

UNIVERSITÄTSKLINIKUM HAMBURG-EPPENDORF

Klinik und Poliklinik für Gefäßmedizin

Prof. Dr. E. Sebastian Debus

**Distribution of Mobile Health Applications amongst Patients with
Symptomatic Peripheral Arterial Disease in Germany: A Cross-
Sectional Survey Study**

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

vorgelegt von:

Kastriot Alushi
aus Vlore, Albanien

Hamburg 2022

(wird von der Medizinischen Fakultät ausgefüllt)

**Angenommen von der
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg am: 28.08.2023**

**Veröffentlicht mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.**

Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende: Prof. Dr. Matthias Augustin

**Prüfungsausschuss, zweite/r Gutachter/in: PD Dr. Christian Alexander
Behrendt**

Inhaltsverzeichnis

<i>I. ORIGINALPUBLIKATION</i>	<i>4</i>
<i>II. DARSTELLUNG DER PUBLIKATION</i>	<i>15</i>
<i>III. ZUSAMMENFASSUNG</i>	<i>25</i>
<i>IV. ERKLÄRUNG DES EIGENANTEILS AN DER PUBLIKATION</i>	<i>27</i>
<i>V. DANKSAGUNG</i>	<i>28</i>
<i>VI. LEBENSLAUF</i>	<i>29</i>
<i>VII. EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG</i>	<i>30</i>



Article

Distribution of Mobile Health Applications amongst Patients with Symptomatic Peripheral Arterial Disease in Germany: A Cross-Sectional Survey Study

Kastriot Alushi ¹, Irene Hinterseher ^{2,3}, Frederik Peters ¹, Ulrich Rother ⁴, Moritz S. Bischoff ⁵, Spyridon Mylonas ⁶, Eberhard Grambow ⁷, Alexander Gombert ⁸, Albert Busch ⁹, Daphne Gray ¹⁰, Nikolaos Konstantinou ¹¹, Konstantinos Stavroulakis ¹¹, Marco Horn ¹², Hartmut Görtz ¹³, Christian Uhl ⁵, Hannes Federrath ¹⁴, Hans-Heinrich Trute ¹⁵, Thea Kreutzburg ¹ and Christian-Alexander Behrendt ^{1,*}



Citation: Alushi, K.; Hinterseher, I.; Peters, F.; Rother, U.; Bischoff, M.S.; Mylonas, S.; Grambow, E.; Gombert, A.; Busch, A.; Gray, D.; et al. Distribution of Mobile Health Applications amongst Patients with Symptomatic Peripheral Arterial Disease in Germany: A Cross-Sectional Survey Study. *J. Clin. Med.* **2022**, *11*, 498. <https://doi.org/10.3390/jcm11030498>

Academic Editors: Mahboob Alam and Vanessa Bianconi

Received: 10 December 2021

Accepted: 18 January 2022

Published: 19 January 2022

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2022 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

- ¹ Research Group GermanVasc, Department of Vascular Medicine, University Heart and Vascular Centre UKE Hamburg, University Medical Centre Hamburg-Eppendorf, 20246 Hamburg, Germany; k.alushi@uke.de (K.A.); f.peters@uke.de (F.P.); t.kreutzburg@uke.de (T.K.)
- ² Berlin Institute of Health, Vascular Surgery Clinic, Charité-Universitätsmedizin Berlin, Freie Universität Berlin and Humboldt-Universität zu Berlin, 10117 Berlin, Germany; irene.hinterseher@mhb-fontane.de
- ³ Brandenburg Medical School Theodor Fontane, 16816 Neuruppin, Germany
- ⁴ Department of Vascular Surgery, University Medical Center Erlangen, 91054 Erlangen, Germany; ulrich.rother@uk-erlangen.de
- ⁵ Department of Vascular and Endovascular Surgery, University Hospital Heidelberg, 69120 Heidelberg, Germany; moritz.bischoff@med.uni-heidelberg.de (M.S.B.); christian.uhl@med.uni-heidelberg.de (C.U.)
- ⁶ Department of Vascular and Endovascular Surgery, Medical Faculty, University of Cologne, 50937 Cologne, Germany; spyridon.mylonas@uk-koeln.de
- ⁷ Department of General, Visceral, Thoracic, Vascular and Transplantation Surgery, Rostock University Medical Center, 18057 Rostock, Germany; eberhard.grambow@med.uni-rostock.de
- ⁸ European Vascular Center Aachen Maastricht, Department of Vascular Surgery University Hospital RWTH Aachen, 52074 Aachen, Germany; agombert@ukaachen.de
- ⁹ Division of Vascular and Endovascular Surgery, Department of Visceral, Thoracic and Vascular Surgery, Medical Faculty Carl Gustav Carus, University Hospital Carl Gustav Carus Dresden, Technische Universität Dresden, 01307 Dresden, Germany; albert.busch@uniklinikum-dresden.de
- ¹⁰ Department of Vascular and Endovascular Surgery, Goethe University Hospital, 60590 Frankfurt, Germany; daphne.gray@kgu.de
- ¹¹ Department of Vascular Surgery, Ludwig Maximilians University Hospital, 80539 Munich, Germany; nikolaos.konstantinou@med.uni-muenchen.de (N.K.); konstantinos.stavroulakis@med.uni-muenchen.de (K.S.)
- ¹² Division of Vascular and Endovascular Surgery, Department of Surgery, University Medical Center Schleswig-Holstein, 24105 Kiel, Germany; marco.horn@uksh.de
- ¹³ Department of Vascular and Endovascular Surgery, Bonifatius Hospital Lingen, 49808 Lingen, Germany; hartmut@goertz-lingen.de
- ¹⁴ Working Group Security in Distributed Systems at University of Hamburg, Department of Computer Science, University of Hamburg, 22527 Hamburg, Germany; federrath@informatik.uni-hamburg.de
- ¹⁵ Faculty of Law, University of Hamburg, 20148 Hamburg, Germany; hans-heinrich.trute@uni-hamburg.de
- * Correspondence: behrendt@hamburg.de

Abstract: Background: Broadly available digital and mobile health applications (also known as mHealth) have recently gained increasing attention by the vascular community, but very little is known about the dissemination and acceptance of such technologies in certain target populations. The current study aimed to determine the user behaviour and acceptance of such digital technologies amongst patients with peripheral arterial disease (PAD). Methods: A cross-sectional survey of consecutively treated inpatients at 12 university institutions, as well as one non-university institution, was conducted. All admitted patients with symptomatic PAD were surveyed for 30 consecutive days within a flexible timeframe between 1 July and 30 September 2021. The factors associated with smartphone use were estimated via backward selection within a logistic regression model with clustered standard errors. Results: A total of 326 patients participated (response rate 96.3%), thereof 102 (34.0%) were treated for intermittent claudication (IC, 29.2% women, 70 years in median) and

198 were treated for chronic limb-threatening ischaemia (CLTI, 29.5% women, 70 years in median). Amongst all of the patients, 46.6% stated that they had not changed their lifestyle and health behaviour since the index diagnosis (four years in median), and 33.1% responded that they were not aware of the reasons for all of their medication orders. Amongst all those surveyed, 66.8% owned a smartphone (IC: 70.6%, CLTI: 64.1%), thereof 27.9% needed regular user support. While 42.5% used smartphone apps, only 15.0% used mobile health applications, and 19.0% owned wearables. One out of five patients agreed that such technologies could help to improve their healthy lifestyle. Only higher age was inversely associated with smartphone possession. Conclusions: The current survey showed that smartphones are prevalent amongst patients with peripheral arterial disease, but only a small proportion used mobile health applications and a considerable number of patients needed regular user support. Almost half of the patients did not change their lifestyle and one third were not aware of the reasons for their medication orders, emphasising room for improvement. These findings can further help to guide future projects using such applications to identify those target populations that are reachable with digital interventions.

