

Akzeptanz und Wissenstransfer in einem Patienteninformationsgespräch vor MRT-Untersuchungen – Vergleich von humanoidem Roboter und Tablet-Computer: eine randomisiert-kontrollierte Studie

Comparison of Acceptance and Knowledge Transfer in Patient Information Before an MRI Exam Administered by Humanoid Robot Versus a Tablet Computer: A Randomized Controlled Study

Autoren

Dietrich Stoevesandt¹, Patrick Jahn², Stefan Watzke³, Walter A. Wohlgemuth⁴, Dominik Behr¹, Christian Buhtz¹, Irina Faber¹, Stephanie Enger⁴, Karsten Schwarz¹, Richard Brill⁴

Institute

- 1 Dorothea Erleben Skills and Simulation Centre, Martin Luther University Halle-Wittenberg, Halle, Germany
- 2 Health service research group, Martin Luther University Halle-Wittenberg, Halle, Germany
- 3 Department of Psychiatry, Psychotherapy and Psychosomatics, Martin Luther University Halle-Wittenberg, Halle, Germany
- 4 Department of Radiology, Martin Luther University Halle-Wittenberg, Halle, Germany

Key words

robotics, health communication, magnetic resonance imaging, information services, randomized controlled trial

eingereicht 27.07.2020

akzeptiert 13.01.2021

online publiziert 10.06.2021

Bibliografie

Fortschr Röntgenstr 2021; 193: 947–954

DOI 10.1055/a-1382-8482


ISSN 1438-9029

© 2021. Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14, 70469 Stuttgart, Germany

Korrespondenzadresse

Dr. Dietrich Stoevesandt
Klinik und Poliklinik für Diagnostische Radiologie,
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg,
Ernst-Grube-Straße 20, 06120 Halle, Germany
Tel.: +49/3 45/5 57 24 41
Fax: +49/3 45/5 57 27 46
dietrich.stoevesandt@medizin.uni-halle.de

 Zusätzliches Material finden Sie unter
<https://doi.org/10.1055/a-1382-8482>

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel Untersucht wurde, ob ein humanoider Roboter im klinisch-radiologischen Setting als Informationsgeber im Gespräch vor MRT-Untersuchungen von Patienten akzeptiert wird. Ergänzend wurden die Benutzerfreundlichkeit und die Informationsvermittlung mit einem Tablet verglichen.

Methoden Patienten wurden bei Einwilligung vor einem MRT randomisiert einer Roboter- oder Tablet-Gruppe zugeteilt. Die Handhabbarkeit beider Geräte wurde mit der erweiterten System Usability Scale (SUS) und die Informationsvermittlung mit einer Wissensabfrage verglichen. Ablehnungsgründe wurden per Non-Responder-Fragebogen erhoben.

Ergebnisse Im Universitätsklinikum Halle wurden 117 Patienten zur Teilnahme eingeschlossen. Bei Geschlecht und Alter gab es keinen statistisch signifikanten Unterschied. Von 18 Non-Respondern lehnten 4 die Teilnahme teilweise wegen des Roboters ab; bei weiteren 3 konnte der Grund nicht geklärt werden. Die Handhabbarkeit nach SUS-Score war zwischen den Gruppen im Mittelwertvergleich statistisch signifikant unterschiedlich und war für das Tablet um eine Stufe auf der Adjektiv-Skala höher. Bei der Wissensvermittlung gab es keinen statistisch signifikanten Unterschied; im Mittel wurden 8,41 von 9 Fragen korrekt beantwortet.

Schlussfolgerung Diese Studie ist der erster Anwendungsfall im klinisch-radiologischen Setting eines humanoiden Roboters, der mit Patienten interagiert. Tablet und Roboter sind zur Informationsvermittlung im Kontext eines MRT geeignet. Im Vergleich zu Studien, in denen nach der Bereitschaft zur Interaktion mit einem Roboter im Gesundheitswesen gefragt wurde, ist diese Bereitschaft in der hier vorliegenden Studie deutlich höher. Dies könnte dadurch erklärt werden, dass es sich um einen konkreten, für die Teilnehmer begreiflichen Anwendungsfall handelte und nicht um ein hypothetisches Szenario. Damit ist von einer potenziell hohen Akzeptanz für weitere spezifische Einsatzgebiete von Robotern in der Radiologie auszugehen. Der in der Tablet-Gruppe wahrgenommene höhere Bedienkomfort lässt sich dadurch erklären, dass hier das Interface eine seit Jahren in allen Bevölkerungsgruppen

etablierte Bedienform darstellt. Eine häufigere Exposition mit einem Roboter könnte auch hier die Response zukünftig verbessern.

Kernaussagen:

- humanoide Roboter werden von Patienten in klinisch radiologischen Situationen akzeptiert
- aktuell können sie Informationen dabei jedoch nur so gut wie ein preisgünstiges Tablet vermitteln
- zukünftige Systeme können das Personal entlasten.

Zitierweise

- Stoevesandt D, Jahn P, Watzke S et al. Comparison of Acceptance and Knowledge Transfer in Patient Information Before an MRI Exam Administered by Humanoid Robot Versus a Tablet Computer: A Randomized Controlled Study. *Fortschr Röntgenstr* 2021; 193: 947–954

ABSTRACT

Purpose To investigate whether a humanoid robot in a clinical radiological setting is accepted as a source of information in conversations before MRI examinations of patients. In addition, the usability and the information transfer were compared with a tablet.

Methods Patients were randomly assigned to a robot or tablet group with their consent prior to MRI. The usability of both devices was compared with the extended System Usability Scale (SUS) and the information transfer with a knowledge

query. Reasons for refusal were collected by a non-responder questionnaire.

