eine der beiden PCR-positiven Personen. Die beiden IgG-positiven Blutproben ergaben auch mit 3 weiteren SARS-CoV-2-Antikörper-Testverfahren (IgG [Abbott], Immunglobulinklassen nicht differenziert [Roche, Wantai]) positive Resultate. Ferner waren beide Proben SARS-CoV-2-IgA positiv und jeweils eine Probe SARS-CoV-2-IgM grenzwertig bzw. positiv.

Insgesamt konnte bei 535 der 550 eingeschlossenen Patienten (97,27 %) sowohl ein Nasen-/Rachenabstrich als auch eine Blutprobe auf SARS-CoV-2-RNA und -Antikörper untersucht werden. Innerhalb des 2-wöchigen Untersuchungszeitraums wurde bei 3 dieser 535 Patienten (0,56 %) eine SARS-CoV-2-Infektion festgestellt. Dies waren 2 aktuelle Infektionen (2 x PCR-positiv, eine davon auch IgG-positiv) und eine zuvor abgelaufene Infektion (zweite IgG-positiv Patientin).

Die vorgesehene Kontrolluntersuchung nach 3 Wochen fand bei dem geringen Anteil an aufgedeckten SARS-CoV-2-Infektionen keine Akzeptanz bei den Teilnehmern, insbesondere nachdem sie über ihre negativen Ergebnisse informiert wurden.

Diskussion

In der kreisfreien Stadt Bonn (332.769 Einwohner) lag im Studienzeitraum vom 4.5.2020 bis 17.5.2020 die tägliche Neuinfektionsrate zwischen 0 und 7 Personen sowie im Rhein-Sieg-Kreis (599.780 Einwohner), der die Stadt Bonn umgibt, zwischen 0 und 33 Personen und damit einer täglichen Neuinfektionsrate von weniger als 10/100.000 Einwohner. Mit Stand 6.6.2020 lag die wöchentliche Neuinfektionsrate für Bonn bei 4,3/100.000 und für den Kreis Rhein-Sieg bei 1,5/100.000 Einwohner (RKI: COVID-19 Dashboard⁵). Bei weiter deutlich rückläufiger Inzidenz bestätigter SARS-CoV-2-Fälle in Deutschland – bis zu ca. 6.000 täglich Ende März 2020 auf durchschnittlich ca. 350/Tag (Stand 6.7.2020) – war es wichtig zu wissen, wie viele SARS-CoV-2-infizierte Patienten in dieser Situation tatsächlich stationär aufgenommen werden.

Die Erhebung erfolgte unter Studienbedingungen und erforderte das schriftliche Einverständnis der Patienten. Dieses wurde von etwa 2/3 der Patienten erteilt. Ursache für eine Ablehnung der Teilnahme an der Studie war bei vielen Patienten die initial geplante Kontrolluntersuchung nach 3 Wochen. Aufgrund der niedrigen Inzidenz eines positiven SARS-CoV-2-PCR-Resultats und der niedrigen Seroprävalenz wurde der zweite Testzeitpunkt jedoch fallengelassen.

Bei einer täglichen Neuinfektionsrate von < 10/100.000 in den Regionen Stadtgebiet Bonn und Rhein-Sieg-Kreis wurden in unserer Studie 2 SARS-CoV-2-RNA-positive Patienten detektiert.

Eine dieser Patientinnen wurde aus einem entfernt liegenden Krankenhaus nach Bonn verlegt. Diese Patientin wies bei Aufnahme SARS-CoV-2-IgG-, -IgA- und grenzwertig -IgM-Antikörper auf, die beiden durchgeführten unterschiedlichen RT-PCRs ergaben eine eher geringe Viruskonzentration (*cycle threshold* 31 und 32). Bei dieser Patientin bestand seit 10 Tagen fieberfrei Luftnot, welche allerdings wegen einer pulmonalen Grunderkrankung nicht zweifelsfrei COVID-19 zuordenbar war. Da die Patientin vor Überweisung 25 Tage in einem anderen Krankenhaus stationär behandelt wurde, ist diese Infektion als nosokomial zu werten.

Die zweite, SARS-CoV-2-infizierte Patientin befand sich noch im Stadium vor der Serokonversion, wies COVID-19-verdächtige Symptome auf und wurde innerhalb der Johanniter-Kliniken Bonn mit nachgewiesener SARS-CoV-2-Infektion verlegt (Johanniter-Krankenhaus nach Waldkrankenhaus).