Keywords: wearable electronic devices; smartphone; peripheral arterial disease

1. Introduction

With more than 230 million patients, peripheral arterial disease (PAD) remains a major public health concern worldwide, owing to limb loss, mortality, and economic burden [1,2]. The data derived from large real-world registries suggest that long-term outcomes are devastating due to five-year amputation and death rates of 13–50% in patients with intermittent claudication (IC), and 50–90% with chronic limb-threatening ischaemia (CLTI) [3,4]. During a ten-year follow up after the index treatment for PAD, more than 7% of men and 4% of women were diagnosed with incident lung cancer [5]. Against this backdrop, it appears striking that even in high-volume quality improvement registries, the recent prevalence of active smoking as a common modifiable risk factor was reported by more than 44% of the patients [6]. Furthermore, even though all of the practice guidelines recommend an optimal pharmacological treatment on the grounds of high-level comparative effectiveness evidence [7–9], the prescription rates of statins remained considerably low in numerous international cohorts [10–12]. Other important pillars of best medical therapy, such as nutrition, were either not comprehensively covered by most valid guidelines or were prone to show low adherence rates in everyday practice [13]. This gap between the evidence-based guideline recommendations and the adherence to life- and limb-saving therapies for PAD patients may be bridged by new ways of patient-centred counselling and education. In 2013, a review of smartphone apps relating to major vascular disease documented the availability of 49 vascular-themed apps [14]. More recently, based on the novel concept of gamification, the Society for Vascular Surgery (SVS) piloted a mobile app for supervised exercise therapy as first line therapy for PAD patients [15]. The central question remains of how we can interact with the patient and subsequently improve the underlying health behaviour and modifiable-risk profile. Amongst others, supporting intrinsic motivators, as well as innovative concepts, such as “teachable moment” and “nudging behaviour”, may help with that important task [16,17]. Unfortunately, many previous efforts dissatisfied in terms of efficacy, cost effectiveness, and scalability [18–20]. Recently, the potential of broadly available digital health and mobile applications (also known as mHealth) have gained more attention by the cardiovascular community [21]. Those digital technologies, including mobile apps, wearables, and telehealth solutions, play an important role in healthcare delivery, patient-reported outcome research, and quality improvement in several cardiovascular diseases [22–26]. Due to the challenges related to the ongoing pandemic, the subsequent rise in the acceptance and adoption of digital technologies in all areas of life opened a unique window of opportunity for developing suitable health-based solutions in the coming years. However, the distribution of digital

technologies amongst this considerably old and frail target population remains largely unknown beyond comparable age groups. In the current study, by using a survey approach, we aimed to determine the spread of smartphones and mobile health applications, as well as user behaviour in terms of healthcare education, amongst patients with PAD. Specifically, we aimed at quantifying the subgroup of PAD patients potentially amenable for digital interventions and at identifying factors associated with smartphone use.

2. Materials and Methods

This was a cross-sectional survey study of all suitable consecutively treated adult patients with inpatient treatment for either IC or CLTI, treated at the twelve participating university medical centres and one non-university institution in Germany. The study centres pledged to include all incomers without selection by the treating physician. Patients with severe dementia and patients who were not able to understand the questionnaire due to language barriers were excluded. Drawing on the experience from earlier survey-based registry studies and a preliminary acceptance test at two university institutions (Hamburg, Heidelberg), a pragmatic one-page questionnaire was developed so that the target group could be reached with a high response rate (Supplementary Table S1). The utilised questionnaire consisted of 15 items in 3 sections. Variables included gender identity (men, women, diverse), age in years, time in years since first PAD diagnosis, disease stage (CLTI vs. IC), highest educational degree (prefer not to say, no associate degree, final apprenticeship examination, technical college degree, diploma, bachelor's degree or similar, master's degree or similar, promotion/thesis), living area (rural, urban, intermediate), preferred sources of health education (television, newspaper, internet, radio, other), the patient changed health behaviour since first PAD diagnosis (yes, no), the patient owns a smartphone (yes, no), the patient uses mobile applications ("apps") (yes, no), the patient uses mobile health applications (yes, no), the patient needs regular user support to use the smartphone (yes, no), the patient owns a wearable (yes, no), patients' agreement that mobile health applications and other digital technologies that observe and process health behaviour may help them to live healthier (yes, no, maybe), the patient knows the reason for all medication orders (yes, no, maybe) (Supplementary Table S1).

For minimising interviewer bias, a German language study protocol was written a priori and circulated with the study invitation amongst all centres (available from the authors upon request). We applied clustered consecutive sampling in the 13 vascular surgery facilities in Germany to account for regional disparities.

German study centres in Aachen, Berlin, Dresden, Erlangen, Frankfurt, Hamburg, Heidelberg, Cologne, Lübeck, Munich, Rostock, Lingen, and Neuruppin were invited to survey all patients within a timeframe of 30 days with flexible start and end dates between 1 July and 30 September 2021 (3 months). The paper-based survey was conducted either by a trained study nurse or the local site principal investigator during the admission day, before the index treatment. We adhered to the Consensus-Based Checklist for Reporting of Survey Studies (CROSS) for reporting the study results [27].

2.1. Ethical Considerations

Due to the anonymized nature of the deidentified study data, no ethical approval was necessary.

2.2. Statistical Analysis

The survey data was collected on a paper base and subsequently digitalised by the first author in the coordinating centre (Hamburg, Germany). We summarized the baseline characteristics of the patients with medians and interquartile ranges (IQR) for age and with percentages and a 95% confidence interval (CI) for categorical variables. Missing data (ranging between 16% for time since PAD diagnosis and 0% for highest education level, Table 1) were handled by pairwise exclusion (Table 1). For assessing the selectivity of our sample, we compared the study characteristics with data collected in a tertiary

non-university centre (Lingen, Germany) and an outpatient facility (Hamburg, Germany) using the same selection criteria (Supplementary Table S2). Odds ratios (OR) are presented with a 95% CI. To address the impact of certain variables on the odds of using a smartphone, multivariable logistic regression models were developed, including the following variables in a stepwise backward elimination (Wald) of variables: higher age (in years), female sex (vs. male sex), no educational degree, urban living area (vs. rural or intermediate), chronic limb-threatening ischaemia (vs. intermittent claudication). To account for clustering in the data (by centre), we applied the complex samples regression module in SPSS (IBM Corporation, New York, NY, USA). Data processing was performed with SPSS version 25.

Table 1. Baseline characteristics of the entire cohort ($n = 326$ patients) and stratified by smartphone use. PAD: Peripheral Arterial Disease. N/A: Not applicable/available.

	Total Cohort	Smartphone Yes	Smartphone No
Number of patients, n/N (%)	326/326 (100.0)	215/322 (66.8)	107/322 (33.2)
Female sex, n/N (%)	92/314 (29.3)	63/211 (29.9)	27/99 (27.3)
Median age, years (interquartile range), n	70 (62–78), 322	67 (60–74), 212	78 (70–84), 106
Chronic limb-threatening ischaemia, n/N (%)	198/300 (66.0)	127/199 (63.8)	69/99 (69.7)
Does not know the reason for all medication orders, n/N (%)	105/317 (33.1)	53/211 (25.1)	52/105 (49.5)
Median time since first PAD diagnosis, years (interquartile range), n	4 (1.5–10) $n = 274$	4 (1.5–8) $n = 186$	3.75 (1–10) $n = 88$
Lifestyle not changed since first PAD diagnosis, n/N (%)	146/313 (46.6)	77/208 (37.0)	69/104 (66.3)
Highest education level, n/N (%)			
Prefer not to say	38/326 (11.7)	19/215 (8.8)	15/107 (14.0)
No associate degree	37/326 (11.3)	22/215 (10.2)	15/107 (14.0)
Final apprenticeship examination	175/326 (53.7)	112/215 (52.1)	63/107 (58.9)
Technical college degree	31/326 (9.5)	26/215 (12.1)	5/107 (4.7)
Diploma	28/326 (8.6)	21/215 (9.8)	7/107 (6.5)
Bachelor's degree or similar	4/326 (1.2)	3/215 (1.4)	1/107 (0.9)
Master's degree or similar	11/326 (3.4)	10/215 (4.7)	1/107 (0.9)
Promotion	2/326 (0.6)	2/215 (0.9)	0/107 (0)
Living region, n/N (%)			
Rural	101/300 (33.7)	65/215 (32.3)	36/107 (36.7)
Intermediate	42/300 (14.0)	29/215 (14.4)	13/107 (13.3)
Urban	156/300 (52.3)	107/215 (53.2)	49/107 (50.0)
Preferred source of health-related information (multi-choice), n/N (%)			
Television	40/326 (12.3)	20/215 (9.3)	19/107 (17.8)
Internet	26/326 (8.0)	24/215 (11.2)	2/107 (1.9)
Radio	5/326 (1.5)	2/215 (0.9)	3/107 (2.8)
Newspaper	14/326 (4.3)	5/215 (2.3)	9/107 (8.4)
Other	27/326 (8.3)	18/215 (8.4)	9/107 (8.4)
Mobile application use, n/N (%)	135/318 (42.5)	134/213 (62.9)	N/A
Mobile health application use, n/N (%)	48/319 (15.0)	47/213 (22.1)	N/A
Needs regular user support to use smartphone, n/N (%)	86/319 (27.0)	60/215 (27.9)	N/A
Wearables, n/N (%)	61/321 (19.0)	57/213 (26.8)	4/107 (3.7)
Agreement that mobile health applications can affect lifestyle positively, n/N (%)			
Yes	65/316 (20.6)	56/209 (26.8)	8/106 (7.5)
No	154/316 (48.7)	79/209 (37.8)	75/106 (70.8)
Maybe	97/316 (30.7)	74/209 (35.4)	23/106 (21.7)

2.3. Data Sharing Statement

The data that support the findings of this study are available from the corresponding author, C.-A.B., upon reasonable request.

3. Results

Between 1 July and 30 September 2021, a total of 13 participating study centres submitted 326 completed surveys from individual patients, thereof 102 (34.0%) were treated for IC (29.2% women, 70 years in the median, IQR 62–78) and 198 were treated for CLTI (29.5% women, 70 years in the median, IQR 62–79) (Table 1).

The baseline characteristics of the entire cohort and by smartphone use are presented in Table 1. Less than 5% ($n = 12$) of the eligible patients declined participation, resulting in a response rate of 96.3%. In terms of the highest education level, 53.7% had finished their apprenticeship, while 11.3% stated that they had no educational achievement. Most of the patients came from an urban (52.3%) or rural living area (33.7%).