Results At the University Hospital Halle 117 patients were included for participation. There was no statistically significant difference in gender and age. Of 18 non-responders, 4 refused to participate partly because of the robot; for another 3 the reason could not be clarified. The usability according to SUS score was different with statistical significance between the groups in the mean comparison and was one step higher for the tablet on the adjective scale. There was no statistically significant difference in knowledge transfer. On average, 8.41 of 9 questions were answered correctly.

Conclusion This study is the first application, in a clinical radiological setting, of a humanoid robot interacting with patients. Tablet and robot are suitable for information transfer in the context of MRI. In comparison to studies in which the willingness to interact with a robot in the health care sector was investigated, the willingness is significantly higher in the present study. This could be explained by the fact that it was a concrete use case that was understandable to the participants and not a hypothetical scenario. Thus, potentially high acceptance for further specific areas of application of robots in radiology can be assumed. The higher level of usability perceived in the tablet group can be explained by the fact that here the interface represents a form of operation that has been established for years in all population groups. More frequent exposure to robots could also improve the response in the future.

Einleitung

Robotik im industriellen Umfeld zur Automatisierung von Prozessen ist weit verbreitet [1, 2], da hier die Einsatzparameter und die meist minimale Interaktion mit Menschen klar definiert [3–5] und die Entwicklung und Implementierung der Systeme mit geringen Hürden verbunden sind. Das Thema Robotik ist in den letzten Jahren zunehmend in den Fokus der Öffentlichkeit gerückt. Eine grundlegende und allgemeingültige Definition des Begriffs „Roboter“ fehlt oder variiert [6, 7].

Außerhalb der Industrie werden humanoide Roboter beispielsweise beim Verkauf von Elektronik oder im Entertainmentbereich unterstützend eingesetzt [8, 9]. Auch im Gesundheitssystem erscheint die Verwendung von Robotern sinnvoll, allerdings zeigten sich nur 55% der Befragten einer internationalen Umfrage mit über 11 000 Teilnehmern gegenüber dem Einsatz von „Künstlicher Intelligenz“ und Robotern für ihre eigenen Gesundheitsbedürfnisse aufgeschlossen [10]. In der 2012 in 27 europäischen Ländern durchgeführten Eurobarometer-Studie antworteten 57% der 26 751 Befragten, dass sie sich eher unbehaglich fühlten, sollte ein Roboter eine Operation an ihnen durchführen [11, 12]. In kleineren, jedoch spezifischeren Befragungen zu Robotern im Gesundheitssystem gaben jedoch 63% der Befragten an, keine Ängste oder Vorbehalte gegenüber Robotern zu haben [13]. Bisher berichtete Anwendungen eines menschenähnlichen Roboters im Krankenhaus beschränken sich auf den Bereich der Rezeption in Form von Begrüßung und

Bereitstellung von Informationen [14]. Eine Besonderheit stellt die Nutzung in der Therapie dar. So wurden beispielsweise Roboter als therapeutische Werkzeuge in einer Studie für die Beziehungsarbeit in der pädiatrischen Onkologie zur Reduktion von Angst, Wut und Depression [15], in verschiedenen Settings bei Kindern mit Autismus-Spektrum-Störung [16] und zum personalisierten Patientenunterricht bei Kindern mit Diabetes mellitus [17] eingesetzt. Auch gibt es Ansätze, entsprechende Systeme in die Schulung von chronisch kranken Patienten einzubinden [17, 18]. Im Kontext der Radiologie ist eine regelmäßige Anwendung eines humanoiden Roboters in Verbindung mit Patientenkontakt nicht bekannt.

Für den Einsatz eines Roboters in der Radiologie wäre neben therapeutischen Ansätzen das Informationsgespräch im Rahmen der Aufklärung denkbar: Die Informationsvermittlung vor diagnostischen Untersuchungen wie CT und MRT ist ein gut standardisierter, bereits in digitaler Form verfügbarer Arbeitsschritt [19]. Zwar ist das Aufklärungsgespräch eine nicht delegierbare ärztliche Tätigkeit (Aufklärungspflicht § 630e BGB); allerdings kann bei Routineeingriffen ein Merkblatt mit Informationen ausreichen, sofern Patienten die Möglichkeit erhalten, mit dem behandelnden ärztlichen Personal offene Fragen zu besprechen. Auch vor diagnostischen MRT-Untersuchungen wird die entsprechende Information häufig in Form eines Merkblattes zur Verfügung gestellt. Einzelne Studien zeigen, dass Tablet-Computer-basierte Informationen der reinen Papierform vorgezogen werden [20] bzw. dieser zumindest ebenbürtig sind [19].

Der Einsatz eines humanoiden Roboters wäre als Alternative zur Verwendung einer Tablet-gestützten Informationsvermittlung denkbar, da die zusätzlichen, dem Menschen angenäherten Aspekte des Roboters die Aufmerksamkeit und damit die Informationsaufnahme verbessern könnten. Die Vorteile der Tablet-gestützten Informationserfassung und -vermittlung gegenüber einem Papierbogen (höhere Ausfüllquoten und geringere Wahrscheinlichkeit von Informationsverlust) [19] sollten in ähnlicher Weise gegeben sein. Außerdem sind Studien notwendig, die die grundsätzliche Akzeptanz humanoider Roboter untersuchen, um zukünftige Einsatzfelder dieser Technologie (z. B. Begleitung von ängstlichen Patienten während angiografischer Interventionen) besser planen zu können.

Zielsetzung

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden 3 Fragestellungen untersucht:

1. Evaluation der Akzeptanz eines humanoiden Roboters als Informationsgeber in einem klinisch-radiologischen Setting.
2. Die Benutzerfreundlichkeit des Roboters im Vergleich zu einem Tablet-Computer in der Patienteninformation.
3. Der erfolgte Wissenstransfer von Informationen zur geplanten MRT-Untersuchung der beiden Methoden im Vergleich.