Bei der dritten, SARS-CoV-2-auffälligen Patientin war anamnestisch eine 6 Wochen vor stationärer Aufnahme erfolgte SARS-CoV-2-Infektion auszumachen. Diese Patientin fiel durch positive Antikörper-Resultate bei negativer PCR auf.

Bei der Auswertung dieser Ergebnisse ist zu bedenken, dass der Studienzeitraum mit 14 Tagen eher kurz war und somit eine Limitation der Studie darstellt. Insbesondere gibt die Studie keine Antwort darüber, ob sich Patienten im Stadium der Inkubationszeit, d. h. vor nachweisbarer Virusausschüttung, unter den Getesteten befanden. Andererseits war die Zahl der gemeldeten regionalen Neuinfektionen in diesem Zeitraum stabil, eher mit fallender Tendenz, so dass ein anderes Ergebnis bei längerem Screening-Zeitraum kaum zu erwarten gewesen wäre.

Bei Screening-Untersuchungen in Geburtshilfeabteilungen in der Stadt New York Ende März/Anfang April 2020 wurde bei rund 13 % asymptomatischer Patienten eine akute Infektion mit SARS-CoV-2 nachgewiesen^{6,7}. Zu diesem Zeitpunkt war die Infektionswelle in New York auf ihrem Höhepunkt mit über 6.000 Fällen pro Tag.⁸ In einer ähnlich angelegten Untersuchung in Boston wurden ab Mitte April ebenfalls insgesamt 757 Patienten bei Aufnahme in eine gynäkologische Abteilung getestet. Hier konnten nur 1–2 % asymptomatische Patienten identifiziert werden (je nach Klinik zwischen 0,6 und 2,7 %). Ursächlich hierfür könnten die im zeitlichen Verlauf eingeführten Schutzmaßnahmen wie Maskenpflicht, *Social Distancing* und fallende Ansteckungsraten in der Bevölkerung sein.⁹ Verglichen mit diesen Infektionszahlen lag in unserem Kollektiv der Anteil der asymptomatisch Infizierten (maximal 1/545 (0,18 %) in der Größenordnung der Bostoner Erhebung bzw. sogar darunter.

Aktuell bestehen weiterhin deutliche regionale Unterschiede in den Infektionszahlen. Folglich werden in Regionen mit hohen Fallzahlen höhere Raten an

SARS-CoV-2-Antikörper-Positiven in der Bevölkerung festgestellt als in Regionen mit moderatem oder niedrigem Infektionsgeschehen. In einer Gemeinde in West-Nordrhein-Westfalen, in der sich ein großer Infektionscluster innerhalb Deutschlands ereignete, konnte eine Antikörper-Prävalenz von 15,5 % nachgewiesen werden.⁴ In einer kürzlich in Genf durchgeführten Studie unter Einsatz des identischen Antikörper-Testverfahrens wie in unserer Untersuchung, wurde Ende Mai eine Seroprävalenz von knapp 11 % ermittelt.¹⁰ Im Gegensatz dazu konnten in Luxemburg in einer Region mit geringeren Gesamtfallzahlen IgG-Antikörper nur bei 1,97 % der Getesteten gefunden werden.¹¹ In der von uns getesteten Patientenkohorte konnte IgG gegen SARS-CoV-2 ebenfalls nur bei einer geringen Personenzahl nachgewiesen werden. Dies waren eine bereits genesene Patientin und eine Patientin mit wahrscheinlich seit 10 Tagen bestehenden respiratorischen COVID-19-Symptomen ($2/540 = 0,37\%$).

Wie der Vergleich mit der Literatur zeigt, ist das Risiko des Eintrags von SARS-CoV-2 beeinflusst von der Inzidenz in der Population. Bei niedriger SARS-CoV-2-Inzidenz (< 10 Neuinfektionen/100.000 Einwohner und Tag) in der Bevölkerung, wie in unserer Studie, ist das Risiko eines unerkannten Eintrags von SARS-CoV-2 in ein Krankenhaus der Regelversorgung niedrig. Die beiden SARS-CoV-2 positiven Patienten hätten sich auch anamnestisch für ein risikobasiertes Screening qualifiziert. Die prästationäre Befragung und eine gründliche klinische Untersuchung sowie eine sorgsame Beobachtung stationärer Patienten hinsichtlich COVID-19-suspekter Anzeichen scheinen ausreichend zu sein, um potenzielle Infektionsfälle zu isolieren. Ein flächendeckendes, generelles Screening bei stationärer Aufnahme mittels SARS-CoV-2-PCR erscheint unter diesen Umständen fraglich. Bei Verlegungen aus anderen Krankenhäusern, insbesondere aus Regionen mit hoher Inzidenz an SARS-CoV-2-Neuinfektionen, ist jedoch eine SARS-CoV-2 PCR-Testung zu befürworten.

Die regionalen Infektionsraten, die insbesondere auch lokale Ausbrüche erfassen, sind daher ein entscheidender Faktor und sollten als Grundlage für die Entscheidung über eine ggf. kurzfristige Einführung von Screening-Untersuchungen und weiteren Maßnahmen genutzt werden. Unabhängig davon

ist die strikte Einhaltung von Schutzmaßnahmen beim Personal sowie einer schnellen und gut vorausgeplanten Handlungsweise im Falle des Verdachts auf eine SARS-CoV-2-Infektion unerlässlich für die Verhinderung der Virusverbreitung im Krankenhaus (siehe www.rki.de). Als Frage bleibt, inwiefern es sinnvoll sein kann, eine breite Testung des Klinikpersonals auf SARS-CoV-2-RNA oder SARS-CoV-2-Antikörper durchzuführen, solange eine niedrige regionale Infektionsrate vorliegt. Hintergrund der Überlegung ist, dass die Anzahl an Kontaktpersonen beim Personal häufig höher ist als bei stationären Patienten. Zur Identifizierung akut infizierter Mitarbeiter ist der virale Genomnachweis oder ein anderes Verfahren zum Nachweis von Virusbestandteilen heranzuziehen. Anti-SARS-CoV-2-Antikörper fehlen häufig in den ersten 10–14 Tagen nach Infektion¹², können in einem nennenswerten Prozentsatz Infizierter nach jetzigem Kenntnisstand völlig ausbleiben oder rasch abfallen – dies v. a. nach asymptomatisch oder mild verlaufender Infektion – und stellen somit im Allgemeinen keinen geeigneten Marker zur Erkennung aktiver SARS-CoV-2-Infektionen dar.

Zusammenfassung

Bei niedriger Inzidenz von SARS-CoV-2 (< 10 Neuinfektionen täglich/100.000 Einwohner) konnten wir in dieser Untersuchung keinen relevanten Eintrag unerkannter SARS-CoV-2-Infektionen in unsere beiden Krankenhäuser beobachten. Die prästationäre Befragung und klinische Untersuchung schienen hier ausreichend zu sein, um potenzielle Infektionsfälle primär zu identifizieren und zu isolieren.

Die regionale SARS-CoV-2 Inzidenz kann als Grundlage für die Entscheidung über ggf. kurzfristige Einführung von Screening-Untersuchungen bei Aufnahme in ein Krankenhaus der Region genutzt werden. Unsere Ergebnisse unterstützen die Vorgaben der nationalen Teststrategie SARS-CoV-2 in der empfohlen wird, die Testung stationär aufzunehmender Patienten und des Personals „unter Berücksichtigung der epidemiologischen Lage“ durchzuführen.

Literatur

- Schwierzeck V, König JC, Kühn J, Mellmann A, Correa-Martínez CL, Omran H, Konrad M, et al.: First reported nosocomial outbreak of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) in a pediatric dialysis unit. *Clin. Infect. Dis.* 2020 April. doi.org/10.1093/cid/ciaa491
- Oran DP, Topol EJ: Prevalence of Asymptomatic SARS-CoV-2 Infection: A Narrative Review. *Ann. Intern. Med.* 2020 Jun3:M20-3012. doi: 10.7326/M20-3012
- Gao Z, Xu Y, Sun C, Wang X, Guo Y, Qui S, Ma K: A Systematic Review of Asymptomatic Infections with COVID-19. *J. Microbiol. Immunol. Infect.* 2020 May 15. doi: 10.1016/j.jmii.2020.05.001
- Streeck H, Schulte B, Kuemmerer B, Richter E, Hoeller T, Fuhrmann C, et al.: Infection fatality rate of SARS-CoV-2 infection in a German community with a super-spreading event. *medRxiv.* 2020:2020.05.04.20090076.
- RKI Dashboard 2020: <https://experience.arcgis.com/experience/478220a4c454480e823b17327b2b-f1d4>
- Sutton D, Fuchs K, D'Alton M, Goffman: Universal Screening for SARS-CoV-2 in Women Admitted for Delivery. *N. Engl. J. Med.* 2020;382:2163-4. doi: 10.1056/NEJMc2009316
- Vintzileos JM, Muscat J, Hoffmann E, John NS, Vertichio R, Vintzileos AM, Vo D: Screening all pregnant women admitted to labor and delivery for the virus responsible for coronavirus disease 2019. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2020;26:S0002-9378(20)30472-5. doi: 10.1016/j.ajog.2020.04.024
- Health N: COVID-19:Data; Daily Count 2020: <https://www1.nyc.gov/site/doh/covid/covid-19-data.page>
- Goldfarb IT, Diouf K, Barth WH, et al. Universal SARS-CoV-2 testing on admission to the labor and delivery unit: Low prevalence among asymptomatic obstetric patients [published online ahead of print, 2020 May 27]. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2020;1-2. doi:10.1017/ice.2020.255
- Stringhini S, Wisniak A, Piumatti G, et al. Seroprevalence of anti-SARS-CoV-2 IgG antibodies in Geneva, Switzerland (SEROCoV-POP): a population-based study [published online ahead of print, 2020 Jun 11]. *Lancet.* 2020;S0140-6736(20)31304-0. doi:10.1016/S0140-6736(20)31304-0
- Snoeck CJ, Vaillant M, Abdelrahman T, Satagopam VP, Turner JD, Beaumont K, et al. Prevalence of SARS-CoV-2 infection in the Luxembourgish population: the CON-VINCE study. *medRxiv.* 2020:2020.05.11.20092916.
- Deeks JJ, Dinnes J, Takwoingi Y, Davenport C, Spijker R, Taylor-Phillips S, Adriano A, Beese S, Dretzke J, Ferrante di Ruffano L, Harris IM, Price MJ, Ditttrich S, Emperador D, Hoo L, Leeftang MMG, Van den Bruel A, Cochrane COVID-19 Diagnostic Test Accuracy Group: Antibody tests for identification of current and past infection with SARS-CoV-2. *Cochrane Database Syst Rev* 2020 Jun 25;6(6):CD013652. doi: 10.1002/14651858.CD013652.

Autorinnen und Autoren

^{a)} Prof. Dr. med. Yon-Dschun Ko | ^{a)} Carmen Schumacher | ^{a)} Anja Wallau | ^{a)} Priv.-Doz. Dr. med. Udo Schmitz | ^{a)} Klaus Wilhelm | ^{b)} Dr. Susanne Abels | ^{c)} Prof. Dr. med. Hendrik Streeck | ^{c)} Prof. Dr. Anna M. Eis-Hübinger

^{a)} Johanniterkliniken Bonn

^{b)} Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit, Universitätsklinikum Bonn

^{c)} Institut für Virologie, Universitätsklinikum Bonn

Korrespondenz: Yon-Dschun.Ko@bn.johanniter-kliniken.de

Vorgeschlagene Zitierweise

Ko Y, Schumacher C, Wallau A, Schmitz U, Wilhelm K, Abels S, Streeck H, Eis-Hübinger AM: SARS-CoV-2-Screening bei Aufnahme von Patienten in einem Verbund-Krankenhaus der Regelversorgung der Stadt Bonn

Epid Bull 2020; 43:3–8 | DOI 10.25646/7139.2

(Dieser Artikel ist online vorab am 28.9.2020 erschienen.)

Interessenkonflikt

Die Autorinnen und Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Danksagung

Dank gilt der Johanniter GmbH Dr. T. Krössin und H. Häfner für die Finanzierung der Studie.

Besonderer Dank gilt für die Beratung zu allen fachlichen Fragen der Studie Herrn Prof. Dr. med. M. Exner, Direktor des Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit, Universitätsklinikum Bonn und Herrn Dr. med. Peter Walger, Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene e.V. Den Mitarbeitern der Johanniter-Kliniken Bonn und den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen des Instituts für Virologie sei gedankt für ihren unermüdlichen Einsatz während der Pandemie.