When being asked about the preferred source of health-related information (multi-choice), most of the patients selected television (12.3%), followed by internet (8.0%), and newspapers (4.3%). A total of 146 patients (46.6%) stated that they had not changed their lifestyle and health behaviour since they were first diagnosed with PAD (four years in median, IQR 1.5–10). A total of 105 patients (33.1%) responded that they were not aware of the specific reasons for all of their medication orders.

3.1. Overall Smartphone Use

Amongst all of the surveyed patients, 66.8% owned a smartphone and thereof 27.9% needed regular user or application support to use the smartphone.

3.2. Differences by Clinical Disease Stage

As compared with CLTI, the patients treated for IC more frequently owned a smartphone (70.6% vs. 64.8%), less often needed regular user support to use the smartphone (23.8% vs. 29.0%), more often used mobile applications (52.5% vs. 39.1%), and mobile health applications (15.7% vs. 15.1%), as well as wearables (28.4% vs. 13.9%). While 27.7% of the patients with IC estimated that digital or mobile health applications could help to improve their modifiable-risk profile and health behaviour, the approval was only 18.1% amongst the patients with CLTI.

3.3. Differences by Educational Status

The proportion of patients who owned a smartphone was the lowest in the group without educational achievement (59.5%), followed by apprenticeship (64.0%). The lowest prevalence of mobile health application use was observed in the patients without educational achievement (19.0%), followed by the patients who finished an apprenticeship (15.3%) (results not shown in tables).

3.4. Factors Associated with Smartphone Use

In the multivariate analysis, only higher age was associated with lower odds of owning a smartphone. There was no significant difference in smartphone prevalence observed between men and women (Table 2).

Table 2. Variables associated with smartphone use in $n = 267$ (of 326) patients included in this cross-sectional survey study. The model was weighted to account for clustering by centres and adjusted for higher age, female sex, chronic limb-threatening ischaemia, urban living area, and no educational degree.

	Odds Ratio	95% Confidence Interval	p-Value
Higher age (increase by one year)	0.89	0.86–0.92	<0.001
Female sex (vs. male sex)	1.81	0.92–3.56	0.081
No educational degree	0.70	0.24–2.05	0.480
Urban living area	0.83	0.45–1.53	0.522
Chronic limb-threatening ischaemia (vs. intermittent claudication)	0.86	0.40–1.82	0.659

3.5. Sensitivity Analyses and Generalisability

In the sensitivity analyses, the confidence intervals of the baseline characteristics between the university institutions vs. the non-academic medical centre vs. the outpatient facility were overlapping (Supplementary Table S2).

4. Discussion

In this survey of 326 patients who were consecutively treated at the 13 vascular centres in Germany, approximately two out of three owned a smartphone. The smartphone users were younger and were more often women, better educated, more often lived in urban living areas, and suffered from IC.

Interestingly, almost one third of the smartphone owners needed regular user or application support, and only a small proportion of the patients used mobile health applications, while television, followed by the internet, were the most used sources to gather health-related information. Less than 30% of the patients with IC, and 20% with CLTI, believed that such applications may help them to ameliorate their modifiable-risk profile and health behaviour. Strikingly, one out of three patients in this high-volume quality improvement collaboration responded that they did not know the reasons for all of their medication orders, emphasising a missed opportunity to improve drug adherence.

These findings, along with a commonly known healthy user bias in previous clinical trials on PAD, emphasise that the utilisation of mobile health applications and other digital technologies in both clinical care and research may miss an underprivileged subpopulation.

The utilisation of wearables and mobile health technologies in clinical trials on supervised exercise has previously demonstrated satisfying results in patients with PAD [28]. In addition, an increasing number of mobile health applications for commonly used smartphone platforms has been introduced to the market [25], but their area of the application remains limited to basic education and follow-up [29,30], wound documentation or telecare for surgical site infection [31], as well as activity tracking [32]. To date, there is neither a broad consensus on the scope of the educational content nor how it should be presented to the target audience.

As of 2020, only 5% of the European Union inhabitants between 16 and 74 years used so-called smart health devices that monitor blood pressure, blood glucose, or body weight. Approximately 19% used wearables, such as smartwatches or fitness bracelets. Meanwhile, the proportion of German inhabitants aged 70 years or above using smartphones was 52.1% (source: Eurostat Online Database, accessed on 1 October 2021). Against this backdrop, the results of the current survey appear surprising, since 71% of patients with IC, and 65% with CLTI declared that they owned a smartphone, which is a slightly higher proportion than in the age-matched populations. While the prevalence of wearables was higher in the patients with IC (28%), fewer patients owned wearables in the CLTI group (13%).

The utilisation of mobile health applications in vascular care may offer interesting opportunities to interact with a markedly vulnerable target population, but we must

consider that, those who are under high risk (e.g., the elderly males with low educational level), may not be reached by digital technologies. Thus, providers should adapt a patient-based approach to such digital technologies, as with other more traditional interventions and treatments, where risk scores were used to identify suitable target groups. It should be also emphasised that mobile health applications could complement the physician–patient interaction, which was frequently accused of being insufficient, especially beyond discharge from the hospitals. Most recently, the Society for Vascular Surgery (SVS) launched the SVS interactive practice guideline app, which primarily addressed vascular physicians but also vascular patients. This common approach to combine content for experts, as well as patients and their relatives, may improve a broader spread of mobile health applications in the care of vascular disease. Our findings may be a motivation for healthcare providers in Germany and beyond to strengthen their efforts in implementing such technologies to be used by the elderly. Furthermore, the survey results emphasised that there may be a great chance to reach those patients who had not changed their lifestyle and were not sufficiently informed about the importance of the best medical treatment to improve their long-term outcomes. By improving the awareness and providing access to the appropriate digital applications with evidence-based lifestyle advice, the generally low acceptance may change over time.

In a next step, we will use the current study findings to design a prospective interventional study that aims to determine the potential benefits of such digital technologies to improve the adherence to best medical treatment and the corresponding outcomes in the longer term.

The current study has several strengths but also limitations. Firstly, our study was designed as a survey study to gather complete responses from a target population known to decline comprehensive questionnaires. In the prospective GermanVasc cohort study (NCT03098290), only 73% of the patients who were enrolled during the index treatment completed the questionnaire on patient-reported outcomes, and only 21% accepted to complete the questionnaire at the 12 months follow-up. One of the most frequently documented reasons was that the questionnaires were too complicated [6]. Hence, we pre-tested different versions of the paper-based survey in two institutions and decided to use a one-page questionnaire to reach the highest response rate. Secondly, while numerous centres of different care levels are involved in the treatment of this target population, only university institutions were invited to participate in the current study for practical reasons. In order to assure a complete and valid survey amongst all inpatients, certain infrastructural specifications are necessary, which makes it more likely that university institutions match all assumptions. Consequently, our results are likely more generalizable for the typical patient population in high-volume centres, e.g., a higher share of men and CLTI patients. In order to quantify the possible selection bias, we compared the results with a non-university centre and another outpatient population, overall, not suggesting any fundamental differences amongst the patient characteristics. Lastly, there are likely numerous confounders and comorbidities associated with smartphone use that have not been addressed appropriately in the current survey study. In a future study, the relevant obstacles for smartphone use in the subgroups should be addressed in order to increase the dissemination of digital technologies used in health care.

5. Conclusions

The current survey showed that smartphones are prevalent amongst patients with peripheral arterial disease, but only a small proportion used mobile health applications and a considerable number of the patients needed regular user support. Almost half of the patients had not changed their lifestyle and one third were not aware of the reasons for their pharmaceutical prescriptions, emphasising room for improvement. These findings can further help to guide future projects using such technologies to identify those target populations that are reachable with digital interventions.

Supplementary Materials: The following supporting information can be downloaded at: <https://www.mdpi.com/article/10.3390/jcm11030498/s1>. Supplementary Table S1: Survey items and answering options, Supplementary Table S2: Comparison of baseline characteristics between 12 university institutions, one non-academic institution, and an outpatient cohort. CI: Confidence interval. OPT: Optimal pharmacological treatment.

Author Contributions: Conceptualization, M.S.B. and C.-A.B.; Data curation, K.A., I.H., U.R., M.S.B., S.M., E.G., A.G., A.B., D.G., N.K., K.S., M.H., H.G., C.U. and C.-A.B.; Formal analysis, C.-A.B.; Funding acquisition, C.-A.B.; Investigation, C.-A.B.; Methodology, F.P. and C.-A.B.; Project administration, C.-A.B.; Supervision, C.-A.B.; Writing—original draft, K.S., F.P., E.G. and C.-A.B.; Writing—review & editing, I.H., F.P., U.R., M.S.B., S.M., A.G., A.B., D.G., N.K., K.S., M.H., H.G., C.U., H.F., H.-H.T., T.K. and C.-A.B. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research was funded by the German Federal Joint Committee, grant number 01VSF18035.

Institutional Review Board Statement: Ethical review and approval were waived for this study, due to the anonymized nature of the deidentified study data.

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

Data Availability Statement: The data that support the findings of this study are available from the corresponding author, C.-A.B., upon reasonable request.