Material und Methoden

In die Studie wurden prospektiv volljährige einwilligungsfähige Patienten eingeschlossen, bei denen eine elektive diagnostische MRT-Untersuchung geplant war. Patienten mit schweren psychiatrischen Erkrankungen, starken Schmerzen oder Verdacht auf eine Demenz wurden exkludiert. Weitere Ausschlusskriterien waren ein Sprachniveau der deutschen Sprache niedriger als C1, Überwachungspflicht sowie eine MRT-Untersuchung im letzten Monat. Die lokale Ethikkommission der medizinischen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg hat der Durchführung der Studie zugestimmt (Bearbeitungsnummer 2018–2023).

Den Ein- und Ausschlusskriterien folgend wurden die Patienten bei der MRT-Anmeldung ausgewählt. Der Ablauf und der Patientenausschluss entsprechend den CONSORT-Empfehlungen finden sich in ► **Abb. 2**. Geeignete Patienten wurden daraufhin im Wartebereich angesprochen, ob Interesse an einer Studienteilnahme besteht. Bei positiver Rückmeldung erhielten die Interessenten eine schriftliche Studieninformation, die auf Nachfrage näher erläutert wurde. Nach erfolgter Einwilligung wurden die Probanden einer der 2 Gruppen – Information durch den humanoiden Roboter oder Kontrollintervention (Tablet-Computer) – blockrandomisiert zugeteilt. Die Zuteilung erfolgte tageweise, da für die Betreuung des Roboters ein Techniker anwesend und ein Raum mit entsprechender Akustik- und Kameraausstattung verfügbar sein musste. Bis zum Beginn des Informationsgesprächs war die Zuteilung für die Teilnehmer verblindet.

Die Probanden erhielten je nach Gruppenzugehörigkeit anstatt des üblichen schriftlichen Informationsblattes entweder das von einem humanoiden Roboter vorgetragene Informationsgespräch oder die gleiche Information auf einem Tablet-Computer mit

► **Tab. 1** Adjektive Bewertungsskala für SUS-Score, zitiert nach Bangor et al. 2009 (eigene Übersetzung).

SUS-Score	Akzeptanzbereich	adjektive Bewertung
90–100	akzeptabel	ausgezeichnet bis am besten vorstellbar
80–89		ausgezeichnet
68–79		gut
50–67	gering	mäßig
35–49	nicht akzeptabel	schlecht
0–34		nicht vorstellbar

identischen interaktiven Inhalten. Es gab nach Einschluss keinen Studienabbruch.

Patienten, die nicht an der Studie teilnehmen wollten, wurde angeboten, sich mittels Fragebogens zu den Gründen der Nichtteilnahme zu äußern. Von 18 Personen nutzten 15 (83 %) diese Möglichkeit, 3 wollten keine Angaben machen. Die Beweggründe wurden in Form von Multiple-Choice-Fragen angegeben. Diese ließen sich in die 2 Kategorien „Gründe, die nichts mit einem Roboter zu tun haben“ und „Gründe, die mit dem Roboter zu tun haben“ zusammenfassen.

Von allen Studienteilnehmern sowie denjenigen Patienten, die eine Studienteilnahme ablehnten, aber den Non-Responder Fragebogen ausfüllten, wurden soziodemografische Daten erhoben.

Die Patienten beider Gruppen wurden im Anschluss an die Intervention gebeten, eine Multiple-Choice-Wissensabfrage und eine erweiterte System Usability Scale (SUS) [21, 22] auszufüllen.

Die SUS erhebt die vom Nutzer subjektiv wahrgenommene Gebrauchstauglichkeit eines Systems. Die 10 Items verteilen sich auf 5 positiv und 5 negativ gerichtete Aussagen und sind jeweils auf einer Likert-Skala von 0–4 repräsentiert. Die 10 Einzelwerte ergeben in einer nachfolgenden Berechnung einen SUS-Score von maximal 100 [21].

Systeme können als gebrauchstauglich betrachtet werden, wenn sie den Schwellenwert 68 oder höher erreichen [22]. In Vorarbeiten wurde eine Adjektiv-Skala zur verständlicheren Einteilung des SUS-Scores entwickelt [23] (► **Tab. 1**).

Der Fragebogen beinhaltete neben den 10 SUS-Items 5 weitere zusätzliche Aussagen, die speziell für die vorliegende Untersuchung hinzugefügt wurden. Diese dienten zur Einschätzung, wie Patienten das vorgetragene Wissen verstanden haben und ob sie sich in der Interaktion wohlfühlten. Ferner wurde erhoben, ob sie das Informationsgespräch mit einem Roboter gegenüber einem Film auf dem iPad oder generell mit einem Radiologen vorziehen würden.

Neun Multiple-Choice-Fragen dienten zur Abfrage des transferierten Wissens, um einen eventuellen Unterschied zwischen den Informationsmethoden zu objektivieren. So wurde beispielsweise abgefragt, welche Gegenstände in der Nähe eines MRT-Gerätes erlaubt bzw. verboten sind oder unter welchen Rahmenbedingungen die Untersuchung durchgeführt wird. Der komplette Fragebogen steht im Supplement zur Verfügung.

Zur Auswertung der Fragebögen wurde das Statistik- und Analyse-Programm „IBM SPSS Statistics 25“ genutzt.

Das robotische System mit der Produktbezeichnung „Pepper“ wurde durch den japanischen Telekommunikationskonzern „Softbank“ im Jahr 2014 vorgestellt und unter dem Label „Aldebaran Softbank Robotics“ vertrieben. Die primären Funktionen des 1,2 Meter großen Roboters sind Kommunikation und Interaktion mittels Sprachsteuerung und -ausgabe sowie auch nonverbale Kommunikation mittels Körpersprache [24, 25]. Um ablehnende Reaktionen bei den Nutzern zu reduzieren, besitzt das Gerät ein am Menschen und „Kindchenschema“ orientiertes, geschlechtsneutrales Erscheinungsbild (► **Abb. 1**) [26, 27]. Im Brustbereich befindet sich ein Touchscreen, der im Rahmen des Informationsgesprächs u. a. für die Darstellung von MRT-Schnittbildern und eines MRT-Geräts genutzt wurde.



► **Abb. 1** Humanoider Roboter im Patienteninformationsgespräch.

Das Tablet der Kontrollgruppe nutzte eine speziell für diese Studie entwickelte Node.js-Webanwendung, die die gleichen Inhalte zur Patienteninformation transportierte. Tablet und Roboter wurden ohne eine weitere im Raum anwesende Person bedient. Ein Film mit dem Ablauf der Roboterinteraktion findet sich im ► **Video 1**.

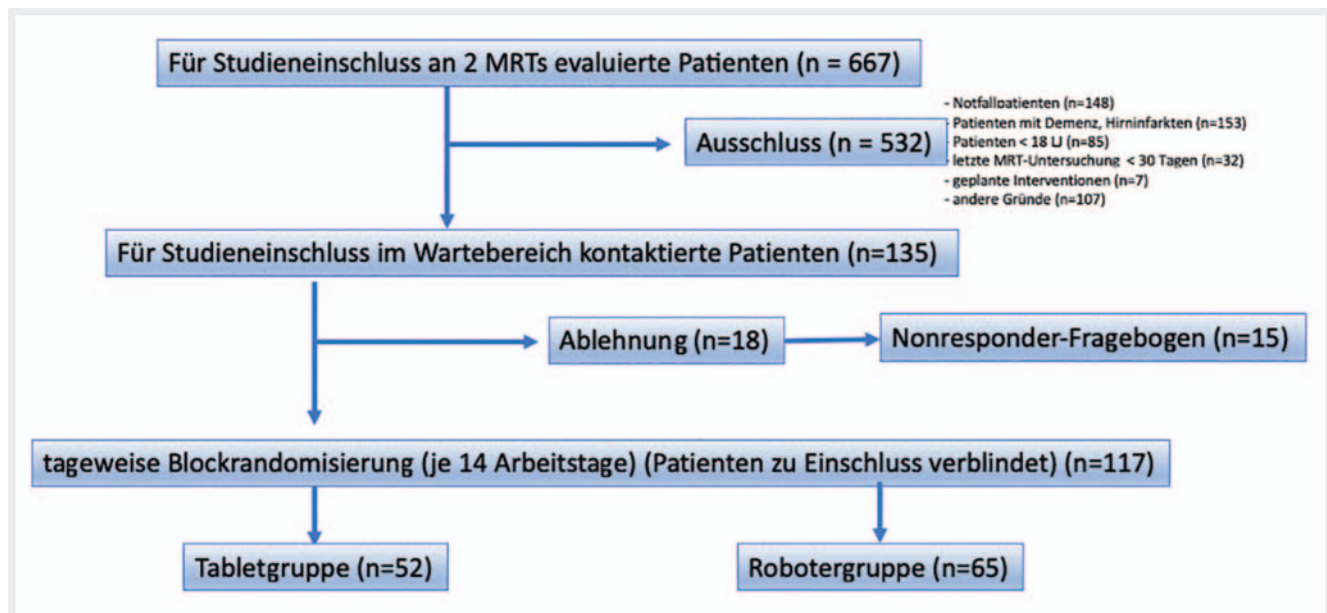
Ergebnisse

Im Zeitraum von Oktober 2018 bis Februar 2019 wurden die Informationsgespräche durchgeführt und 135 Patienten prospektiv angesprochen. Eingewilligt haben 117 (87 %) Probanden. Davon wurden 65 Teilnehmer in die Gruppe „Roboter“ und 52 in die Gruppe „Tablet“ randomisiert (► **Tab. 2**). Eine Teilnahme wurde von 18 (13 %) Personen abgelehnt (Non-Responder, NR).

► OP-VIDEO



► **Video 1** Film mit Beispielgespräch.



► **Abb. 2** Flussdiagramm ein- und ausgeschlossene Probanden. „Andere Gründe“ waren u. a. Dolmetscher/andere Sprachbarrieren, dringliche Folgeuntersuchungen, gesetzlicher Betreuer, Delir, schwere Depression, Wahn, Schizophrenie laut Anmeldung.

► **Tab. 2** Beschreibung der Teilnehmer und Non-Responder.

	Teilnehmer (n = 117)		Non-Responder (n = 18)
	Roboter (n = 65)	Tablet (n = 52)	
Geschlecht			
▪ Frau	28	20	10
▪ Mann	36	32	8
▪ fehlende Werte	1	0	0
Alter			
▪ 18–30 Jahre	7	7	0
▪ 31–40 Jahre	11	6	2
▪ 41–50 Jahre	9	7	1
▪ 51–60 Jahre	13	22	2
▪ 61–70 Jahre	15	4	8
▪ >71 Jahre	7	6	5
Bildungsstand			
▪ keine Angabe	1	2	1
▪ kein Abschluss	2	0	2
▪ Haupt-/ Volksschulabschluss	8	7	0
▪ Mittlere Reife	36	20	4
▪ Hochschulreife	8	13	1
▪ Hochschulstudium	10	10	3
▪ fehlende Werte	0	0	7

Die Studienteilnehmer (ST) waren zu 41 % weiblichen und zu 58 % männlichen Geschlechts, 1 % machte dazu keine Angabe. Das durchschnittliche Alter lag bei 51,3 Jahren (SD 15,7). Im Vergleich zwischen Roboter- und Tablet-Gruppe gab es keinen statistisch signifikanten Unterschied hinsichtlich des Geschlechts ($\chi^2(1, n = 117) = 1,138; p = 0,765$) oder des Alters ($t[df = 112] = 0,25; p = 0,804$).