Acknowledgments: The authors appreciate the support of the German Society for Vascular Surgery and Vascular Medicine (DGG) and the Scientific Committee for Peripheral Arterial Disease and Diabetic Foot Syndrome.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. Fowkes, F.G.; Rudan, D.; Rudan, I.; Aboyans, V.; Denenberg, J.O.; McDermott, M.M.; Norman, P.E.; Sampson, U.K.; Williams, L.J.; Mensah, G.A.; et al. Comparison of global estimates of prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2000 and 2010: A systematic review and analysis. *Lancet* **2013**, *382*, 1329–1340. [CrossRef]
2. Song, P.; Rudan, D.; Zhu, Y.; Fowkes, F.J.L.; Rahimi, K.; Fowkes, F.G.R.; Rudan, I. Global, regional, and national prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2015: An updated systematic review and analysis. *Lancet Glob. Health* **2019**, *7*, e1020–e1030. [CrossRef]
3. Baubeta Fridh, E.; Andersson, M.; Thuresson, M.; Sigvant, B.; Kragsteman, B.; Johansson, S.; Hasvold, P.; Falkenberg, M.; Nordandstig, J. Amputation Rates, Mortality, and Pre-operative Comorbidities in Patients Revascularised for Intermittent Claudication or Critical Limb Ischaemia: A Population Based Study. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* **2017**, *54*, 480–486. [CrossRef]
4. Kreutzburg, T.; Peters, F.; Kuchenbecker, J.; Marschall, U.; Lee, R.; Kriston, L.; Debus, E.S.; Behrendt, C.A. Editor's Choice—The GermanVasc Score: A Pragmatic Risk Score Predicts Five Year Amputation Free Survival in Patients with Peripheral Arterial Occlusive Disease. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* **2021**, *61*, 248–256. [CrossRef] [PubMed]
5. Kaschwich, M.; Peters, F.; Hischke, S.; Rieß, H.C.; Gansel, M.; Marschall, U.; L'Hoest, H.; Heidemann, F.; Debus, E.S.; Acar, L.; et al. Long-term incidence of cancer after index treatment for symptomatic peripheral arterial disease—A health insurance claims data analysis. *VASA Z. Gefasskrankh.* **2020**, *49*, 493–499. [CrossRef]
6. Kotov, A.; Peters, F.; Debus, E.S.; Zeller, T.; Heider, P.; Stavroulakis, K.; Remig, J.; Gussmann, A.; Hoffmann, J.; Friedrich, O.; et al. The prospective GermanVasc cohort study. *VASA Z. Gefasskrankh.* **2021**, *50*, 446–452. [CrossRef] [PubMed]
7. Conte, M.S.; Bradbury, A.W.; Kolh, P.; White, J.V.; Dick, F.; Fitridge, R.; Mills, J.L.; Ricco, J.B.; Suresh, K.R.; Murad, M.H.; et al. Global vascular guidelines on the management of chronic limb-threatening ischemia. *J. Vasc. Surg.* **2019**, *69*, 3S–12S.e40. [CrossRef]
8. Aboyans, V.; Ricco, J.B.; Bartelink, M.E.L.; Bjorck, M.; Brodmann, M.; Cohnert, T.; Collet, J.P.; Czerny, M.; De Carlo, M.; Debus, S.; et al. Editor's Choice—2017 ESC Guidelines on the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases, in collaboration with the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* **2018**, *55*, 305–368. [CrossRef] [PubMed]
9. Gerhard-Herman, M.D.; Gornik, H.L.; Barrett, C.; Barshes, N.R.; Corriere, M.A.; Drachman, D.E.; Fleisher, L.A.; Fowkes, F.G.; Hamburg, N.M.; Kinlay, S.; et al. 2016 AHA/ACC Guideline on the Management of Patients With Lower Extremity Peripheral Artery Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *J. Am. Coll. Cardiol.* **2017**, *69*, e71–e126. [CrossRef] [PubMed]
10. Peters, F.; Kreutzburg, T.; Riess, H.C.; Heidemann, F.; Marschall, U.; L'Hoest, H.; Debus, E.S.; Sedrakyan, A.; Behrendt, C.A. Editor's Choice—Optimal Pharmacological Treatment of Symptomatic Peripheral Arterial Occlusive Disease and Evidence of Female Patient Disadvantage: An Analysis of Health Insurance Claims Data. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* **2020**, *60*, 421–429. [CrossRef]

11. Pastori, D.; Farcomeni, A.; Milanese, A.; Del Sole, F.; Menichelli, D.; Hiatt, W.R.; Violi, F. Statins and Major Adverse Limb Events in Patients with Peripheral Artery Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Thromb. Haemost.* **2020**, *120*, 866–875. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
12. Kokkinidis, D.G.; Arfaras-Melainis, A.; Giannopoulos, S.; Katsaros, I.; Jawaid, O.; Jonnalagadda, A.K.; Parikh, S.A.; Secemsky, E.A.; Giri, J.; Kumbhani, D.J.; et al. Statin therapy for reduction of cardiovascular and limb-related events in critical limb ischemia: A systematic review and meta-analysis. *Vasc. Med.* **2020**, *25*, 106–117. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
13. Harwood, A.E.; Smith, G.E.; Cayton, T.; Broadbent, E.; Chetter, I.C. A Systematic Review of the Uptake and Adherence Rates to Supervised Exercise Programs in Patients with Intermittent Claudication. *Ann. Vasc. Surg.* **2016**, *34*, 280–289. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
14. Carter, T.; O'Neill, S.; Johns, N.; Brady, R.R. Contemporary vascular smartphone medical applications. *Ann. Vasc. Surg.* **2013**, *27*, 804–809. [\[CrossRef\]](#)
15. Sardi, L.; Idri, A.; Fernández-Alemán, J.L. A systematic review of gamification in e-Health. *J. Biomed. Inform.* **2017**, *71*, 31–48. [\[CrossRef\]](#)
16. Weinberg, I.; Dicks, A. A Step Closer to Optimal Medical Therapy in Peripheral Artery Disease. *JACC Cardiovasc. Interv.* **2020**, *13*, 2919–2921. [\[CrossRef\]](#)
17. Sunstein, C.R. Nudging smokers. *N. Engl. J. Med.* **2015**, *372*, 2150–2151. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
18. Berger, J.S.; Ladapo, J.A. Underuse of Prevention and Lifestyle Counseling in Patients with Peripheral Artery Disease. *J. Am. Coll. Cardiol.* **2017**, *69*, 2293–2300. [\[CrossRef\]](#)
19. Hiramoto, J.S.; Teraa, M.; de Borst, G.J.; Conte, M.S. Interventions for lower extremity peripheral artery disease. *Nat. Rev. Cardiol.* **2018**, *15*, 332–350. [\[CrossRef\]](#)
20. McDermott, M.M. Exercise Rehabilitation for Peripheral Artery Disease: A Review. *J. Cardiopulm. Rehabil. Prev.* **2018**, *38*, 63–69. [\[CrossRef\]](#)
21. Abaza, H.; Marscholke, M. mHealth Application Areas and Technology Combinations. A Comparison of Literature from High and Low/Middle Income Countries. *Methods Inf. Med.* **2017**, *56*, e105–e122.
22. Farwati, M.; Riaz, H.; Tang, W.H.W. Digital Health Applications in Heart Failure: A Critical Appraisal of Literature. *Curr. Treat Options Cardiovasc. Med.* **2021**, *23*, 12. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
23. Golledge, J.; Fernando, M.; Lazzarini, P.; Najafi, B.; GArmstrong, D. The Potential Role of Sensors, Wearables and Telehealth in the Remote Management of Diabetes-Related Foot Disease. *Sensors* **2020**, *20*, 4527. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
24. Najafi, B.; Mishra, R. Harnessing Digital Health Technologies to Remotely Manage Diabetic Foot Syndrome: A Narrative Review. *Medicina* **2021**, *57*, 377. [\[CrossRef\]](#)
25. Nugteren, M.J.; Catarinella, F.S.; Koning, O.H.J.; Hinnen, J.W. Mobile applications in peripheral arterial disease (PAD): A review and introduction of a new innovative telemonitoring application: JbZetje. *Expert Rev. Med. Devices* **2021**, *18*, 581–586. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
26. DeVore, A.D.; Wosik, J.; Hernandez, A.F. The Future of Wearables in Heart Failure Patients. *JACC Heart Fail.* **2019**, *7*, 922–932. [\[CrossRef\]](#)
27. Sharma, A.; Minh Duc, N.T.; Luu Lam Thang, T.; Nam, N.H.; Ng, S.J.; Abbas, K.S.; Huy, N.T.; Marušić, A.; Paul, C.L.; Kwok, J.; et al. A Consensus-Based Checklist for Reporting of Survey Studies (CROSS). *J. Gen. Intern. Med.* **2021**, *36*, 3179–3187. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
28. Duscha, B.D.; Piner, L.W.; Patel, M.P.; Crawford, L.E.; Jones, W.S.; Patel, M.R.; Kraus, W.E. Effects of a 12-Week mHealth Program on Functional Capacity and Physical Activity in Patients With Peripheral Artery Disease. *Am. J. Cardiol.* **2018**, *122*, 879–884. [\[CrossRef\]](#)
29. Mendez, C.B.; Salum, N.C.; Junkes, C.; Amante, L.N.; Mendez, C.M.L. Mobile educational follow-up application for patients with peripheral arterial disease. *Rev. Lat. Am. Enferm.* **2019**, *27*, e3122. [\[CrossRef\]](#)
30. Davins Riu, M.; Borràs Pérez, X.; Artigas Raventós, V.; Palomera Fanegas, E.; Serra Prat, M.; Alós Villacrosa, J. Use of Telehealth as a New Model for Following Intermittent Claudication and Promoting Patient Expertise. *Telemed. J. E-Health* **2018**, *24*, 773–781. [\[CrossRef\]](#)
31. Gunter, R.L.; Fernandes-Taylor, S.; Rahman, S.; Awoyinka, L.; Bennett, K.M.; Weber, S.M.; Greenberg, C.C.; Kent, K.C. Feasibility of an Image-Based Mobile Health Protocol for Postoperative Wound Monitoring. *J. Am. Coll. Surg.* **2018**, *226*, 277–286. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
32. Ata, R.; Gandhi, N.; Rasmussen, H.; El-Gabalawy, O.; Gutierrez, S.; Ahmad, A.; Suresh, S.; Ravi, R.; Rothenberg, K.; Aalami, O. Clinical validation of smartphone-based activity tracking in peripheral artery disease patients. *NPJ Digit. Med.* **2018**, *1*, 66. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)

Electronic Supplement

Table S1: Survey items and answering options

1	Gender identity	Men, women, diverse
2	Age	In years
3	Peripheral arterial disease diagnosed (known) since	In years
4	Chronic limb-threatening ischaemia (wound healing disorders, diabetic foot ulcers)	Yes, no
5	What is your highest education degree?	Prefer not to say, no associate degree, final apprenticeship examination, technical college degree diploma, bachelor's degree or similar, master's degree or similar, promotion (thesis)
6	What is your main living region?	Rural, intermediate, urban
7	What is your preferred source of health-related information?	Television, internet, newspaper, radio, other
8	Have you changed your health behaviour since you were informed about the diagnosis peripheral arterial disease?	Yes, no
9	Do you own a smartphone?	Yes, no
10	If yes: Do you use mobile applications ("apps")?	Yes, no
11	Have you ever used health-related digital and mobile applications ("mHealth")?	Yes, no
12	Do you need regular user support (assistance) to use your smartphone?	Yes, no
13	Do you own a wearable (e.g., smartwatch, heart rate monitor, pedometer)?	Yes, no
14	What is your opinion: Could mHealth and technologies which observe and process your behaviour help to improve your healthy lifestyle?	Yes, maybe, no
15	Do you know the reason for each of your medical prescriptions?	Yes, maybe, no

Table S2: Comparison of baseline characteristics between 12 university institutions, one non-academic institution, and an outpatient cohort. CI: Confidence interval. OPT: Optimal pharmacological treatment.

	GermanVasc Kotov et al. 2021	BARMER Claims Peters et al. 2020	University institutions	Non-academic institution	Outpatient facility
Number of patients	5608	83867	298	28	47
Female sex, % (95% CI)	34.0%	45.8%	28.9 (23.7- 34.5)	33.3 (16.5- 54.0)	42.6 (28.3-57.8)
Median age, years (interquartile range)	69	71.9	70 (62-78)	69.5 (64.5- 79.75)	74 (68-80)
Chronic limb- threatening ischaemia, % (95% CI)	29.9%	46%	65.3 (59.4- 71.0)	73.1 (52.2- 88.4)	45.7 (30.9-61.0)
Smartphone use, % (95% CI)	NA	NA	67.0 (61.3- 72.4)	64.3 (44.1- 81.4)	57.4 (42.2-71.7)

II. Darstellung der Publikation

Einleitung

Die periphere arterielle Verschlusskrankheit (PAVK) ist eine ischämisch bedingte chronisch progressive Erkrankung der unteren Extremitäten. Pathophysiologische Ursache hierfür ist meistens eine generalisierte Atherosklerose mit resultierender Sauerstoffminderversorgung der Muskulatur [1, 2]. Als eine klassische „Wohlstandserkrankung“ westlicher Industrienationen zeigt sich bei der PAVK eine zunehmende Prävalenz in Deutschland. Hierzulande liegt die Prävalenz in der Allgemeinbevölkerung bei ca. 3-10%, bei Personen >70 Jahre sogar bei 15-20% [3]. Weltweit sind mehr als 230 Millionen Patienten von dieser Erkrankung betroffen. Aufgrund der hohen Mortalität und Extremitätenverluste sowie der daraus resultierenden niedrigen Lebensqualität der Patient:innen und volkswirtschaftlichen Beeinträchtigung ist die PAVK eine Erkrankung, die weltweit zwangsläufig Beachtung verdient [4, 5]. Bevölkerungsbasierte Kohortenstudien zeigen eine 5-Jahres-Amputations- und Mortalitätsrate zwischen 13-50% bei Patient:innen mit einer Claudicatio intermittens und 50-90% bei Patient:innen mit einer chronisch kritischen Extremitätenischämie [6, 7]. Über alle Entwicklungsstadien hinweg sollten die primär-, sekundär- und tertiärpräventiven Maßnahmen ein fester Bestandteil der komplementären Versorgung sein. Insbesondere für den absoluten Nikotinverzicht und die optimale medikamentöse Therapie besteht eine hohe evidenzbasierte Empfehlung durch die internationalen Leitlinien [8, 9]. Patient:innen mit PAVK gelten weiterhin als unterversorgt hinsichtlich der leitliniengerechten konservativen und medikamentösen Therapieansätze. Rauchen als eigenständiger Risikofaktor spielt eine große Rolle in der Entstehung und Progression der Krankheit [10]. In einer 10-Jahres-Follow-up-Studie nach Diagnosestellung und Therapiebeginn einer symptomatischen PAVK wurde bei 4% der Frauen und 7% der Männer zusätzlich ein Bronchialkarzinom diagnostiziert [11]. Im Angesicht dessen es ist bemerkenswert, dass ein relevanter Anteil der Patient:innen weiterhin aktive Raucher sind. In der GermanVasc Registerstudie gaben 44% der befragten an aktive Raucher zu sein zu dem Zeitpunkt, als eine Revaskularisation indiziert wurde [12]. Darüber hinaus zeigen internationale Kohortenstudien eine wesentlich niedrige

Verschreibungsrate von Statinen und somit ein von den leitliniengerechten Empfehlungen abweichendes Bild der Versorgungsrealität [13-15]. Andere Teile der konservativen Maßnahmen wie Ernährungsumstellung oder ein strukturiertes Gehtraining sind entweder nicht ausreichend von den Leitlinien miterfasst oder werden in der Praxis nur unzureichend umgesetzt [16]. Eine zentrale Herausforderung bleibt die effektive Interaktion mit den Patient:innen, die zu einer Verbesserung des eigenen Gesundheitsverhaltens führt. Neue Strategien des Gesundheitssystems, die eine patientenzentrierte Edukation und Aufklärung gewährleisten, können die genannten präventiven Ansätze unterstützen [17]. Seit Jahren nimmt das Potential breit verfügbarer digitaler Gesundheitsanwendungen (sogenannte DiGA oder mHealth) in den europäischen und amerikanischen kardiovaskulären Fachgesellschaften an Bedeutung zu [18, 19]. Zu diesen digitalen Anwendungen gehören Smartphone Apps, Wearables und Fitnesssensoren und sie spielen bereits eine wichtige Rolle in der Therapie und Prävention verschiedener kardiovaskulärer Erkrankungen [20-22]. In einem Review aus dem Jahre 2013 ergab sich die Verfügbarkeit von 49 Smartphone Applikationen mit gefäßmedizinischer Thematik [23]. Zudem hat die aktuelle pandemische Lage dazu geführt, dass digitale Technologien im Allgemeinen in allen Lebensbereichen zunehmend akzeptiert und verwendet werden. Allerdings ist die Verfügbarkeit und Bereitschaft zur Inanspruchnahme solcher digitalen Medien bei Patient:innen mit PAVK nicht ausreichend erforscht. Ziel unserer Studie war die Ermittlung der Verbreitung von Smartphones und Gesundheitsapps (mHealth) unter Patient:innen mit PAVK. Zudem zielte das Forschungsprojekt auf die Identifizierung einer Subgruppe unter den PAVK-Patient:innen, die potentiell von einer digitalen Intervention profitieren würden.