Bei den NR waren 56 % weiblich und 44 % männlich, damit unterschieden sich die NR nicht signifikant von den ST ($\chi^2(1, n = 134) = 1,28; p = 0,259$). Das durchschnittliche Alter der NR lag bei 63,9 Jahren (SD 12,6). Im Vergleich lag das Altersmittel der ST bei 51,3 (SD 15,7) Jahren, dieser Altersunterschied ist statistisch signifikant ($t[df = 133] = 3,27; p = 0,001$).

Der häufigste Schulabschluss der Teilnehmer war die Mittlere Reife mit 48 % (Roboter: 55 %; Tablet: 39 %) (► **Tab. 2**). In der Tablet-Gruppe folgten die Hochschulreife (25 %), das Hochschulstudium (19 %) und der Haupt- bzw. Volksschulabschluss (14 %). In der Roboter-Gruppe folgte an zweiter Stelle das Hochschulstudium (15 %), dann die Hochschulreife und schließlich der Haupt- bzw. Volksschulabschluss (je 12 %). Keine Angaben zum Schulabschluss machten 3 Teilnehmer, und 2 gaben an, keinen Abschluss zu besitzen. Ein NR hatte keinen Schulabschluss, 7 gaben keine Antwort (44 %).

Die 18 NR ließen sich in ihren Ablehnungsbegründungen folgenden 4 Kategorien zuordnen: „keine Angabe von Gründen“ (n = 3), „Gründe, die nichts mit einem Roboter zu tun haben“ (n = 11) und „Gründe, die mit dem Roboter zu tun haben“ (n = 2) sowie beide Begründungen in Kombination (n = 2). Damit lehnten 4 (3 %) der befragten Personen die Teilnahme zumindest teilweise wegen des Roboters ab. Bei weiteren 3 (2 %) konnte der Grund nicht geklärt werden.

Zu den Einzelgründen, die nichts mit einem Roboter zu tun haben, zählten „Ich fühle mich zu krank“ (n = 6), „Keine Zeit an der Studie teilzunehmen“ (n = 2) und „Ich kenne die MRT-Untersuchung bereits ausreichend und brauche keine weiteren Erläuterungen“ (n = 2).

Bei den Einzelgründen, die etwas mit dem Roboter zu tun haben, gaben 2 NR an, dass sie „befürchteten, dass Roboter Ärzte und Pflegende ersetzen könnten“ (n = 2). Jeweils 1 NR führte „Ich habe Angst, dass ich den Roboter akustisch nicht verstehe oder er mich nicht“, „Ich fürchte, der Roboter sammelt zu viele private Daten“, „Mit dem Roboter ist keine nonverbale Konversation möglich, wodurch Missverständnisse auftreten könnten“ und „Ein Gespräch mit einem Roboter ist mir zu unpersönlich“ als Grund an.

Ein Gruppenmittelwertvergleich des SUS-Scores zwischen der Tablet- (M = 89,26, SD 16,26) und der Roboter-Gruppe (M = 75,00, SD 12,16) ergab einen signifikanten Unterschied ($t[df = 105] = -5,19; p < 0,001$). Aufgrund einer verletzten Normalverteilungsannahme (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest, $z = 0,152; p < 0,001$) wurde dieser Gruppenunterschied nichtparametrisch abgesichert (Mann-Whitney-Test $p < 0,001$).

Wie in ► **Tab. 3** dargestellt, wurde die Handhabbarkeit auf einer Adjektiv-Skala einsortiert. Fehlende Antworten gab es bei 10 (Roboter: n = 2; Tablet: n = 8) der 117 Teilnehmer.

Ausgehend von einem in der Literatur empfohlenen Cut-off bei 68, beschreibt der SUS-Score mit diesem oder einem höheren Wert ein für den Nutzer akzeptables Gerät mit ausreichender Handhabbarkeit.

Der Roboter wurde von 60 % und das Tablet von 75 % der jeweiligen Teilnehmer als handhabbar empfunden, wobei sich der Großteil im obersten Bereich „ausgezeichnet bis am besten vorstellbar“ konzentrierte (Roboter: 23 %; Tablet: 58 %). Unterhalb des SUS-Scores von 68 waren die Werte im grenzwertigen und negativ konnotierten Bereich „mittelmäßig“ konzentriert (Roboter: 32 %; Tablet: 10 %).

Der Aussage in Frage 1 des SUS, ob die Patienten das verwendete System auch für andere Informationsgespräche regelmäßig nutzen wollten, stimmten 61 % der Teilnehmer (Roboter: 55 %; Tablet: 67 %) zu, 28 % (Roboter: 34 %; Tablet: 21 %) verhielten sich der Aussage gegenüber neutral.

Sicherheit im Umgang mit dem System (Frage 9) fühlten 87 % der Teilnehmer (Roboter: 85 %; Tablet: 90 %). Neutral gegenüber dieser Aussage verhielten sich 7 % (Roboter: 11 %; Tablet: 2 %), nicht zugestimmt hat in beiden Gruppen jeweils eine Person.

Alle vom System gegebenen Informationen verstanden zu haben (Item 11), gaben 92 % (Roboter: 94 %; Tablet: 90 %) der Teilnehmer an.

Dass sie sich in der Situation des Informationsgesprächs wohl gefühlt hätten (Item 12), erklärten 76 % (Roboter: 77 %; Tablet:

► **Tab. 3** SUS-Score auf der Adjektiv-Bewertungsskala.

Akzeptanzbereich	adjektive Bewertung	Roboter (n = 65)		Tablet (n = 52)		gesamt (n = 117)	
		n	%	n	%	n	%
akzeptabel	ausgezeichnet bis am besten vorstellbar	15	23,1	30	57,7	45	38,5
	ausgezeichnet	12	18,5	6	11,5	18	15,4
	gut	12	18,5	3	5,8	15	12,8
gering*	mäßig	21	32,3	5	9,6	26	22,2
nicht akzeptabel	schlecht	3	4,6	0	0,0	3	2,6
	nicht vorstellbar	0	0,0	0	0,0	0	0,0
nicht angegeben	nicht angegeben	2	3,1	8	15,4	10	8,5

* SUS-Score kleiner als 68.

75%), 17 % blieben bei dieser Aussage neutral (Roboter: 17%; Tablet: 17%).

Der Aussage „Ich würde ein Informationsgespräch mit einem Roboter einem Film auf dem iPad vorziehen“ (Item 13) stimmten in der Roboter-Gruppe 37 % und in der Tablet-Gruppe 15 % zu. Keine Zustimmung gab es von 23 % der Teilnehmer in der Roboter- und 25 % in der Tablet-Gruppe. Neutral zu dieser Aussage verhielten sich 37 % in der Roboter- und 54 % in der Tablet-Gruppe.

Bei den Fragen 1, 9, 11, 12 und 13 ergab sich kein signifikanter Unterschied.

Der Aussage „Ich würde ein Informationsgespräch (mit dem gleichen Inhalt) mit einem Radiologen vorziehen“ (Item 14) stimmten in der Robotergruppe 45 % und in der Tablet-Gruppe 25 % zu. Keine Zustimmung gab es von 12 % der Teilnehmer in der Roboter- und 21 % in der Tablet-Gruppe. Neutral zu dieser Aussage verhielten sich 40 % in der Roboter- und 48 % in der Tablet-Gruppe. Der beschriebene Unterschied erwies sich im Gruppenmittelwertvergleich ($T[df=110]=2,487$; $p=0,014$) als signifikant. Aufgrund einer verletzten Normalverteilungsannahme (Kolmogorov-Smirnov Z: $z=1,655$; $p=0,008$) wurde der Unterschied nichtparametrisch abgesichert (Mann-Whitney-U = 1158,5; $Z=-2,398$; $p<0,016$).

Ein weiteres Ziel der Studie war herauszufinden, wie effektiv sich der Wissenstransfer in Abhängigkeit von der genutzten Modalität unterscheidet. Der Großteil der Befragten (71 %) konnte 9 von 9 Fragen fehlerfrei beantworten (Roboter: 72%; Tablet: 69%) (► **Tab. 4**).

In der Roboter-Gruppe gab es im Mittel 8,46 (SD: 1,263) und in der Tablet-Gruppe 8,35 (SD: 1,413) korrekte Antworten.

Berücksichtigt man das Alter der Teilnehmer, haben die über 60-Jährigen im Schnitt 8,16 (n = 114; SD: 1,526) und die Jüngeren 8,50 (n = 114; SD: 1,260) Fragen richtig beantwortet. Der Unterschied zwischen den beiden Altersgruppen war statistisch nicht signifikant ($t(112)=1,232$; $p=0,221$). Bezieht man die Bildungsabschlüsse mit ein, haben Teilnehmer mit einem Abitur oder einem höheren Abschluss im Mittel 8,51 (SD 1,325) und mit Mittlerer Reife oder einem niedrigeren Abschluss im Mittel 8,36 (SD 1,334) Wissensfragen korrekt beantwortet.

Der Unterschied zwischen den Bildungsabschlüssen war statistisch ebenfalls nicht signifikant ($t(117)=-0,609$; $p=0,544$).

► **Tab. 4** Wissensobjektivierung.

	Roboter (n = 65)	Tablet (n = 52)	gesamt (n = 117)
Anzahl richtiger Antworten (max. 9)			
2–3	2	2	4
4–5	2	0	2
6–7	1	5	6
8	13	9	22
9	47	36	83
Mean (SD)	8,46 (1,263)	8,35 (1,413)	8,41 (1,327)

Diskussion

Die vorliegende Untersuchung kann als erste Studie und erster bekannter Anwendungsfall gelten, in der ein humanoider Roboter im klinischen Setting in der Radiologie mit Patienten interagiert, ohne dabei als therapeutisches Mittel genutzt zu werden.

1. Akzeptanz

In der bereits genannten PricewaterhouseCoopers (PwC) -Umfrage gaben in Deutschland 41 % der Befragten an, dass sie nicht willens seien, sich mit KI oder Robotern bezüglich ihrer Bedürfnisse im Gesundheitssystem zu befassen [10]. Ähnliche Ergebnisse zeigt die Eurobarometer-Studie, in der 57 % angaben, sich eher unbehaglich zu fühlen, würde ein Roboter eine Operation an ihnen durchführen. Die Bereitschaft zur Studienteilnahme lag in der hier vorliegenden Situation deutlich höher: Nur 3 % der angesprochenen Patienten lehnten eine Teilnahme mit Verweis auf den Roboter ab. Selbst unter Berücksichtigung der Patienten, die keine Begründung angeben wollten, liegt die mögliche Ablehnungsrate aufgrund des Roboters unter 5 %. Die in unserer Studie deutlich höhere Akzeptanz könnte dadurch erklärt werden, dass es sich um einen konkreten Anwendungsfall handelte, wohingegen die Teilnehmer der genannten

PwC-Umfrage nur allgemein nach Situationen (z. B. nach kleineren OPs) gefragt wurden, in denen sie Roboter akzeptieren würden.

Die Ablehnungsgründe in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht und Bildungsstand statistisch zu untersuchen, ließ die geringe Gruppengröße nicht zu. Das signifikant höhere Alter in der NR-Gruppe könnte durch eine höhere Krankheitslast und eine dadurch reduzierte Bereitschaft zur Teilnahme bedingt sein. Alternativ sollte auch an eine biografisch geringere Vertrautheit mit technischen Hilfen gedacht werden.

2. Handhabbarkeit

Der in der Tablet-Gruppe wahrgenommene höhere Bedienkomfort lässt sich möglicherweise dadurch erklären, dass ein Touchscreen als Interface ein seit Jahren in allen Bevölkerungsgruppen etabliertes System darstellt und der Umgang deswegen leichter fiel als mit dem bisher unbekanntem robotischen System mit sprachlicher Interaktion.

Die Hemmungen gegenüber einer regelmäßigen Nutzung würden sich vermutlich durch eine längere und häufigere Exposition mit der entsprechenden Technologie im Kontext von Informationsgesprächen und anderen Aspekten der Gesundheitsversorgung reduzieren [28, 29].

Warum dem menschlichen Kontakt in der Roboter-Gruppe deutlich mehr Teilnehmer (45%) den Vorzug gaben als in der Tablet-Gruppe (25%), ließe sich ebenfalls durch die bisher gering bis gar nicht bekannte Exposition erklären. Begründend kommt alternativ auch infrage, dass die Probanden den Roboter unterbewusst als weniger verlässlich oder unheimlich empfanden, was sich jedoch mit den Daten der vorliegenden Studie nicht belegen lässt. In der direkten Befragung gab es keinen Unterschied in der Frage zum Wohlbefinden zwischen den beiden Gruppen.

3. Wissenstransfer

Subjektiv gab die deutliche Mehrheit der Probanden an, alle vom jeweiligen System gegebenen Informationen verstanden zu haben, wobei sich jeweils kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen fand.

Auch in der objektiven Überprüfung des Wissenstransfers konnte gezeigt werden, dass die Mehrheit der Patienten die Information korrekt verstanden hat. Damit sind beide Systeme grundsätzlich geeignet, das für eine MRT-Untersuchung relevante Wissen zu transferieren.

Die ungleiche Teilnehmeranzahl in Roboter- und Tablet-Gruppe erklärt sich durch einen tageweisen Aufbau des roboterassistierten Informationsgesprächs, sodass nur tageweise, aber nicht probandenabhängig randomisiert werden konnte.

Limitationen der Studie:

Methodisch ist zu konstatieren, dass der Fragebogen zur Wissensobjektivierung retrospektiv möglicherweise zu einfach gestaltet gewesen ist, worauf die relativ hohe Zahl korrekter Antworten in beiden Gruppen hindeutet.

Stärke der Studie ist das randomisiert-kontrollierte Design. Alle zentralen Studienergebnisse wurden durch die Studienteilnehmer berichtet, sodass ein Beobachter-Bias ausgeschlossen werden kann. Außerdem gab es keine Studienabbrecher, sodass auch ein Attrition-Bias minimiert ist.

Subgruppenanalysen konnten aufgrund der geringen Probandenzahl (insbesondere auch bei den Probanden, die eine Studienteilnahme ablehnten) nicht durchgeführt werden.

Die Anschaffungskosten des Robotersystems von ca. 10 000–20 000 Euro und die notwendige Anwesenheit einer technisch geschulten Person sprechen bei fehlender Verbesserung der Informationsvermittlung aktuell sicher gegen einen regelmäßigen Einsatz.

Schlussfolgerung

1. In der vorliegenden Studie war eine große Mehrheit der befragten Patienten bereit, in einer konkreten Gesundheitssituation mit einem humanoiden Roboter zu interagieren. Die Bereitschaft lag höher, als es allgemeine Befragungen erwarten ließen. Dies lässt sich dadurch erklären, dass es eines konkreten Kontextes bedarf, der für die Befragten vorstellbar ist (Informationen über eine anstehende diagnostische MRT-Untersuchung im Gegensatz zum Einsatz von Robotern allgemein). Damit ist auch von einer potenziell hohen Akzeptanz für weitere spezifische Einsatzgebiete von Robotern in der Radiologie auszugehen.

2. Die Handhabbarkeit eines Tablets wurde im Vergleich zu der eines humanoiden Roboters etwas besser eingeschätzt, was vermutlich mit der bereits vorhandenen Vertrautheit mit dem Tablet zusammenhängt. Durch eine häufigere Exposition mit einem humanoiden Roboter kann sich dies in Zukunft jedoch verändern. Aktuell stellt der Roboter keine kosteneffiziente Alternative zum Tablet oder zur Information auf Papier dar.

3. Ein Roboter und ein Tablet-Computer sind beide für die Informationsvermittlung im Kontext einer Information zur MRT gut geeignet.

KLINISCHE RELEVANZ DER STUDIE

- Humanoide Roboter werden in klinisch-radiologischen Situationen von Patienten akzeptiert und können effektiv Informationen vermitteln.
- Damit ist eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten denkbar, da die Interaktions- und Kommunikationsroboter hier bereits implementierbar entwickelt sind.
- Für viele Routinefragen könnte eine Entlastung unter Erhalt einer sprachlichen Interaktion geschaffen werden.
- Die mit zukünftigen Systemen mögliche Entlastung des klinischen Personals könnte für zusätzliche Ressourcen in der persönlichen Beratung genutzt werden.
- Aktuell kann mit einer preisgünstigeren Tablet-Lösung jedoch der gleiche Lerneffekt erreicht werden.

Interessenkonflikt

Die Autorinnen/Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- [1] Bannat A, Gast J, Rehl T et al. A Multimodal Human-Robot-Interaction Scenario: Working Together with an Industrial Robot. *5611* 2009: 303–311. doi:10.1007/978-3-642-02577-8_33
- [2] Cooper M, Keating D, Harwin W et al. Robots in the Classroom – Tools for Accessible Education. In: *Assistive Technology on the Threshold of the New Millennium, Assistive Technology* 1999: 448–452
- [3] Anderson RL, Gartner WB. When Robots and People Work Together. *Robotics* 1985; 1: 69–76. doi:10.1016/S0167-8493(85)90065-8
- [4] Heyer C. Human-Robot Interaction and Future Industrial Robotics Applications; 2010: 4749–4754. doi:10.1109/IROS.2010.5651294
- [5] Moniz A, Krings BJ. Robots Working with Humans or Humans Working with Robots? Searching for Social Dimensions in New Human-Robot Interaction in Industry. *Societies* 2016; 6: 23 doi:10.3390/soc6030023
- [6] Klein B, Graf B, Schlömer IF et al. *Robotik in der Gesundheitswirtschaft. Einsatzfelder und Potenziale*. Heidelberg: medhochzwei; 2018
- [7] Meißner A. Technisierung der professionellen Pflege. Einfluss. Wirkung. Veränderung. In: Hagemann T, Hrsg. *Gestaltung des Sozial- und Gesundheitswesens im Zeitalter von Digitalisierung und technischer Assistenz. Forschung und Entwicklung in der Sozialwirtschaft*. Nomos; 2017: 153–172. doi:10.5771/9783845279435-153
- [8] Boran M. Robot shop assistant Pepper makes US debut (18.12.2018). Im Internet (Stand 18.12.2018 der Artikel ist am 18.8.2016 erschienen): <https://www.irishtimes.com/business/technology/robot-shop-assistant-pepper-makes-us-debut-1.2757113>
- [9] Kattan D. 4 real-life examples of robots in the workplace ... that don't want your job. Im Internet (Stand: 04.11.2018): <https://immense.net/7048-24-real-life-examples-of-robots-in-the-workplace/>
- [10] Arnold D, Wilson T. What doctor? Why AI and robotics will define New Health. Im Internet (Stand: 25.06.2018): <https://www.pwc.com/gx/en/industries/healthcare/publications/ai-robotics-new-health/ai-robotics-new-health.pdf>
- [11] Newsroom Editor. Eurobarometer 2012 Survey on Public Attitudes towards Robots [Report]. Im Internet (Stand: 20.12.2020): <https://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/index.cfm/Survey/getSurveyDetail/yearFrom/1974/yearTo/2012/surveyKy/1044>
- [12] Loffredo D, Tavakkoli A. What are European Union Public Attitudes towards Robots? Im Internet (Stand: 20.12.2020): https://pdfs.semanticscholar.org/b2ea/4ef7f21518f5f30fc0ca526bc3ff2fd6f855.pdf?_ga=2.41434722.1908020248.1579170775-143422030.1547635814
- [13] Broadbent E, Kuo IH, Lee YI et al. Attitudes and Reactions to a Healthcare Robot. *Telemed J E Health* 2010; 16: 608–613. doi:10.1089/tmj.2009.0171
- [14] Thys J. Robot receptionists introduced at hospitals in Belgium (09.11.2018). Im Internet (Stand 9.11.2018 der Artikel ist am 14.6.2016 erschienen): <https://www.theguardian.com/technology/2016/jun/14/robot-receptionists-hospitals-belgium-pepper-humanoid>
- [15] Alemi M, Ghanbarzadeh A, Meghdari A et al. Clinical Application of a Humanoid Robot in Pediatric Cancer Interventions. *Int J of Soc Robotics* 2016; 8: 743–759. doi:10.1007/s12369-015-0294-y
- [16] Coeckelbergh M, Pop C, Simut R et al. A Survey of Expectations About the Role of Robots in Robot-Assisted Therapy for Children with ASD: Ethical Acceptability, Trust, Sociability, Appearance, and Attachment. *Sci Eng Ethics* 2016; 22: 47–65. doi:10.1007/s11948-015-9649-x
- [17] Blanson Henkemans OA, Bierman BPB, Janssen J et al. Using a robot to personalise health education for children with diabetes type 1: a pilot study. *Patient Educ Couns* 2013; 92: 174–181. doi:10.1016/j.pec.2013.04.012
- [18] Al-Tae MA, Kapoor R, Garrett C et al. Acceptability of Robot Assistant in Management of Type 1 Diabetes in Children. *Diabetes Technol Ther* 2016; 18: 551–554. doi:10.1089/dia.2015.0428
- [19] Raatschen H, Alikhani B, Grosser A et al. Erste Erfahrungen mit einer digitalen Patientenaufklärung im klinischen Alltag. *Fortschr Röntgenstr* 2017; 189: S1–S124. doi:10.1055/s-0037-1600183
- [20] Schlechtweg PM, Hammon M, Giese D et al. iPad-based patient briefing for radiological examinations—a clinical trial. *J Digit Imaging* 2014; 27: 479–485. doi:10.1007/s10278-014-9688-x
- [21] Brooke J. SUS: a 'quick and dirty' usability scale. In: Jordan PW, Thomas B, Weerdmeester BA, et al, Hrsg. *Usability Evaluation in Industry*. Taylor & Francis; 1996: 189–194
- [22] Brooke J. SUS: A Retrospective. *Journal of Usability Studies* 2013; 8: 29–40
- [23] Bangor A, Kortum P, Miller J. Determining What Individual SUS Scores Mean. Adding an Adjective Rating Scale. *Journal of Usability Studies* 2009; 4: 114–123
- [24] Demir KA, Caymaz E, Elçi M. Issues in Integrating Robots into Organizations. 2017
- [25] Demir KA. Research Questions in Roboethics. *Mugla Journal of Science and Technology* 2017: 160–165. doi:10.22531/muglajsci.359648
- [26] Borgi M, Cogliati-Dezza I, Brelsford V et al. Baby schema in human and animal faces induces cuteness perception and gaze allocation in children. *Front Psychol* 2014; 5: 411 doi:10.3389/fpsyg.2014.00411
- [27] Luo LZ, Li H, Lee K. Are children's faces really more appealing than those of adults? Testing the baby schema hypothesis beyond infancy. *J Exp Child Psychol* 2011; 110: 115–124. doi:10.1016/j.jecp.2011.04.002
- [28] Charness N, Boot WR. Aging and Information Technology Use. *Curr Dir Psychol Sci* 2009; 18: 253–258. doi:10.1111/j.1467-8721.2009.01647.x
- [29] Ellis D, Allaire JC. Modeling Computer Interest in Older Adults: the Role of Age, Education, Computer Knowledge, and Computer Anxiety. *Hum Factors* 1999; 41: 345–355. doi:10.1518/001872099779610996