Material und Methoden

Es erfolgte eine prospektive repräsentative Fragebogen-gestützte Umfrage bei geeigneten hospitalisierten Patient:innen mit einer symptomatischen PAVK (Claudicatio intermittens oder chronisch kritische Extremitätenischämie) an 12 Universitätsklinika sowie einer nicht-universitären Einrichtung in Deutschland. In der Umfrage wurden alle stationär neu aufgenommenen Patient:innen ohne

Vorselektion durch den behandelnden Arzt eingeschlossen. Patient:innen, die aufgrund einer schweren Demenz oder Sprachbarriere die Umfrage nicht verstehen konnten wurden ausgeschlossen. Basierend auf die Erfahrungen mit konsekutiven Registererhebungen, die durch die Forschungsgruppe GermanVasc zwischen 2018 und 2020 durchgeführt wurden und auf eine vorläufige Pilotumfrage an zwei Zentren (Hamburg und Heidelberg) wurde ein pragmatischer einfach formulierter einseitiger Fragebogen entworfen. Somit konnte eine hohe Teilnehmerquote erreicht werden. Um Verzerrungen durch den Befrager zu minimieren, wurde der standardisierte Fragebogen im Vorfeld an allen teilnehmenden Zentren geschickt. Der Fragebogen bestand aus 15 Punkten unterteilt in 3 Abschnitten. Zu den Erhebungsvariablen gehörten: Geschlecht (männlich, weiblich, divers), Alter (Jahre), PAVK bekannt seit (Jahre), Erkrankungsstadium (Claudicatio intermittens, chronische kritische Extremitätenischämie), höchster Bildungsabschluss (keine Angabe, ohne Abschluss, Lehre/Berufsausbildung, Fachschulabschluss, Bachelor oder ähnliches, Master oder ähnliches, Diplom, Promotion), Wohnregion (städtisch, intermediär, ländlich), Informationsverhalten über Gesundheitsthemen (TV, Zeitung, Internet, Radio, Andere), Änderung des Verhaltens seit PAVK-Erstdiagnose (ja, nein), Smartphonezugriff (ja, nein), Nutzung mobiler Applikationen (ja, nein), Nutzung von Gesundheitsapps (ja, nein), Unterstützungsbedarf bei Handynutzung (ja, nein), Wearables (ja, nein), positive Beurteilung intelligenter Gesundheits-Apps (ja, nein, vielleicht), Informiertheit über alle verschriebenen Arzneimittel (ja, nein, vielleicht). Die Umfrage schloss konsekutiv alle stationär behandelten Patient:innen über 31 Tage ein. Für die Befragung haben die teilnehmenden Zentren in Aachen, Berlin, Dresden, Erlangen, Frankfurt am Main, Hamburg, Heidelberg, Köln, Lübeck, München, Neuruppin, Rostock und Lingen ein variables Zeitfenster für den Start und das Ende im Zeitraum vom 01.07.2021 (erster Fragebogen) bis zum 30.09.2021 (letzter Fragebogen) gehabt. Die Befragung wurde entweder durch eine study nurse oder durch den behandelnden Arzt am Aufnahmetag vor Therapiebeginn durchgeführt. Für die Darstellung der Umfrageergebnisse befolgten wir die Prinzipien der Consensus-basierten Studie Checklist for Reporting of Survey Studies (CROSS) [24].

Ethischer Aspekt

Es wurden nur faktisch anonymisierte Daten verwendet, die keinem Menschen mehr zugeordnet werden können. Daher handelt es sich nicht um ein Forschungsvorhaben am Menschen im Sinne des §9 Abs. 2 des Hamburgischen Kammergesetzes für die Heilberufe und fällt auch nicht unter die nach §15 Abs. 1 der Berufsordnung für Hamburger Ärzte und Ärztinnen beratungspflichtigen Forschungsvorhaben. Somit fallen die verarbeiteten Daten nach der geltenden Rechtsprechung weder unter die Datenschutzgrundverordnung noch unter die Beratungspflichtigkeit der zuständigen Ethikkommission.

Statistische Analyse

Die statistischen Berechnungen erfolgten mit Unterstützung des Teams der Forschungsgruppe GermanVasc unter Zuhilfenahme der Software SPSS Version 25 (IBM Corporation, New York, NY, USA). Die Umfrageergebnisse wurden in Papierform gesammelt und anschließend digitalisiert. Es erfolgt die Errechnung der Baseline Charakteristika der Patient:innen in Medianen mit Interquartilabständen (IQR) für Alter sowie in % mit 95% Konfidenzintervallen (CI) für kategoriale Variablen. Fehlende Daten (zwischen 16% für Zeit seit PAVK-Diagnose und 0% für höchster Bildungsabschluss) wurden mittels paarweiser Fallausschluss zur Minimierung von Ergebnisverzerrungen behandelt. Zur Selektivitätsanalyse erfolgte zudem ein Abgleich mit Daten aus einem nicht universitären Zentrum (Lingen) sowie Daten von ambulanten Patient:innen (Hamburg). Die Odds Ratios werden mit einem 95 % CI dargestellt. Um herauszufinden ob bestimmte Variablen Einfluss auf die Smartphone-Nutzung haben, wurde für die erfassten Daten die Rückwärtselimination (Wald) angewendet. Für die zentrumspezifische Clusteranalyse der Daten wurde die ordinale Regression für komplexe Stichproben im SPSS vorgenommen.

Ergebnisse

Weniger als 5% (n=12) aller befragten Patient:innen lehnten die Teilnahme an der Studie an. Somit erzielte die Studie eine hohe Teilnehmerquote von 96,3%. Es

konnten von den 13 Zentren insgesamt 326 Fragebögen gesammelt werden. Bei 66% (n=198) der Patient:innen bestand zum Zeitpunkt der Befragung eine chronisch kritische Extremitätenischämie (chronic limb threatening ischaemia CLTI) (29,5 % Frauen, 70 Jahre alt Median, IQR 62-79) und 34% (n=102) wurden aufgrund einer Claudicatio intermittens (CI) stationär aufgenommen (29,2% Frauen, 70 Jahre alt Median, IQR 62-78). In Bezug auf den höchsten Bildungsabschluss hatten 53,7 % eine Lehre/Berufsausbildung absolviert, 11,3 % hatten keinen Abschluss. Die Mehrheit der Patient:innen kamen aus einer städtischen (52,3 %) oder ländlichen (33,7 %) Wohnregion. Als häufigste Informationsquelle über Gesundheitsthemen wurde der Fernseher genannt (12,3%), gefolgt von Internet (8,0%) und Zeitung (4,3 %). Auf die Frage ob sie ihr Verhalten geänderten hatten seit PAVK-Erstdiagnose gaben 146 (46,6 %) Patient:innen an, dies sei bei ihnen nicht der Fall . Insgesamt 105 (33,1 %) Patient:innen gaben an, den Grund für jedes Medikament, das ihnen verschrieben wird nicht zu kennen.

Smartphone-Nutzung

Unter allen Befragten, 66,8% besitzen ein Smartphone und 27,9% hiervon gaben an, bei der Bedienung des Smartphones Unterstützung zu brauchen. In Bezug auf die Smartphone-Nutzung konnte kein signifikanter Unterschied zwischen dem Männer- und Frauenanteil der Patient:innen festgestellt werden. Ältere Patient:innen nutzten ein Smartphone seltener als jüngere (OR 0,89, 95% CI 0,86-0,92, p-Wert<0,001).

Unterschiede in Bezug auf das Erkrankungsstadium

Der Anteil der Smartphone-Besitzer war größer unter CI-Patient:innen (70,6%) verglichen mit CLTI (64,8%). Zudem gaben CI-Patient:innen an, seltener bei der Smartphone-Benutzung Unterstützung zu brauchen (23,8% vs. 29%), öfter mobile Applikationen (52,5% vs. 39,1%), Gesundheitsapps (15,7% vs. 15,1%) sowie Wearables (28,4% vs. 13,9 %). In Bezug auf die Frage, ob sie glauben, dass digitale oder mobile Gesundheitsanwendungen ihnen helfen könnten gesünder zu

leben, gaben 27,7 % der CI-Patient:innen an dies sei bei ihnen der Fall. Bei den CLTI-Patient:innen bejahten nur 18,% die Frage.

Unterschiede in Bezug auf Bildungsabschluss

Der prozentuale Anteil der Smartphone-Besitzer war am niedrigsten unter den Patient:innen ohne einen Bildungsabschluss (59,5 %), gefolgt von Lehre/Berufsausbildung (64%). Ein ähnlicher Trend ließ sich ebenfalls in der Benutzung von digitalen/mobilen Gesundheitsanwendungen mit 19 % bei Patient:innen ohne einen Bildungsabschluss.

Diskussion

Insgesamt 326 PAVK Patient:innen, die an 13 gefäßmedizinischen Zentren in Deutschland stationär behandelt wurden nahmen an der Umfrage teil. Ungefähr zwei drittel des Patientenkollektivs besitzt ein Smartphone. Die Smartphone-Nutzer waren im Schnitt jünger, öfter weiblich, mit einem höheren Bildungsstand, kamen öfter aus einer städtischen Wohnregion und litten an einer Claudicatio intermittens. Zirka ein Drittel aller Smartphone-Besitzer brauchten Unterstützung mit der Bedienung und nur ein kleiner Anteil nutzte Gesundheitsapplikationen (mHealth). Die häufigste Informationsquelle hinsichtlich Gesundheitsthemen war der Fernseher, gefolgt von dem Internet. Weniger als ein Drittel der Patient:innen mit einer Claudicatio intermittens und 20% der Patient:innen mit einer chronisch kritischen Extremitätenischämie waren der Meinung, dass solche Gesundheitsapplikationen würden ihr dabei helfen, gesünder zu Leben. Diese Ergebnisse zeigen, dass die Implementierung von digitalen Gesundheitsanwendungen/Applikationen in der Gesundheitsversorgung eine bestimmte Patienten-Unterpopulation nicht erreichen würde. Zudem es ist auffallend, dass, nur 33% der befragten den Grund für jedes Präparat ihrer Dauermedikation kennen. Das zeigt abermalig, dass PAVK Patient:innen hinsichtlich der konservativen Therapieansätzen unterversorgt sind. Vorangegangene klinische Studien über die Benutzung von Wearables und mHealth beim strukturierten Gehtraining haben bereits gute Ergebnisse gezeigt

[25]. Darüber hinaus sieht man eine steigende Tendenz in der Anzahl der neuen PAVK-mHealth Applikationen, die jährlich auf den Markt gebracht werden [26]. Der Anwendungsbereich solcher Apps ist aber eingeschränkt. Es finden sich nur mHealth-Apps zum Thema grundlegende Patientenaufklärung und Verlaufskontrolle [27, 28], Wunddokumentation und Telemedizin für postoperative Wundinfektionen [22, 29] sowie Gehtraining [30, 31]. Bis heute gibt es keine konsensbasierte Leitlinie über den Umfang der Patientenaufklärung oder über die Art und Weise wie das zur Zielpopulation vorgestellt werden soll.

Im Jahre 2020 5% der Bevölkerung der Europäischen Union zwischen 16 und 74 Jahren nutzten digitale Gesundheitsanwendungen, die den Blutdruck, Blutzucker oder das Körpergewicht überwachen. Etwa 19 % nutzten Wearables wie z.B. Smartuhr oder Fitnessarmband. In Deutschland betrug der Anteil der über 70-jährigen Smartphone-Nutzer 52,1% (Quelle Eurostat Online Datenbank). Vor diesem Hintergrund sind die Ergebnisse unserer Umfrage überraschend. 71% der Patient:innen mit einer Claudicatio intermittens und 65% der Patient:innen mit einer CLTI gaben an, einen Smartphone zu besitzen. Digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA) oder Gesundheitsapplikationen für das Smartphone (mHealth) in der gefäßmedizinischen Versorgung bieten eine interessante Möglichkeit mit viel Potential an, um eine bessere Kommunikation und Interaktion mit einer ausgesprochen vulnerablen Zielpopulation zu gewährleisten. Darüber hinaus können DiGA und mHealth komplementär in der Arzt-Patient-Interaktion wirken, welche insbesondere für PAVK-Patient:innen nach Entlassung mangelhaft ist, wobei genau die Hochrisikogruppe (ältere Männer mit niedrigem Bildungsniveau) durch diesen modus operandi nicht erreicht werden könnte. Neulich wurde durch die Society for Vascular Surgery eine interaktive Leitlinien-App entwickelt und auf den Markt gebracht. Diese App ist nicht nur für die behandelnden Ärzte sondern auch für die Patient:innen gedacht. Dieser neue gemeine Ansatz könnte positiv auf die Akzeptanz und die Verbreitung von DiGA und mHealth in der gefäßmedizinischen Versorgung wirken. Zudem können die Erkenntnisse unserer Studie die Motivation des Gesundheitssystems solche neue Technologien in der Basisbehandlung für ältere Patient:innen zu implementieren. Darüber hinaus betonen unsere Ergebnisse die große Chance, die Patient:innen zu erreichen, die ihr Verhalten nicht verändert hatten und nicht über die Wichtigkeit der medikamentösen Therapie informiert waren. Somit würde sich die

Gesamtprognose der Erkrankung deutlich verbessern. Es könnte eine bessere Wahrnehmung und Informiertheit über die leitliniengerechten Therapieansätze durch Verbesserung der Aufmerksamkeit und Verfügbarkeit geeigneter digitaler Technologien für die Zielpopulation erreicht werden.

Es lassen sich jedoch einige Kritikpunkte an der durchgeführten Studie erkennen.

Erstens zielte unsere Umfrage auf ausführliche Antworten aus einer Zielpopulation, die dafür bekannt ist, umfangreiche Fragebögen abzulehnen. In der prospektiven Kohortenstudie der Forschungsgruppe GermanVasc (NCT03098290) nur 73% der teilnehmenden Patient:innen beantworteten die Umfrage zur Patient-Reported-Outcomes (PRO) und nur 21% beantworteten die Umfrage in der Ein-Jahres-Follow-Up. Einer der häufigsten Gründe hierfür war die Schwierigkeit der Fragen [12]. Daher testeten wir verschiedene Fassungen des Fragebogens in zwei Zentren (Hamburg und Heidelberg) und entschieden uns für einen einseitigen Fragebogen mit dem Ziel eine hohe Teilnahmequote zu erreichen. Ein weiterer Kritikpunkt ist die Patient:innenselektion. Deutschlandweit werden symptomatische PAVK-Patient:innen an Krankenhäusern verschiedener Versorgungsstufen behandelt. Aus praktischen Gründen nahmen an der durchgeführten Studie nur Universitätsklinika teil. Demzufolge sind unsere Ergebnisse wahrscheinlich mehr verallgemeinernd für das typische Patientenkollektiv eines Krankenhauses der Maximalversorgung. Hierzu gehören mehr Männer, die an einer chronisch kritischen Ischämie behandelt werden. Um einen potenziellen Auswahl Effekt zu erkennen, verglichen wir unsere Ergebnisse mit einer Kohorte aus einem nicht-universitären Zentrum und einer ambulanten Kohorte. Hier ließen sich keine signifikanten Unterschiede erkennen. Zuletzt gibt es verschiedene Störfaktoren und Komorbiditäten, die in der gegenwärtigen Studie nicht berücksichtigt wurden. Die Detektion solcher Störfaktoren könnte Ansatzpunkt für zukünftige Studien sein, um die Verbreitung und Inanspruchnahme digitaler Technologien zu steigern.

1. Hamburg, N.M. and M.A. Creager, *Pathophysiology of Intermittent Claudication in Peripheral Artery Disease*. Circ J, 2017. **81**(3): p. 281-289.
 2. Zemaitis, M.R., J.M. Boll, and M.A. Dreyer, *Peripheral Arterial Disease*, in *StatPearls*. 2022, StatPearls Publishing
- Copyright © 2022, StatPearls Publishing LLC.: Treasure Island (FL).

3. Lawall, H., et al., *[Update PAVK: Epidemiology, comorbidity and prognosis of peripheral arterial obstructive disease]*. Dtsch Med Wochenschr, 2015. **140**(24): p. 1798-802.
4. Fowkes, F.G., et al., *Comparison of global estimates of prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2000 and 2010: a systematic review and analysis*. Lancet, 2013. **382**(9901): p. 1329-40.
5. Song, P., et al., *Global, regional, and national prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2015: an updated systematic review and analysis*. Lancet Glob Health, 2019. **7**(8): p. e1020-e1030.
6. Baubeta Fridh, E., et al., *Amputation Rates, Mortality, and Pre-operative Comorbidities in Patients Revascularised for Intermittent Claudication or Critical Limb Ischaemia: A Population Based Study*. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2017. **54**(4): p. 480-486.
7. Kreutzburg, T., et al., *Editor's Choice - The GermanVasc Score: A Pragmatic Risk Score Predicts Five Year Amputation Free Survival in Patients with Peripheral Arterial Occlusive Disease*. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2021. **61**(2): p. 248-256.
8. Conte, M.S., et al., *Global Vascular Guidelines on the Management of Chronic Limb-Threatening Ischemia*. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2019. **58**(1s): p. S1-S109.e33.
9. Aboyans, V., et al., *2017 ESC Guidelines on the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases, in collaboration with the European Society for Vascular Surgery (ESVS): Document covering atherosclerotic disease of extracranial carotid and vertebral, mesenteric, renal, upper and lower extremity arteries Endorsed by: the European Stroke Organization (ESO) The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and of the European Society for Vascular Surgery (ESVS)*. Eur Heart J, 2018. **39**(9): p. 763-816.
10. Hirsch, A.T., et al., *The role of tobacco cessation, antiplatelet and lipid-lowering therapies in the treatment of peripheral arterial disease*. Vasc Med, 1997. **2**(3): p. 243-51.
11. Kaschwich, M., et al., *Long-term incidence of cancer after index treatment for symptomatic peripheral arterial disease - a health insurance claims data analysis*. Vasa, 2020. **49**(6): p. 493-499.
12. Kotov, A., et al., *The prospective GermanVasc cohort study*. Vasa, 2021. **50**(6): p. 446-452.
13. Peters, F., et al., *Editor's Choice - Optimal Pharmacological Treatment of Symptomatic Peripheral Arterial Occlusive Disease and Evidence of Female Patient Disadvantage: An Analysis of Health Insurance Claims Data*. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2020. **60**(3): p. 421-429.
14. Pastori, D., et al., *Statins and Major Adverse Limb Events in Patients with Peripheral Artery Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis*. Thromb Haemost, 2020. **120**(5): p. 866-875.
15. Kokkinidis, D.G., et al., *Statin therapy for reduction of cardiovascular and limb-related events in critical limb ischemia: A systematic review and meta-analysis*. Vasc Med, 2020. **25**(2): p. 106-117.
16. Harwood, A.E., et al., *A Systematic Review of the Uptake and Adherence Rates to Supervised Exercise Programs in Patients with Intermittent Claudication*. Ann Vasc Surg, 2016. **34**: p. 280-9.

17. Berger, J.S. and J.A. Ladapo, *Underuse of Prevention and Lifestyle Counseling in Patients With Peripheral Artery Disease*. J Am Coll Cardiol, 2017. **69**(18): p. 2293-2300.
18. Petersen, C., S.A. Adams, and P.R. DeMuro, *mHealth: Don't Forget All the Stakeholders in the Business Case*. Med 2 0, 2015. **4**(2): p. e4.
19. Farwati, M., H. Riaz, and W.H.W. Tang, *Digital Health Applications in Heart Failure: a Critical Appraisal of Literature*. Curr Treat Options Cardiovasc Med, 2021. **23**(2): p. 12.
20. DeVore, A.D., J. Wosik, and A.F. Hernandez, *The Future of Wearables in Heart Failure Patients*. JACC Heart Fail, 2019. **7**(11): p. 922-932.
21. Najafi, B. and R. Mishra, *Harnessing Digital Health Technologies to Remotely Manage Diabetic Foot Syndrome: A Narrative Review*. Medicina (Kaunas), 2021. **57**(4).
22. Golledge, J., et al., *The Potential Role of Sensors, Wearables and Telehealth in the Remote Management of Diabetes-Related Foot Disease*. Sensors (Basel), 2020. **20**(16).
23. Carter, T., et al., *Contemporary vascular smartphone medical applications*. Ann Vasc Surg, 2013. **27**(6): p. 804-9.
24. Sharma, A., et al., *A Consensus-Based Checklist for Reporting of Survey Studies (CROSS)*. J Gen Intern Med, 2021. **36**(10): p. 3179-3187.
25. Duscha, B.D., et al., *Effects of a 12-Week mHealth Program on Functional Capacity and Physical Activity in Patients With Peripheral Artery Disease*. Am J Cardiol, 2018. **122**(5): p. 879-884.
26. Nugteren, M.J., et al., *Mobile applications in peripheral arterial disease (PAD): a review and introduction of a new innovative telemonitoring application: JBZetje*. Expert Rev Med Devices, 2021. **18**(7): p. 581-586.
27. Mendez, C.B., et al., *Mobile educational follow-up application for patients with peripheral arterial disease*. Rev Lat Am Enfermagem, 2019. **27**: p. e3122.
28. Davins Riu, M., et al., *Use of Telehealth as a New Model for Following Intermittent Claudication and Promoting Patient Expertise*. Telemed J E Health, 2018. **24**(10): p. 773-781.
29. Gunter, R.L., et al., *Feasibility of an Image-Based Mobile Health Protocol for Postoperative Wound Monitoring*. J Am Coll Surg, 2018. **226**(3): p. 277-286.
30. Ata, R., et al., *Clinical validation of smartphone-based activity tracking in peripheral artery disease patients*. NPJ Digit Med, 2018. **1**: p. 66.
31. Paldán, K., et al., *Supervised Exercise Therapy Using Mobile Health Technology in Patients With Peripheral Arterial Disease: Pilot Randomized Controlled Trial*. JMIR Mhealth Uhealth, 2021. **9**(8): p. e24214.

III. Zusammenfassung

Deutsch

Ziel unserer Studie war es, die Verfügbarkeit und Bereitschaft zur Inanspruchnahme von digitalen und mobilen Gesundheitsapplikationen (DiGA, mHealth) bei Patient:innen mit symptomatischer PAVK zu bestimmen. Es erfolgte eine Fragebogen-gestützte Umfrage bei konsekutiv stationär aufgenommenen PAVK-Patient:innen an 12 Universitätsklinika sowie an einer nichtuniversitären Einrichtung für 30 Tage zwischen 01.07-30.09.2021. Insgesamt 326 Patient:innen nahmen an der Umfrage teil (96,3% Teilnahmequote). Davon 102 (34%) befanden sich im Krankenhaus aufgrund einer Claudicatio intermittens (CI, 29,2% Frauen, 70 Jahre alt Median) und 198 aufgrund einer chronisch kritischen Extremitätenischämie (CLTI, 29,5 % Frauen, 70 Jahre alt Median). 46,6 % der Patient:innen gaben an, dass sie ihr Verhalten seit Diagnosestellung nicht geändert hatten und 33,1% gaben an, den Grund für jedes Präparat ihrer Dauermedikation zu kennen. Von allen befragten besaßen 66,8% ein Smartphone (CI: 70,6%, CLTI: 64,1%). 27,9% davon gaben an, Unterstützung bei der Bedienung zu brauchen. 42,5% aller Smartphonebesitzer nutzten mobile Applikationen aber nur 15% benutzten mobile Gesundheitsapplikationen und 19% besaßen Wearables. 20% der Patient:innen waren der Meinung, solche Technologien könnten auf ihr Gesundheitsverhalten positiv wirken. Unsere Studie zeigte, dass Smartphones weitverbreitet unter PAVK-Patient:innen sind jedoch nur ein kleiner Anteil nutzt Gesundheitsapplikationen und ein relevanter Anteil braucht Unterstützung bei der Bedienung. Etwa die Hälfte der Patient:innen hatte ihr Gesundheitsverhalten geändert und ein Drittel kennen den Grund für ihre Medikation nicht. Diese Erkenntnisse zeigen, dass es ein erhebliches Verbesserungspotential gibt. Zudem können zukünftige Projekte durch unsere Erkenntnisse besser die geeignete Zielpopulation erkennen, die durch digitale Interventionen erreicht werden kann.

Englisch

The current Study aimed to determine the user behaviour and acceptance of digital and mobile health applications (also known as mHealth) amongst patients with peripheral arterial disease (PAD). A cross-sectional survey of consecutively treated inpatients at 12 university institutions, as well as one non-university institution, was conducted. All admitted patients with symptomatic PAD were surveyed for 30 consecutive days within a flexible timeframe between 1 July and 30 September 2021. The factors associated with smartphone use were estimated via backwards selection within a logistic regression model with clustered standard errors. A total of 326 Patients participated (response rate 96,3%), thereof 102 (34,0%) were treated for intermittent claudication (IC, 29,2% women, 70 years in median) and 198 were treated for chronic limb-threatening ischaemia (CLTI, 29,5% women, 70 years in median). Amongst all patients, 46,6% stated that they had not changed their lifestyle and health behavior (four years in median), and 33,1% responded that they were not aware of the reasons for all their medication orders. Amongst all those surveyed, 66,8% owned a smartphone (IC: 70,6%, CLTI: 64,1%), thereof 27,9% needed regular user support. While 42,5% used smartphone apps, only 15% used mobile health applications, and 19% owned wearables. One out of five patients agreed that such technologies could help to improve their healthy lifestyle. Only higher age was inversely associated with smartphone possession.

The current Survey showed that smartphones are prevalent amongst patients with peripheral arterial disease, but only a small proportion used mobile health applications and a considerable number of the Patients needed regular user support. Almost half of the patients had not changed their lifestyle and one third were not aware of the reasons for their pharmaceutical prescriptions, emphasizing room for improvement. These findings can further help to guide future projects using such technologies to identify those target populations that are reachable with digital interventions.

IV. Erklärung des Eigenanteils an der Publikation

Die Konzeption sowie die Leitung unseres Projekts erfolgten durch PD. Dr. Christian A. Behrendt.

Die Erhebung der Fragebögen an den 12 teilnehmenden gefäßchirurgischen Zentren erfolgte durch den jeweiligen Autor.

Folgende Anteile wurden von mir, Kastriot Alushi, **selbständig oder in Zusammenarbeit** durchgeführt:

- Datenerhebung und -aufarbeitung
- Digitalisierung der Fragebögen
- Deskriptive Analyse (mit PD Dr. Christian A. Behrendt)
- Statistische Datenauswertung (mit dem Team der Forschungsgruppe GermanVasc Frederik Peters und Thea Kreutzburg)
- Literaturrecherche und Schreiben des Manuskripts (mit PD Dr. Christian A. Behrendt)
- Verfassen der Publikationspromotion

V. Danksagung

Ich möchte mich bei meinem Doktorvater Herrn PD Dr. Christian A. Behrendt herzlich bedanken für die Überlassung des Themas, die Motivation für wissenschaftliches Arbeiten sowie die hervorragende Betreuung.

Allen Koautoren sowie dem Team der Forschungsgruppe GermanVasc danke ich ebenfalls für das Mitwirken an der Erstellung des Papers.

Ein besonderer Dank gilt zudem allen Patienten, die an der Studie teilgenommen haben.

Zuletzt möchte ich mich besonders herzlich bei meinen Eltern bedanken für ihre bedingungslose Unterstützung.

VI. Lebenslauf

Entfällt aus datenschutzrechtlichen Gründen.

VII. Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Ich erkläre mich einverstanden, dass meine Dissertation vom Dekanat der Medizinischen Fakultät mit einer gängigen Software zur Erkennung von Plagiaten überprüft werden kann.

Unterschrift: