

# UNIVERSITÄTSKLINIKUM HAMBURG-EPPENDORF

Klinik und Poliklinik für Gefäßmedizin

Prof. Dr. E. Sebastian Debus

## **A cross-sectional survey study on the nutrition patterns of patients with peripheral artery disease in Germany**

### **Dissertation**

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

vorgelegt von:

Lara Wolbert  
aus Osnabrück

Hamburg 2022

**(wird von der Medizinischen Fakultät ausgefüllt)**

**Angenommen von der  
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg am: 29.11.2022**

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

**Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende: Prof. Dr. Birgit-Christiane Zyriax**

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

**Prüfungsausschuss, dritte/r Gutachter/in: PD Dr. Fiona Rohlffs**

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Originalpublikation</b>	<b>4-15</b>
<b>2. Manuskript zur Publikationspromotion “<i>A single centre cross-sectional survey study on the nutrition patterns of patients with peripheral artery disease in Germany</i>”</b>	<b>16-26</b>
<b>3. Zusammenfassung/Abstract</b>	<b>27-28</b>
<b>4. Erklärung des Eigenanteils an der Publikation</b>	<b>29</b>
<b>5. Danksagung</b>	<b>30</b>
<b>6. Lebenslauf</b>	<b>31</b>
<b>7. Eidesstattliche Versicherung</b>	<b>32</b>
<b>8. Literaturverzeichnis</b>	<b>33-36</b>

Original communication



## A cross-sectional survey study on the nutrition patterns of patients with peripheral artery disease

Lara Wolbert<sup>1,a</sup>, Thea Kreutzburg<sup>1,a</sup>, Birgit-Christiane Zyriax<sup>2</sup>, Abiodun Adegbola<sup>1</sup>, Joachim Westenhöfer<sup>3</sup>, Bettina Jagemann<sup>2</sup>, Felix Alexander Neumann<sup>2</sup>, Mark Preuß<sup>1</sup>, E. Sebastian Debus<sup>1</sup>, Henrik C. Rieß<sup>1</sup>, and Christian-Alexander Behrendt<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> Research Group GermanVasc, Department of Vascular Medicine, University Heart and Vascular Centre UKE Hamburg, University Medical Centre Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Germany

<sup>2</sup> Midwifery Science - Health Care Research and Prevention, Institute for Health Services Research in Dermatology and Nursing (IVDP), University Medical Center Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Germany

<sup>3</sup> Competence Center Health, Faculty of Life Sciences, University of Applied Sciences (HAW), Hamburg, Germany

<sup>4</sup> Brandenburg Medical School Theodor Fontane, Neuruppin, Germany

<sup>a</sup> The first two authors contributed equally.

**Summary:** *Background:* Even though nutrition was demonstrated to have an impact on chronic atherosclerotic disease, there is a paucity of corresponding recommendations for patients with peripheral artery disease (PAD). A Mediterranean Diet based on daily intake of fruits and vegetables with high fibre, vegetable oil, and unsalted nuts including fish several times a week may have protective effects. This cross-sectional survey aimed to determine nutritional patterns amongst inpatients with PAD. *Methods:* All inpatients with symptomatic PAD who underwent revascularisation at a single centre between 1<sup>st</sup> May 2018 and 31<sup>st</sup> December 2021 were asked to fill out a questionnaire on nutritional intake. An 8-item frequency rating scale (from never to three times a day) was used for 15 food groups. For 11 of them, an adapted Mediterranean Diet score was calculated using the answers. The descriptive results were stratified by sex and disease stage (intermittent claudication vs. chronic limb-threatening ischaemia). *Results:* A total of 319 patients (31.7% female, 69.4 years in mean) were included. Thereof, 71.8% reported they did never receive any nutritional information considering their PAD disease. The mean adapted Mediterranean Diet score was 2.7 points (of maximum 11) with most patients not achieving the recommended servings per week for fruits (1.6%), vegetables (1.0%), and unsalted nuts (12.2%). The intake of cereals was sufficient (43.3%). When compared with men, women consumed more fruits and less meat. *Conclusions:* This survey demonstrated that although healthy nutrition may have a positive impact on patients with PAD, the education and adherence to a Mediterranean Diet was inappropriate. Nutritional patterns should be more focused in future PAD studies to derive specific recommendations and nutritional programmes as well as patient education in clinical practice.

**Keywords:** Nutrition, peripheral artery disease, Mediterranean Diet score, health services research, intermittent claudication, lifestyle advice

### Introduction

Peripheral artery disease (PAD) is a common manifestation of systemic atherosclerosis and affects approximately 237 million people worldwide with increasing prevalence [1, 2]. Due to the involvement of all vascular beds and multiple comorbidities, the five-year amputation and death rates can reach up to 48% in patients with intermittent claudication (IC) and 88% with chronic limb-threatening ischaemia (CLTI) [3]. Recently, the major impact of best medical treatment gained increasing attention by the vascular community [4]. Several practice guidelines emphasised the importance of smoking cessation, supervised exercise therapy as well as optimal pharmacological

therapies [5, 6, 7, 8]. Beyond considerations on body weight and obesity as an important part of metabolic syndrome, specific recommendations concerning healthy nutrition remain sparse to date.

Presently, there are no specific dietary guidelines for patients with PAD and the very few available recommendations in disease-related guidelines are only based on expert consensus. However, for the primary prevention of cardiovascular diseases in general, the American College of Cardiology (ACC) and American Heart Association (AHA) in 2019 recommended a healthy diet that includes fruits, vegetables, whole grains, protein-rich foods, and a diet low in saturated fat, trans fat, red meat, refined carbohydrates, and sodium [9].

In a recently published systematic review of studies on that topic, 82 articles on nutrition in patients with PAD were evaluated [10]. Interestingly, the authors suggested that only a few recommendations, e.g., on the Mediterranean Diet and the consumption of nuts, can be generated from high-level comparative effectiveness evidence [10, 11]. Since health behaviour and lifestyle are commonly known to be the Achilles heel of patients with PAD, it appears likely that eating habits are in great need of improvement. However, to date, it remains mostly unknown how patients with PAD subsist in regard of nutrition behaviour.

Certain molecular processes, such as systemic inflammation and increased embedding of low-density lipoprotein (LDL) cholesterol, have been shown to play an important role in the development of atherosclerosis in the past and healthy nutrition may be a game-changer [12, 13, 14, 15]. In a cross-sectional study using the National Health and Nutrition Examination Survey in the US population, an increased intake of vitamins A, C, E, B6, fibre, folic acid, and omega-3 fatty acids, was associated with a significantly lower prevalence of PAD [16].

The current study aimed to collect baseline information on nutritional habits as well as the occurrence of nutritional education in a population invasively treated for symptomatic PAD at a tertiary care centre.

## Methods

This was a single-centre sub-study of the prospective multicentre GermanVasc cohort study (NCT03098290) including patients who underwent open-surgical, endovascular, and hybrid invasive revascularisation of symptomatic PAD in Germany [17]. For the current study, we subsequently tried to contact all patients (n=466, 31.8% female) who were enrolled at the study centre during the follow-up duration between 1<sup>st</sup> May 2018 and 31<sup>st</sup> December 2020. The interview was conducted by an independent researcher.

All finally contacted patients (n=319) have provided explicit informed consent and agreed to be contacted by telephone for survey-based research related to the previous study. The ethics committee of the Hamburg Medical Association has approved the study (PV5691).

## Study population

We included all adult patients suffering from either intermittent claudication (IC, n=189) or CLTI (n=130) including diabetic foot syndrome who were invasively treated by either endovascular, open-surgical, or hybrid revascularisation during the study period.

## Study variables

All study variables and their definitions which were available through the prospective GermanVasc cohort study

were previously consented by an international Delphi committee and published elsewhere [18, 19, 20]. In the current study, we used a questionnaire on nutritional habits that was driven by the Mediterranean Diet.

The nutrition questionnaire covered quantitative information about how often the patients consume certain foods and beverages. The average frequency of consumption and the portion size as well as the number of beverages consumed within the last 12 months have been set in the questionnaire by nutritional experts. The patients were asked to give only one answer option.

Information about the consumption of the following foods was requested: fruits, vegetables, legumes, cereal products, fish, red meat, poultry, dairy products, butter and/or cream, vegetable oils, unsalted nuts, sweets, salted snacks, sweetened drinks, alcohol.

Possible answer options on frequency were given as an 8-item frequency rating scale which was condensed to 4 categories: “rarely or never”, “once or twice a week”, “three to six times a week”, “at least once a day” and “no answer/I don’t know” (for more details see electronic supplementary material [ESM] 1). Questionnaires on which patients gave several possible answers were excluded.

In addition, yes-no-questions were asked about the intake of vitamin and mineral supplements during everyday life. Regarding the intake of dietary fats, a question about the preferred type of oil used was also created to be able to make a qualitative statement here.

Aside from that, the patients were asked whether they had already received information about a healthy diet as part of their PAD disease and, if so, in what context. Here possible answer options were “no”, “yes, written information (leaflet, brochure)”, “yes, medical advice”, “yes, detailed advice from a nutritionist”, “yes, others” or “no answer/I don’t know”.

As part of the regular evidence-based patient-education, the Mediterranean Diet encouraging fruits, vegetables, cereals, legumes, fish, nuts, and vegetable oils should be recommended to the patients during their initial hospital stay.

## Statistical analysis

Patients with mild, moderate, and severe claudication according to the modified Rutherford classification were pooled as IC group. Patients with ischaemic rest pain, ulcer or necrosis, and non-healing amputation were pooled as CLTI group. One person with gender “divers” was excluded. The modified score that was driven by the Mediterranean Diet score was calculated as a summary score of eleven food groups (for more details see ESM 2).

## Results

The current study included 319 patients (31.7% women, 69.4 mean age) in four strata by sex and disease stage. A total of 189 (59.2%) patients had IC and 130 (40.8%)

**Table I.** Baseline characteristics of this cohort including 319 patients with invasive revascularisation for symptomatic peripheral artery disease

	Intermittent claudication		Chronic limb-threatening ischaemia		Total nutrition subsample%
	Men	Women	Men	Women	
Number of patients, n	129	60	89	41	319
Age $\geq$ 80 years, n (%)	15 (11.6)	8 (13.3)	19 (21.3)	11 (26.8)	53 (16.6)
Body mass index $\geq$ 30kg/m <sup>2</sup> , n (%)	25 (19.4)	9 (15.0)	13 (14.6)	8 (19.5)	55 (17.2)
Diabetes, n (%)	45 (34.9)	10 (16.7)	34 (38.2)	13 (31.7)	102 (32.0)
Active smoker, n (%)	49 (38.0)	20 (33.3)	35 (39.3)	14 (34.1)	118 (37.0)
Admitted from home, n (%)	126 (97.7)	61 (100.0)	71 (79.8)	33 (80.5)	290 (90.9)
ASA class $\geq$ 3, n (%)	5 (3.9)	5 (8.3)	11 (12.4)	2 (4.9)	23 (7.2)
COPD, n (%)	14 (10.9)	3 (5.0)	11 (12.4)	8 (19.5)	36 (11.3)
Coronary artery disease, n (%)	61 (47.3)	18 (30.0)	41 (46.1)	14 (34.1)	134 (42.0)
History of amputation, n (%)	3 (2.3)	1 (1.7)	8 (9.0)	1 (2.4)	13 (4.1)
History of limb revascularisation, n (%)	73 (56.6)	30 (50.0)	51 (57.3)	19 (46.3)	173 (54.2)
Hypertension, n (%)	104 (80.6)	49 (81.7)	73 (82.0)	28 (68.3)	254 (79.6)
Chronic heart failure, n (%)	10 (7.8)	2 (3.3)	11 (12.4)	2 (4.9)	25 (7.8)
Cardiac arrhythmia, n (%)	34 (26.4)	15 (25.0)	26 (29.2)	5 (12.2)	80 (25.1)
History of myocardial infarction, n (%)	36 (27.9)	4 (6.7)	25 (28.1)	7 (17.1)	72 (22.6)
History of coronary revascularisation, n (%)	34 (26.4)	3 (5.0)	24 (27.0)	6 (14.6)	67 (21.0)

Notes. COPD: chronic obstructive pulmonary disease; ASA: American Society of Anesthesiologists. If not otherwise indicated, all values are presented as absolute frequency (n) and percentage (%).

CLTI. The baseline characteristics by sex and disease stage are presented in Table I.

A total of 37.0% of the entire cohort reported current smoking at the time being selected for invasive revascularization, and 17.2% were obese. Nearly one third (32.0%) were diagnosed with diabetes, 79.6% with hypertension (see Table I).

### Nutritional education

A total of 71.8% of all patients reported that they had not received any information about healthy eating concerning their condition of PAD (Table II). The highest percentage with no information was found in women with CLTI (82.9%). Only 20 of all included patients (6.3%) received advice on healthy eating from a treating physician. Eighteen patients (5.6%) stated that they had received written nutrition information, e.g., brochures or leaflets. Sixteen patients (5.0%) had already received detailed advice from a nutritionist. Thirty-one patients (9.7%) fell into the category "other", such as e.g., information through the internet, the television etc.

### Adapted Mediterranean Diet score

Results for the adapted Mediterranean Diet score are also presented in Table II. The mean adapted Mediterranean Diet score was poor (mean achieved recommended amount of 2.7) whereas 11 points correspond to the recommended nutritional habit. Within all patients, only 1.6% achieved the recommendation for fruit con-

sumption, not even one per cent for vegetables and 2.5% for legume consumption. In contrast to that 43.3% of all patients achieved the score recommendation related to cereal products and 84.6% for poultry intake. Nearly half of all men with IC (47.3%) achieved the recommendation for dairy product consumption. Regarding vegetable oil intake, 31.7% of CLTI women (25.8% for CLTI men) reached the recommendation. Only 12.2% of all patients achieved the recommendation for consumption of unsalted nuts.

### Nutrition patterns

The detailed consumption frequencies of the 15 food groups by sex and disease stage are presented in ESM 2 and illustrated in Figure 1.

### Fruits and vegetables

When compared with IC patients, the relative intake of fruits was lower in patients with CLTI and in both groups, women consumed more fruits and vegetables than men. Among the entire cohort, 147 patients (46.1%) reported eating fruit at least once a day (ESM 2).

### Cereal products

Overall, 83.8% of all patients consumed cereal products at least once a day. The majority here was 90.4% among CLTI women (compared to 76.5% among CLTI men).

**Table II.** Frequency of consumption of certain foods and beverages within the last 12 month in this cohort as well as received nutritional education

	Intermittent claudication		Chronic limb-threatening ischaemia		Total
	Men	Women	Men	Women	
<b>Number of patients, n</b>	129	60	89	41	319
<b>Nutritional education</b>					
No information on nutrition, n (%)	97 (75.2)	38 (63.3)	60 (67.4)	34 (82.9)	229 (71.8)
Written information, n (%)	5 (3.9)	3 (5.0)	10 (11.2)	0 (0.0)	18 (5.6)
Medical consultation, n (%)	6 (4.7)	5 (8.3)	7 (7.9)	2 (4.9)	20 (6.3)
Nutritionist, n (%)	6 (4.7)	1 (1.7)	6 (6.7)	3 (7.3)	16 (5.0)
Other information, n (%)	13 (10.1)	11 (18.3)	5 (5.6)	2 (4.9)	31 (9.7)
No answer/I don't know, n (%)	2 (1.6)	2 (3.3)	1 (1.1)	0 (0.0)	5 (1.6)
<b>Adapted Mediterranean Diet score</b>					
Score in points (maximum 11 points for recommended nutritional habits)					
Mean (SD)	2.8 (1.2)	2.7 (1.2)	2.6 (1.2)	2.7 (1.3)	2.7 (1.2)
0, n (%)	1 (0.8)	0 (0.0)	1 (1.1)	1 (2.4)	3 (0.9)
1, n (%)	15 (11.6)	11 (18.3)	13 (14.6)	6 (14.6)	45 (14.1)
2, n (%)	42 (32.6)	19 (31.7)	30 (33.7)	14 (34.1)	105 (32.9)
3, n (%)	37 (28.7)	14 (23.3)	27 (30.3)	9 (22.0)	87 (27.3)
4, n (%)	24 (18.6)	10 (16.7)	11 (12.4)	7 (17.1)	52 (16.3)
5, n (%)	8 (6.2)	6 (10.0)	7 (7.9)	4 (9.8)	25 (7.8)
6, n (%)	2 (1.6)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (0.6)
<b>Fruits</b>					
Achieved recommendation, n (%)	2 (1.6)	1 (1.7)	1 (1.1)	1 (2.4)	5 (1.6)
Weighted mean (SD)	4.9 (4.1)	5.4 (4.1)	5.5 (4.3)	5.5 (4.2)	5.2 (4.2)
<b>Vegetables</b>					
Achieved recommendation, n (%)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (1.1)	0 (0.0)	1 (0.3)
Weighted mean (SD)	4.6 (2.6)	5.2 (2.9)	4.7 (3.7)	5.0 (2.9)	4.8 (3.0)
<b>Legumes</b>					
Achieved recommendation, n (%)	6 (4.7)	0 (0.0)	2 (2.2)	0 (0.0)	8 (2.5)
Weighted mean (SD)	1.0 (1.2)	0.7 (0.8)	1.1 (1.1)	0.8 (0.8)	0.9 (1.0)
<b>Cereals</b>					
Achieved recommendation, n (%)	64 (49.6)	18 (30.0)	41 (46.1)	15 (36.6)	138 (43.3)
Weighted mean (SD)	15.1 (6.7)	14.0 (6.0)	14.2 (7.4)	14.4 (6.1)	14.6 (6.7)
<b>Dairy products/milk</b>					
Achieved recommendation, n (%)	61 (47.3)	23 (38.3)	39 (43.8)	17 (41.5)	140 (43.9)
Weighted mean (SD)	10.8 (6.3)	9.7 (5.7)	10.1 (6.6)	11.1 (5.8)	10.4 (6.2)
<b>Fish</b>					
Achieved recommendation, n (%)	3 (2.3)	1 (1.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	4 (1.3)
Weighted mean (SD)	1.3 (1.6)	1.0 (1.2)	1.1 (1.0)	1.0 (0.7)	1.1 (1.3)
<b>Red meat</b>					
Achieved recommendation, n (%)	24 (18.6)	23 (38.3)	19 (21.3)	14 (34.1)	80 (25.1)
Weighted mean (SD)	5.1 (4.6)	3.3 (3.3)	5.8 (4.8)	3.3 (3.0)	4.7 (4.3)
<b>Poultry</b>					
Achieved recommendation, n (%)	105 (81.4)	55 (91.7)	74 (83.1)	36 (87.8)	270 (84.6)
Weighted mean (SD)	2.1 (2.8)	1.4 (1.7)	2.1 (2.6)	1.8 (2.6)	1.9 (2.6)
<b>Vegetable oil</b>					
Achieved recommendation, n (%)	36 (27.9)	14 (23.3)	23 (25.8)	13 (31.7)	86 (27.0)
Weighted mean (SD)	4.6 (2.7)	4.6 (3.4)	5.0 (3.5)	4.4 (2.5)	4.7 (3.1)
<b>Unsalted nuts</b>					
Achieved recommendation, n (%)	16 (12.4)	9 (15.0)	8 (9.0)	6 (14.6)	39 (12.2)
Weighted mean (SD)	1.1 (2.1)	1.4 (2.4)	0.9 (2.0)	1.9 (3.9)	1.2 (2.5)
<b>Alcohol</b>					
Achieved recommendation, n (%)	41 (31.8)	17 (28.3)	25 (28.1)	7 (17.1)	90 (28.2)
Weighted mean (SD)	2.9 (4.5)	2.4 (5.0)	3.3 (5.6)	1.2 (2.8)	2.7 (4.8)

(Continued on next page)

Table II. (Continued)

	Intermittent claudication		Chronic limb-threatening ischaemia		Total
	Men	Women	Men	Women	
<b>Not part of the adapted Mediterranean Diet score</b>					
Butter/cream					
Weighted mean (SD)	5.7 (5.7)	6.5 (5.4)	8.0 (6.4)	7.3 (5.5)	6.7 (5.9)
Sweets					
Weighted mean (SD)	4.6 (5.1)	4.6 (5.3)	3.9 (4.5)	4.1 (4.1)	4.3 (4.9)
Sweetened drinks					
Weighted mean (SD)	3.0 (5.4)	3.0 (5.9)	3.2 (5.7)	2.0 (4.9)	2.9 (5.5)
Salted snacks					
Weighted mean (SD)	1.4 (2.5)	0.5 (1.2)	1.8 (3.8)	0.9 (1.6)	1.3 (2.7)
Supplements (vitamins and minerals), n (%)	39 (30.2)	26 (43.3)	32 (36.0)	17 (41.5)	114 (35.7)

Notes. If not otherwise indicated, all values are presented as absolute frequency (n) and percentage (%), standard deviation (SD) in mean number of servings per week.

## Fish

Two-hundred-and-six patients (64.6%) of the whole cohort reported eating fish once or twice a week.

## Meat

The prevalence of red meat consumption was higher in CLTI patients. For consumption of red meat such as beef, pork, sheep, or lamb, nearly 70% of all men with CLTI stated a consumption at least three times a week, compared to 51.2% within CLTI women. Within the entire cohort, only 11% of all patients reported red meat consumption never or rarely (<once per week). For poultry consumption, the range of three times a week to several times a day was more than twice as high among men as among women.

## Butter and cream

Higher butter consumption was associated with CLTI. In both groups, CLTI men and women more than 60% of the patients consumed butter or cream at least once a day. Thirty-three per cent of the IC men abstained completely from butter and cream (16.7% for IC women, 19.1% for CLTI men and 17.1% for CLTI women).

## Unsalted nuts

With 66.5%, most of the included patients reported eating unsalted nuts never or rarely with no predominance of sex or disease stage.

## Alcohol

The average of alcohol abstinent women with 64.4% was clearly above their male counterparts (47.7%).

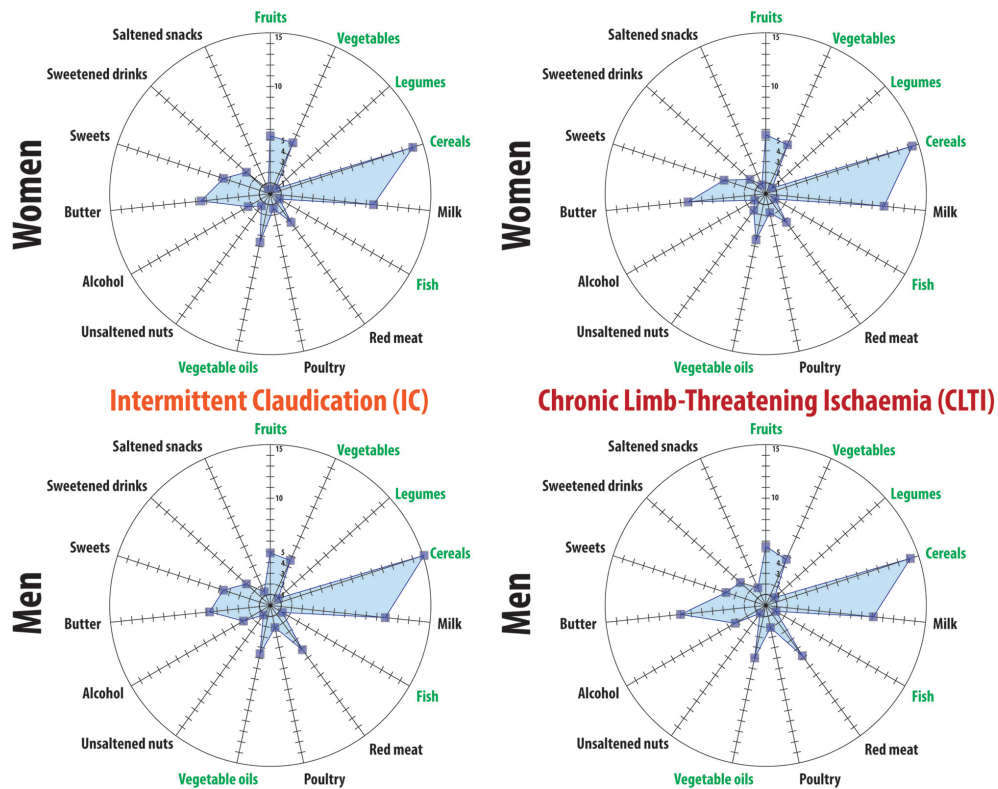
## Discussion

The current survey of 319 consecutively treated patients at a tertiary centre illuminated the nutrition habits in a target population that is known for its poor health behaviour and poor long-term outcomes. Firstly, most patients did not achieve the recommended weekly servings referring to the Mediterranean Diet for fruits, vegetables, legumes, fish, and unsalted nuts. On the other hand, 43.3% achieved the recommendation for cereal products, and 84.6% for poultry. Secondly, most patients responded that they had not received any advice concerning healthy eating to improve the long-term course of their disease. In most cases, this usually takes place as part of the secondary prevention handled by nutritionists during rehabilitation programmes. Several explanations for these results could be discussed from a lack of specific interest or knowledge on the side of the patient through limited time for extensive education in everyday clinical practice on the side of the physician. Interestingly, the considerably high rate of active smokers amongst the target population emphasizes that healthy living and risk factor modification remain the Achilles heel of PAD treatment. In a recent cross-sectional survey study including patients with inpatient treatment of symptomatic PAD, 46.6% stated that they had not changed their lifestyle and health behaviour since the index diagnosis, and 33.1% responded that they were not aware of the reasons for all of their medication orders [21].

In the current survey, the consumption of fruits was associated with less advanced disease stages at presentations, while more than 10% reported that they never eat fruits. Thirty-seven percent of the patients stated that they eat fruit every day with a predominance of women. Amongst the patients with a relatively high fruit consumption of more than three times per week, there was a lower prevalence of CLTI, which confirmed findings from a previous study [22].

Also interestingly, we observed a frequent consumption of red meat, butter and cream in patients treated invasively





**Figure 1.** Illustration about the frequency of mean weekly consumption of certain foods and beverages within the last 12 months in women (top) and men (bottom) with intermittent claudication (left) and chronic limb-threatening ischaemia (right). The green colour denotes recommended foods in the Mediterranean Diet.

for symptomatic PAD. The high frequency of red meat consumption is mirrored in the observation that the only Mediterranean Diet recommendation that is met by more than 80 percent of the study sample is poultry consumption.

Hence, more than half of the patients stated that they consumed these foods at least once a day. It has been proven that the consumption of saturated fatty acids, such as butter, has a negative effect on the occurrence of PAD, which can be attributed to the resulting high LDL and cholesterol levels in the blood [23, 24]. In this cohort the group of CLTI patients showed a percentage higher consumption of butter and cream compared to the IC group. Taken together, the high total fat intake and association between cholesterol and PAD occurrence previously described in the literature could be confirmed.

More than half of the patients surveyed reported eating red meat, such as beef, pork, mutton, or lamb, four to six times a week. Amongst the entire cohort, 34.9% even said they eat red meat once a day or more often. In addition, the assumption was confirmed that men consume red meat more frequently than women. When compared with IC,

patients treated with CLTI eat meat more than twice as often. The previously published connection between meat consumption and a higher incidence of PAD is consistent with this [25, 26].

Taken all together, very few patients were on a Mediterranean Diet, which is defined by a preferred intake of vegetable fats contained in nuts or vegetable oils, as well as seeds, vegetables, fruit, legumes and whole grain products. In addition, moderate consumption of (red) wine, seafood, milk, eggs and poultry and little to no intake of red meat or sweets [10].

Interestingly, available practice guidelines contain only vague advice concerning lifestyle advice and nutrition and do not give any clear recommendation [8].

The European Guideline for Prevention of Cardiovascular Disease recommends a daily intake of 200g of fruit and 200g of vegetables divided into 2-3 portions throughout the day [27]. A meta-analysis on coronary artery disease also reports that each additional serving of fruit and vegetables can reduce the risk of stroke by up to 5% [8, 28]. For metabolic syndrome there are several recommendations as Mediterranean Diet, Mediterranean Dietary Approaches

to Stop Hypertension (DASH) diet, plant-based diets, or fasting [29].

In the guideline of the German Nutrition Society there is no concrete recommendation for PAD, but obesity, diabetes, hypertension and coronary heart disease, which are common comorbidities of PAD. They recommended high fibre intake e.g., with whole-grain products and reduced sweets to reduce the risk for cardiovascular diseases [30, 31].

In the German National Nutrition Survey it was reported that the general population in Germany eat less plant-based foods as fruits and vegetables than recommended and too much animal-based food as meat, sausages, milk, and fish [32]. Further, men eat more meat than women [33]. A further result of this study was that nutrition knowledge was higher among women [34] and higher knowledge results in higher consumption of favourable foods as fruits and vegetables.

Although the high-level evidence-base on nutrition and its preventive potential remain sparse, there is increasing data suggesting that a Mediterranean Diet should be recommended for all patients with PAD [10].

The current study has several strengths but also limitations. Firstly, even though this cohort consecutively included all patients eligible during the study period, we cannot rule out that a selection bias affected the central conclusions e.g. patients who died after the index revascularisation. Secondly, a recall bias and self-reported answering has to be considered. There are various external factors interfering with health behaviour. However, due to the very limited evidence base, it appears important to illuminate health behaviour in this vulnerable target population to identify targets to improve the outcomes in a further step. Thirdly, we did not collect data about food allergies e.g. lactose intolerance or personal preferences as vegan/vegetarian lifestyle. For certain nutrition groups, a further subdivision might be reasonable (e.g., cereals into refined carbohydrates vs. whole grains) but the current study followed a pragmatic approach to give an insight into a highly complex research topic. Also, the current survey study did not aim to reveal any associations between nutrition and outcomes. In addition, due to the non-random assignment to nutrition patterns, it is not possible to derive causal relations.

## Conclusions

This study provides an overview of the everyday eating habits of symptomatic PAD patients treated invasively in a tertiary care centre. Above all, the results of this study show a poor handling of patient information regarding a healthy diet in the context of secondary prevention to prevent the progression of this atherosclerotic disease, which is important for an adequate therapy. A hospital stay can be served as teachable moment to change nutritional habits.

The current study suggested that there is a need of improvement along with results suggesting that most

patients were not sufficiently informed. This can be seen as missed opportunity. It appears reasonable to increase the awareness and patient education to use every single chance to improve the considerably poor outcomes.

## Electronic supplementary material

The electronic supplementary material (ESM) is available with the online version of the article at <https://doi.org/10.1024/0301-1526/a001005>

**ESM 1.** The frequency rating scale answer including description from rarely to never to three times a day and its value for weighting the servings per week (Table)

**ESM 2.** The calculation of the adapted Mediterranean Diet score of the 11 food groups (Table)

**ESM 3.** Frequency of consumption of certain foods and beverages within the last 12 month in this cohort (Table)

## References

1. Song P, Rudan D, Zhu Y, Fowkes FJL, Rahimi K, Fowkes FGR, 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):e1020–e30.
2. Fowkes FG, Rudan D, Rudan I, Aboyans V, Denenberg JO, McDermott MM, 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):1329–40.
3. Kreutzburg T, Peters F, Kuchenbecker J, Marschall U, Lee R, Kriston L, 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):248–56.
4. Peters F, Kreutzburg T, Riess HC, Heidemann F, Marschall U, L'Hoest H, 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):421–9.
5. Gerhard-Herman MD, Gornik HL, Barrett C, Barshes NR, Corriere MA, Drachman DE, 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(11):e71–e126.
6. Aboyans V, Ricco JB, Bartelink MEL, Bjorck M, Brodmann M, Cohnert T, 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(3):305–68.
7. Conte MS, Bradbury AW, Kolh P, White JV, Dick F, Fitridge R, et al. Global vascular guidelines on the management of chronic limb-threatening ischemia. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2019;58(1S):pp. S1–S109.e33.
8. Frank U, Nikol S, Belch J, Boc V, Brodmann M, Carpentier PH, et al. ESVM Guideline on peripheral arterial disease. *Vasa*. 2019;48(Suppl 102):1–79.
9. Arnett DK, Blumenthal RS, Albert MA, Buroker AB, Goldberger ZD, Hahn EJ, et al. 2019 ACC/AHA Guideline on the Primary Prevention of Cardiovascular Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2019; 140(11):e596–e646.

10. Adegbola A, Behrendt C-A, Zyriax B-C, Windler E, Kreutzburg T. The impact of nutrition on the development and progression of peripheral artery disease: A systematic review. *Clin Nutr.* 2022;41(1):49–70.
11. Panagiotakos DB, Pitsavos C, Arvaniti F, Stefanadis C. Adherence to the Mediterranean food pattern predicts the prevalence of hypertension, hypercholesterolemia, diabetes and obesity, among healthy adults: the accuracy of the MedDietScore. *Prev Med.* 2007;44(4):335–40.
12. Gao S, Zhao D, Wang M, Zhao F, Han X, Qi Y, et al. Association between circulating oxidized LDL and atherosclerotic cardiovascular disease: a meta-analysis of observational studies. *Can J Cardiol.* 2017;33(12):1624–32.
13. Geovanini GR, Libby P. Atherosclerosis and inflammation: overview and updates. *Clin Sci.* 2018;132(12):1243–52.
14. Kattoor AJ, Kanuri SH, Mehta JL. Role of Ox-LDL and LOX-1 in atherogenesis. *Curr Med Chem.* 2019;26(9):1693–700.
15. Li D, Patel AR, Klibanov AL, Kramer CM, Ruiz M, Kang BY, et al. Molecular imaging of atherosclerotic plaques targeted to oxidized LDL receptor LOX-1 by SPECT/CT and magnetic resonance. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2010;3(4):464–72.
16. Lane JS, Magno CP, Lane KT, Chan T, Hoyt DB, Greenfield S. Nutrition impacts the prevalence of peripheral arterial disease in the United States. *J Vasc Surg.* 2008;48(4):897–904.
17. Kotov A, Peters F, Debus ES, Zeller T, Heider P, Stavroulakis K, et al. The prospective GermanVasc cohort study. *Vasa.* 2021;50(6):446–52.
18. Riess HC, Debus ES, Schwaneberg T, Hischke S, Maier J, Bublitz M, et al. Indicators of outcome quality in peripheral arterial disease revascularisations – a Delphi expert consensus. *Vasa.* 2018;47(6):491–7.
19. Behrendt CA, Björck M, Schwaneberg T, Debus ES, Cronenwett J, Sigvant B, et al. Editor's Choice – Recommendations for registry data collection for revascularisations of acute limb ischaemia: A Delphi consensus from the international consortium of vascular registries. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2019;57(6):816–21.
20. Behrendt CA, Bertges D, Eldrup N, Beck AW, Mani K, Venermo M, et al. International consortium of vascular registries consensus recommendations for peripheral revascularisation registry data collection. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2018;56(2):217–37.
21. Alushi K, Hinterseher I, Peters F, Rother U, Bischoff MS, Mylonas S, 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(3):498.
22. Heffron SP, Rockman CB, Adelman MA, Gianos E, Guo Y, Xu JF, et al. Greater frequency of fruit and vegetable consumption is associated with lower prevalence of peripheral artery disease. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2017;37(6):1234–40.
23. Mazidi M, Wong ND, Katsiki N, Mikhailidis DP, Banach M. Dietary patterns, plasma vitamins and trans fatty acids are associated with peripheral artery disease. *Lipids Health Dis.* 2017;16(1):254.
24. Ciccarone E, Di Castelnuovo A, Salcuni M, Siani A, Giacco A, Donati MB, et al. A high-score Mediterranean dietary pattern is associated with a reduced risk of peripheral arterial disease in Italian patients with type 2 diabetes. *J Thromb Haemost.* 2003;1(8):1744–52.
25. Donnan PT, Thomson M, Fowkes FG, Prescott RJ, Housley E. Diet as a risk factor for peripheral arterial disease in the general population: the Edinburgh Artery Study. *Am J Clin Nutr.* 1993;57(6):917–21.
26. Ogilvie RP, Lutsey PL, Heiss G, Folsom AR, Steffen LM. Dietary intake and peripheral arterial disease incidence in middle-aged adults: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study. *Am J Clin Nutr.* 2017;105(3):651–9.
27. Perk J, De Backer G, Gohlke H, Graham I, Reiner Z, Verschuren M, et al. European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice (version 2012). The Fifth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of nine societies and by invited experts). *Eur Heart J.* 2012;33(13):1635–701.
28. Dauchet L, Amouyel P, Dallongeville J. Fruits, vegetables and coronary heart disease. *Nat Rev Cardiol.* 2009;6(9):599–608.
29. Castro-Barquero S, Ruiz-León AM, Sierra-Pérez M, Estruch R, Casas R. Dietary strategies for metabolic syndrome: A comprehensive review. *Nutrients.* 2020;12(10):2983.
30. Wolfram G, Bechthold A, Boeing H, Ellinger S, Hauner H, Kroke A, et al. Evidence-based guideline of the German Nutrition Society: Fat intake and prevention of selected nutrition-related diseases. *Ann Nutr Metab.* 2015;67(3):141–204.
31. Hauner H, Bechthold A, Boeing H, Brönstrup A, Buyken A, Leschik-Bonnet E, et al. Evidence-based guideline of the German Nutrition Society: Carbohydrate intake and prevention of nutrition-related diseases. *Ann Nutr Metab.* 2012;60 (Suppl 1):1–58.
32. Koch F, Heuer T, Krems C, Claupein E. Meat consumers and non-meat consumers in Germany: A characterisation based on results of the German National Nutrition Survey II. *J Nutr Sci.* 2019;8:e21.
33. Koch F, Krems C, Heuer T, Claupein E. Attitudes, perceptions and behaviours regarding meat consumption in Germany: results of the NEMONIT study. *J Nutr Sci.* 2021;10:e39.
34. Koch F, Hoffmann I, Claupein E. Types of nutrition knowledge, their socio-demographic determinants and their association with food consumption: Results of the NEMONIT study. *Front Nutr.* 2021;8:630014.

#### History

Submitted: 22.02.2022

Accepted after revision: 19.04.2022

Published online: 02.05.2022

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict related to the current study.

#### Funding

This work was supported by the German Federal Joint Committee [grant number 01VVF16008 and 01VVF18035 to CAB].

#### ORCID

Christian-Alexander Behrendt

<https://orcid.org/0000-0003-0406-3319>

Joachim Westenhoefer

<https://orcid.org/0000-0002-3203-6599>

#### Correspondence address

Assoc. Prof. Dr. Christian-Alexander Behrendt  
Head of Research Group GermanVasc,  
Department of Vascular Medicine  
University Heart and Vascular Center UKE Hamburg  
University Medical Center Hamburg-Eppendorf  
Martinistraße 52  
20246 Hamburg  
Germany

behrendt@hamburg.de

## Electronic Supplementary Material

ESM 1. The frequency rating scale answer including description from rarely to never to three times a day and its value for weighting the servings per week

<b>Frequency scale answer</b>	<b>Description</b>	<b>Servings per week</b>
0	Rarely or never	0
1	Once a week	1
2	Twice a week	2
3	Three times a week	3
4	Four to six times a week	5
5	Once per day	7
6	Twice a day	14
7	Three times a day	21

## Electronic Supplementary Material

### ESM 2. The calculation of the adapted Mediterranean Diet score of the 11 food groups

Food	Question	Frequency scale answer	Point
Fruits	How often do you consume fruit (e.g. 1 apple, 1 banana, 1 handful of strawberries, 1 small fruit salad)?	7	1
Vegetables	How often do you eat vegetables, salad or raw vegetables (e.g. as side dish to the main course or salad)?	7	1
Legumes	How often do you eat legumes (e.g. lentils, peas, beans as a stew or as side dish)?	4–7	1
Cereals	How often do you eat whole grain bread, cereal flakes, whole grain rice, pasta and potatoes (e.g. 1 slice of bread, 2-3 tablespoons of muesli, rice, pasta as a side dish, 2 medium-sized potatoes)?	7	1
Dairy products/milk	How often do you consume milk and milk products such as yoghurt, quark, cheese (e.g. 1 glass of milk, 1 small cup of yoghurt, 1 slice of cheese)?	1–5	1
Fish	How often do you eat fish (e.g. as a main course, fish sandwich)?	5–7	1
Red meat	How often do you consume red meat (beef, pork, sheep, lamb) as a main course and sausages made from it, e.g. as cold cuts?	0–1	1
Poultry	How often do you eat poultry (chicken, turkey) as a main course and sausages made from them, e.g. as cold cuts?	0–3	1
Vegetable oil	How often do you use vegetable oils such as olive, rapeseed or sunflower oil (e.g. 1 tablespoon to prepare salad, vegetables, cooked dishes)?	5–7, if olive or rape oil	1
Unsalted nuts	How often do you eat unsalted nuts such as walnuts, hazelnuts, almonds (e.g. 1 small handful)?	4–7	1
Alcohol	How often do you consume alcoholic beverages such as wine, sparkling wine, beer or hard liquor (e.g. 1 glass of wine, 1 small bottle of beer (0.3 l), 1 small glass of hard liquor)?	1–4	1
<b>Total score</b>			<b>11</b>

## Electronic Supplementary Material

**ESM 3.** Frequency of consumption of certain foods and beverages within the last 12 month in this cohort

	Intermittent claudication		Chronic limb-threatening ischaemia		Total
	Men	Women	Men	Women	
<b>Number of patients, n</b>	<b>129</b>	<b>60</b>	<b>89</b>	<b>41</b>	<b>319</b>
<b>Fruits</b>					
Rarely or never, n (%)	18 (14.0)	7 (11.7)	5 (5.6)	5 (12.2)	35 (11.0)
Once or twice a week, n (%)	26 (20.2)	9 (15.0)	18 (20.3)	6 (14.6)	59 (18.5)
Three to six times a week, n (%)	30 (23.3)	14 (23.4)	27 (30.3)	7 (17.1)	78 (24.5)
At least once a day, n (%)	55 (42.7)	30 (50.1)	39 (43.8)	23 (56.1)	147 (46.1)
<b>Vegetables</b>					
Rarely or never, n (%)	5 (3.9)	2 (3.3)	1 (1.1)	4 (9.8)	12 (3.8)
Once or twice a week, n (%)	26 (20.2)	4 (6.7)	27 (30.4)	5 (12.2)	62 (19.5)
Three to six times a week, n (%)	56 (43.4)	31 (51.6)	35 (39.4)	11 (26.8)	133 (41.6)
At least once a day, n (%)	41 (31.8)	23 (38.3)	24 (26.9)	21 (51.2)	109 (34.2)
No answer/I don't know, n (%)	1 (0.8)	0 (0)	2 (2.2)	0 (0)	3 (0.9)
<b>Legumes</b>					
Rarely or never, n (%)	51 (39.5)	27 (45.0)	30 (33.7)	17 (41.5)	125 (39.2)
Once or twice a week, n (%)	69 (53.5)	32 (53.3)	49 (55.0)	22 (53.6)	172 (53.9)
Three to six times a week, n (%)	9 (7.0)	1 (1.7)	9 (10.1)	1 (2.4)	20 (9.3)
No answer/I don't know, n (%)	0 (0)	0 (0)	1 (1.1)	1 (2.4)	2 (0.6)
<b>Cereals</b>					
Rarely or never, n (%)	1 (0.8)	1 (1.7)	2 (2.2)	0 (0)	4 (1.3)
Once or twice a week, n (%)	2 (1.6)	2 (3.3)	4 (4.4)	1 (2.4)	9 (2.8)
Three to six times a week, n (%)	16 (12.4)	5 (8.4)	14 (15.8)	3 (7.3)	38 (11.9)
At least once a day, n (%)	110 (84.2)	52 (86.7)	68 (76.5)	38 (90.4)	247 (83.8)
No answer/I don't know, n (%)	0 (0)	0 (0)	1 (1.1)	0 (0)	1 (0.3)
<b>Fish</b>					
Rarely or never, n (%)	31 (24.0)	23 (38.3)	25 (28.1)	8 (19.5)	87 (27.3)
Once or twice a week, n (%)	87 (67.5)	33 (55.0)	54 (60.7)	32 (75.0)	206 (64.6)
Three to six times a week, n (%)	7 (5.5)	3 (5.0)	8 (9.0)	1 (2.4)	19 (6.0)
At least once a day, n (%)	3 (2.4)	1 (1.7)	0 (0)	0 (0)	4 (1.2)
No answer/I don't know, n (%)	1 (0.8)	1 (1.6)	2 (2.2)	0 (0)	3 (0.9)
<b>Red meat</b>					
Rarely or never, n (%)	11 (8.5)	7 (11.7)	9 (10.1)	8 (19.5)	35 (11.0)
Once or twice a week, n (%)	27 (21.0)	23 (38.4)	17 (19.1)	12 (29.2)	79 (24.8)
Three to six times a week, n (%)	46 (35.7)	19 (31.7)	26 (29.2)	12 (29.3)	103 (32.2)
At least once a day, n (%)	44 (34.2)	11 (18.3)	36 (40.4)	9 (21.9)	100 (31.4)
No answer/I don't know, n (%)	1 (0.8)	0 (0)	1 (1.1)	0 (0)	2 (0.6)
<b>Poultry</b>					
Rarely or never, n (%)	34 (26.4)	19 (31.7)	20 (22.5)	10 (24.4)	83 (26.0)
Once or twice a week, n (%)	60 (46.5)	33 (55.0)	45 (50.6)	23 (56.1)	161 (50.5)
Three to six times a week, n (%)	24 (18.6)	4 (6.7)	14 (15.7)	4 (9.7)	46 (14.5)
At least once a day, n (%)	11 (8.6)	3 (5.0)	7 (7.8)	3 (7.3)	24 (7.6)
No answer/I don't know, n (%)	0 (0)	1 (1.7)	3 (3.4)	1 (2.4)	5 (1.6)

## Electronic Supplementary Material

<b>Dairy products/milk</b>						
Rarely or never, n (%)	4 (3.1)	6 (10.0)	6 (6.7)	1 (2.4)	17 (5.3)	
Once or twice a week, n (%)	5 (3.9)	2 (3.3)	8 (9.0)	2 (4.9)	17 (5.3)	
Three to six times a week, n (%)	17 (12.2)	8 (13.4)	15 (16.8)	4 (9.7)	44 (13.8)	
At least once a day, n (%)	103 (79.9)	44 (73.4)	59 (67.4)	34 (82.9)	241 (75.6)	
<b>Butter/cream</b>						
Rarely or never, n (%)	42 (32.6)	10 (16.7)	17 (19.1)	7 (17.1)	76 (23.8)	
Once or twice a week, n (%)	11 (8.5)	6 (10.0)	8 (9.0)	4 (9.7)	29 (9.1)	
Three to six times a week, n (%)	11 (8.5)	10 (16.7)	8 (9.0)	4 (9.7)	33 (10.4)	
At least once a day, n (%)	65 (50.2)	34 (56.6)	55 (61.7)	26 (63.6)	180 (56.5)	
No answer/I don't know, n (%)	0 (0)	0 (0)	1 (1.1)	0 (0)	1 (0.3)	
<b>Vegetable oil</b>						
Rarely or never, n (%)	9 (7.0)	6 (10.0)	6 (6.7)	5 (12.2)	26 (8.2)	
Once or twice a week, n (%)	24 (18.6)	12 (20.0)	14 (15.7)	2 (4.8)	52 (16.3)	
Three to six times a week, n (%)	44 (34.1)	23 (38.3)	33 (37.1)	18 (43.9)	118 (37.0)	
At least once a day, n (%)	50 (38.8)	19 (31.7)	31 (34.9)	15 (36.6)	115 (36.1)	
No answer/I don't know, n (%)	2 (1.6)	0 (0.0)	5 (5.6)	1 (2.4)	8 (2.5)	
<b>Salted snacks</b>						
Rarely or never, n (%)	77 (59.7)	46 (76.7)	53 (59.6)	28 (68.3)	204 (63.9)	
Once or twice a week, n (%)	22 (17.1)	9 (15.0)	16 (18.0)	4 (9.7)	51 (16.0)	
Three to six times a week, n (%)	21 (16.3)	3 (5.0)	12 (13.5)	8 (19.5)	44 (13.8)	
At least once a day, n (%)	8 (6.3)	1 (1.7)	7 (7.7)	1 (2.4)	17 (5.3)	
No answer/I don't know, n (%)	1 (0.8)	1 (1.7)	1 (1.1)	0 (0)	3 (0.9)	
<b>Sweets</b>						
Rarely or never, n (%)	29 (22.5)	14 (23.3)	20 (22.5)	7 (17.1)	70 (21.9)	
Once or twice a week, n (%)	33 (25.6)	16 (26.6)	26 (29.2)	13 (31.8)	88 (27.5)	
Three to six times a week, n (%)	26 (20.2)	11 (18.4)	21 (23.6)	8 (19.5)	66 (20.7)	
At least once a day, n (%)	39 (30.3)	19 (31.7)	21 (23.6)	13 (31.8)	92 (28.8)	
No answer/I don't know, n (%)	2 (1.6)	0 (0)	1 (1.1)	0 (0)	3 (0.9)	
<b>Sweetened drinks</b>						
Rarely or never, n (%)	77 (59.7)	40 (66.7)	53 (59.6)	31 (75.6)	201 (63.0)	
Once or twice a week, n (%)	14 (10.8)	5 (8.4)	8 (9.0)	3 (7.3)	30 (9.4)	
Three to six times a week, n (%)	13 (10.1)	2 (3.3)	6 (6.7)	0 (0)	21 (6.6)	
At least once a day, n (%)	24 (18.7)	13 (21.6)	20 (22.5)	7 (17.1)	64 (20.1)	
No answer/I don't know, n (%)	1 (0.8)	0 (0)	2 (2.2)	0 (0)	3 (0.9)	
<b>Unsalted nuts</b>						
Rarely or never, n (%)	85 (65.9)	37 (61.7)	63 (70.8)	28 (65.9)	212 (66.5)	
Once or twice a week, n (%)	18 (14.0)	10 (16.7)	11 (12.4)	5 (12.2)	44 (13.8)	
Three to six times a week, n (%)	14 (10.8)	6 (10.0)	4 (4.5)	3 (7.3)	27 (8.4)	
At least once a day, n (%)	9 (7.0)	7 (11.7)	7 (7.9)	6 (14.6)	29 (9.1)	
No answer/I don't know, n (%)	3 (2.3)	0 (0)	4 (4.5)	0 (0)	7 (2.2)	
<b>Alcohol</b>						
Rarely or never, n (%)	60 (46.5)	35 (58.3)	44 (49.4)	30 (73.2)	169 (53.0)	
Once or twice a week, n (%)	21 (16.3)	12 (20.0)	17 (19.1)	4 (9.7)	54 (16.9)	
Three to six times a week, n (%)	20 (15.6)	5 (8.4)	8 (9.0)	3 (7.3)	36 (11.3)	
At least once a day, n (%)	27 (20.9)	8 (13.4)	18 (20.3)	4 (9.7)	57 (17.8)	
No answer/I don't know, n (%)	1 (0.8)	0 (0)	2 (2.2)	0 (0)	3 (0.9)	

Notes. If not otherwise indicated, all values are presented as absolute frequency (n) and percentage (%).

## **2. Manuskript zur Publikationspromotion “A cross-sectional survey study on the nutrition patterns amongst patients with symptomatic peripheral artery disease in Germany”**

### **Einleitung**

Die periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK) betrifft als eine häufige Manifestation der systemischen Atherosklerose mit steigender Prävalenz weltweit etwa 237 Millionen Menschen.<sup>1, 2</sup>

Auf dem Boden der Beteiligung aller Gefäßabschnitte und häufig bestehenden multiplen Komorbiditäten liegen die Fünf-Jahres-Amputations- und Sterberaten bei PatientInnen mit Claudicatio intermittens (IC) bei bis zu 48 % und bei PatientInnen mit chronischer, extremitätengefährdender Ischämie (CLTI) bei bis zu 88 %.<sup>3</sup>

Die Bedeutung des *Best Medical Treatment* der pAVK erlangte bereits große Bedeutung.<sup>4</sup> Praxisleitlinien heben hier vor allem die Bedeutung der Raucherentwöhnung, strukturierter, supervidierter Bewegungstherapien sowie eines optimalen pharmakologischen Therapiekonzepts hervor.<sup>5-8</sup>

Neben Referenzangaben zu Body-Maß-Index (BMI) und angeratener Gewichtsreduktion bei Adipositas als Therapiekonzept des metabolischen Syndroms existieren bis heute allerdings keine spezifischen Ernährungsrichtlinien für PatientInnen mit pAVK. Die wenigen krankheitsbezogenen Richtlinien basieren bisher nur auf Meinungen von ExpertInnen, entsprechend einem Evidenzgrad IV bis V. Im Rahmen der Primärprävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen im Allgemeinen empfehlen das American College of Cardiology (ACC) und die American Heart Association (AHA) im Jahr 2019 eine Ernährung, die den vermehrten Verzehr von Obst, Gemüse, proteinreichen und Vollkornprodukten umfasst. Verzichtet werden sollte hingegen auf rotes Fleisch und andere Lebensmittel, welche gesättigte Fettsäuren, Transfettsäuren, raffinierte Kohlenhydrate oder viel Natrium enthalten.<sup>9</sup>

In einer kürzlich veröffentlichten systematischen Übersichtsarbeit von Studien zu diesem Thema befassten sich 82 Artikel mit Ernährungsgewohnheiten bei u.a. pAVK-PatientInnen und deren Auswirkungen auf die Krankheitsinzidenz.<sup>10</sup> Hieraus resultieren jedoch auch nur wenige Empfehlungen, z. B. im Sinne einer



mediterranen Ernährungsweise bzw. Mittelmeerdiät.<sup>11</sup> Ebenso geht die Erkenntnis eines protektiven Effektes durch den Verzehr von Nüssen hervor.<sup>10</sup>

Bestimmte molekulare Prozesse, wie systemische Inflammationen und die vermehrte Einlagerung von Low-Density-Lipoprotein (LDL)-Cholesterin in der Arterienwand, spielen nachweislich eine wichtige Rolle in der Entstehung und dem Fortschreiten von atherosklerotischen Prozessen. Letzterem kann nachweislich durch eine gesunde Ernährung entgegengewirkt werden.<sup>12-15</sup>

In untersuchten amerikanischen Kohorten mit einer vergleichsweise höheren Aufnahme von Vitamin A, C, E, B6, Ballaststoffen, Folsäure und Omega-3-Fettsäuren zeigte sich ein signifikant geringeres pAVK-Vorkommen.<sup>16</sup>

Vor dem Hintergrund des bekanntlich fragwürdigen Gesundheitsverhaltens von pAVK-Betroffenen, scheint es wahrscheinlich, dass auch die Essgewohnheiten dieses PatientInnenkollektivs mangelhaft sind. Bis heute wurden jedoch – entgegen beispielsweise den Rauchgewohnheiten – keine reproduzierbaren Angaben zum spezifischen Ernährungsverhalten von pAVK-PatientInnen gemacht.

Die vorliegende Querschnittsbefragung zielte darauf ab, Ernährungsmuster von symptomatischen pAVK-PatientInnen zu erfassen und diese mit allgemein geltenden (mediterranen) Diättempfehlungen in Relation zu setzen. Zudem sollte eine Aussage über die Durchführung und den potentiellen Effekt einer Aufklärung dieser PatientInnen zum Thema Ernährung im klinischen Alltag getroffen werden.

## **Material und Methoden**

Die vorliegende Arbeit beinhaltet eine monozentrische Teilstudie der prospektiven multizentrischen GermanVasc-Kohortenstudie (NCT03098290), welche sich mit PatientInnen befasst, die sich in Deutschland einer invasiven Revaskularisation bei symptomatischer pAVK unterzogen haben.<sup>17</sup>

Für die aktuelle Studie erfolgte der Versuch einer Kontaktaufnahme aller PatientInnen, die sich zwischen dem 1. Mai 2018 und dem 31. Dezember 2020 am Studienzentrum des Universitären Herz- und Gefäßzentrums, Universitätsklinikum

Hamburg Eppendorf einer endovaskulären oder offenchirurgischen Revaskularisation unterzogen (n=466). Alle eingeschlossenen PatientInnen litten zum angegebenen Studienzeitraum an einer symptomatischen pAVK im Sinne einer Claudicatio intermittens (IC, n=189) oder an einer chronischen, extremitätenbedrohenden Ischämie (CLTI, n=130), einschließlich einem diabetischen Fußsyndrom.

Alle PatientInnen, die letztendlich in die Befragung eingeschlossen wurden (n=319), erklärten bereits in Zusammenhang mit der vorherigen Studie ihr ausdrückliches Einverständnis gegenüber einer Teilnahme an weiterführender umfragebasierter Forschung. Eine Genehmigung der Studie (PV5691) durch die Ethikkommission der Ärztekammer Hamburg liegt vor. Verwendete Studienvariablen waren durch die prospektive GermanVasc-Kohortenstudie bereits verfügbar, wurden zuvor von einem internationalen Delphi-Komitee genehmigt und bereits an anderer Stelle veröffentlicht.<sup>18-20</sup>

Die Datenerhebung erfolgte anhand eines von ErnährungsexpertInnen entworfenen Fragebogens. Hierdurch konnten quantitative Angaben darüber erfasst werden, wie häufig die PatientInnen in den letzten 12 Monaten bestimmte Nahrungsmittel und Getränke verzehrten. Dabei wurden ungefähre Portionsgrößen vorgegeben und die durchschnittliche Konsumhäufigkeit durch die PatientInnen ergänzt. Es wurde darauf hingewiesen, nur eine Antwortmöglichkeit anzugeben. Angaben zum Verzehr folgender 15 Lebensmittel wurden erbeten: Obst, Gemüse, Hülsenfrüchte, Getreideprodukte, Fisch, rotes Fleisch, Geflügel, Milchprodukte, Butter und/oder Sahne, pflanzliche Öle, ungesalzene Nüsse, Süßigkeiten, gesalzene Snacks, gesüßte Getränke und Alkohol.

Antwortmöglichkeiten wurden im Fragebogen als 8-stufige Häufigkeitsskala angegeben, die im Rahmen der Auswertung aus Übersichtszwecken auf folgende 5 Kategorien verdichtet wurde: „selten bis nie“, „ein- bis zweimal pro Woche“, „drei- bis sechsmal pro Woche“, „mindestens einmal pro Tag“ und „keine Antwort/ich weiß es nicht“. Fragebögen, bei denen PatientInnen mehrere Antwortmöglichkeiten ankreuzten wurden ausgeschlossen.

Für 11 Lebensmittelgruppen wurde zudem anhand der Antworten ein modifizierter Mittelmeerdiät-Score berechnet.

Außerdem wurden die PatientInnen gefragt, ob sie im Rahmen ihrer pAVK-Erkrankung und -Behandlung bereits Informationen zu gesunder Ernährung erhalten hätten und wenn ja, in welchem Zusammenhang. Mögliche Antwortmöglichkeiten waren hier: „nein“, „ja, schriftliche Informationen (Faltblatt, Broschüre)“, „ja, ärztliche Hinweise“, „ja, eine ausführliche Beratung durch eine Ernährungsfachkraft“, „ja, andere“ oder „keine Antwort/ich weiß es nicht“.

Die deskriptiven Ergebnisse wurden nach Geschlecht und Krankheitsstadium in Anlehnung an die modifizierte Rutherford-Klassifikation (leichte, mittelschwere und schwere Claudicatio intermittens (IC) vs. chronisch-kritische Extremitätenischämie einhergehend mit ischämischem Ruheschmerz, Geschwüren/Nekrosen und/oder nicht heilenden Amputationswunden (CLTI)) stratifiziert.

Zusätzlich wurden Angaben zu regelmäßiger Einnahme von Vitamin- und Mineralstoffpräparaten sowie der Einnahme von pflanzlichen Ölen im Sinne der bevorzugten Ölsorte erfasst.

## **Ergebnisse**

Insgesamt wurden 319 PatientInnen befragt (31,7 % Frauen, im Durchschnitt 69,4 Jahre alt). Hierunter litten 189 (59,2 %) PatientInnen an einer IC und 130 (40,8 %) an einer CLTI.

### Kardiovaskuläre Risikofaktoren

Zum Zeitpunkt der Revaskularisation gaben 37,0 % der PatientInnen einen aktiven Raucherstatus an, 17,2 % waren adipös. Fast ein Drittel (32,0 %) hatte einen diagnostizierten Diabetes mellitus und 79,6 % einen arteriellen Bluthochdruck.

### Ernährungsaufklärung

Insgesamt 71,8 % aller PatientInnen gaben an, dass sie bezüglich ihrer pAVK-Erkrankung bisher keine Informationen über eine gesunde Ernährung erhalten hätten. Hierunter lag mit 82,9 % die Mehrheit unter den Frauen mit CLTI. Lediglich 20 aller eingeschlossenen PatientInnen (6,3 %) gaben an zuvor von einem/r

behandelnden MedizinerIn zum Thema gesunder Ernährung beraten worden zu sein. 18 PatientInnen (5,6 %) gaben an, schriftliche Ernährungsinformationen, z. B. durch Broschüren oder Beipackzettel erhalten zu haben. 16 PatientInnen (5,0 %) hatten sich zuvor bereits von einer Ernährungsfachkraft beraten lassen. 31 PatientInnen (9,7 %) fielen in die Kategorie „Sonstiges“, erhielten also bereits Informationen über das Internet, das Fernsehen etc.

### Mittelmeerdät-Score

Die mittlere Punktzahl des modifizierten Mittelmeerdät-Scores erwies sich mit einer durchschnittlich erreichten Punktzahl von 2,7 bei maximal 11 zu erreichenden Punkten als ungenügend. 11 erzielte Punkte galten hier dem Ausdruck eines vollen Entsprechens der mediterranen Empfehlungen.

Nur 1,6 % aller PatientInnen erreichten die Empfehlung für den Verzehr von Obst, nicht einmal ein Prozent für den Verzehr von Gemüse und lediglich 2,5 % für den Verzehr von Hülsenfrüchten. Demgegenüber erzielten 43,3 % aller PatientInnen die Score-Empfehlung in Bezug auf Getreide- und 84,6 % auf Geflügelverzehr. Fast die Hälfte aller Männer mit IC (47,3 %) erreichten die Empfehlung zum Verzehr von Milchprodukten. In Bezug auf die Aufnahme von Pflanzenöl entsprachen 31,7 % der CLTI-Frauen (25,8 % der CLTI-Männer) der Empfehlung. Nur 12,2 % aller PatientInnen erreichten die Empfehlung zum Verzehr von ungesalzenen Nüssen.

### Obst und Gemüse

Im Vergleich zu IC-PatientInnen war der relative Verzehr von Obst der PatientInnen mit CLTI geringer. In beiden Gruppen konsumierten Frauen mehr Obst und Gemüse als Männer. In der gesamten Kohorte gaben 147 PatientInnen (46,1 %) an, mindestens einmal täglich Obst zu verzehren.

### Getreideprodukte

Insgesamt nahmen 83,8 % aller PatientInnen mindestens einmal täglich Getreideprodukte zu sich. Die Mehrheit lag hier mit 90,4 % bei den CLTI-Frauen (im Vergleich zu 76,5 % bei den CLTI-Männern).

### Fisch

Zweihundertsechs PatientInnen (64,6 %) der gesamten Kohorte gaben an, ein- oder zweimal pro Woche Fisch zu essen.

### Fleisch

Die Prävalenz des Verzehrs von rotem Fleisch wie Rind, Schwein, Schaf oder Lamm war unter CLTI-PatientInnen höher. Fast 70 % aller Männer mit CLTI gaben einen Verzehr von mindestens dreimal pro Woche an, verglichen mit 51,2 % in der Gruppe der CLTI-Frauen. Innerhalb der gesamten Kohorte gaben nur 11 % aller PatientInnen an, nie oder selten (< einmal pro Woche) rotes Fleisch zu verzehren. Beim Geflügelverzehr war die Spanne von dreimal wöchentlich bis mehrmals täglich bei Männern mehr als doppelt so hoch wie bei Frauen.

### Butter und Sahne

Ein vergleichsweise höherer Butterkonsum konnte unter den CLTI-Betroffenen beobachtet werden. In beiden Gruppen, sowohl unter den CLTI-Männern als auch -Frauen, konsumierten mehr als 60 % der PatientInnen mindestens einmal täglich Butter oder Sahne. 33 % der IC-Männer verzichteten komplett auf Butter und Sahne (16,7 % IC-Frauen, 19,1 % CLTI-Männer und 17,1 % CLTI-Frauen).

### Ungesalzene Nüsse

Mit 66,5 % gaben die meisten der eingeschlossenen PatientInnen an, nie oder nur selten ungesalzene Nüsse zu verzehren, ohne eindeutige Unterschiede in Bezug auf Geschlecht oder Krankheitsstadium.

### Alkohol

Der Durchschnitt der alkoholabstinenten Frauen lag mit 64,4 % deutlich über dem der männlichen Patienten (47,7 %).

## Diskussion

Die aktuelle Befragung von 319 invasiv vorbehandelten, symptomatischen pAVK-PatientInnen beleuchtet die Ernährungsgewohnheiten einer Zielpopulation, die für ihr geringwertiges Gesundheitsverhalten sowie unzufriedenstellende therapeutische Langzeitergebnisse bekannt ist.

Die zu diesem Thema bis heute vorliegenden wenigen Studien besagen, dass eine sogenannte mediterrane Ernährung (sog. Mittelmeerdät) mit einem niedrigeren pAVK-Vorkommen assoziiert ist.<sup>10, 21</sup> Definiert wird die mediterrane Diät durch eine bevorzugte Aufnahme von pflanzlichen Fetten, enthalten in Nüssen oder pflanzlichen Ölen, sowie Gemüse, Obst, Hülsenfrüchten, Samen und Vollkornprodukten. Hinzu wird ein mäßiger Konsum von (rotem) Wein, Meeresfrüchten, Milch, Eiern und Geflügel empfohlen und wenig bis gar keine Aufnahme von rotem Fleisch oder Süßigkeiten.<sup>22</sup>

Gemessen an den wöchentlichen Verzehrempfehlungen der Mittelmeerdät, konnte die Mehrzahl der hier eingeschlossenen PatientInnen diese für Obst, Gemüse, Hülsenfrüchte, Fisch und ungesalzene Nüsse nicht erreichen.

In Bezug auf den empfohlenen Getreidekonsum erzielten dagegen 43,3 % der PatientInnen die angeratene Menge. Beim Geflügelverzehr lag die erreichte Anzahl sogar bei 84,6 %. In der aktuellen Umfrage zeigte sich bei PatientInnen mit einem hohen Obstverzehr ein geringeres Vorkommen von fortgeschrittenen pAVK-Stadien, was sich mit Angaben aus einer anderen Studie deckt.<sup>23</sup> Elf Prozent gaben an, selten oder nie Obst zu essen. Siebenunddreißig Prozent hingegen verzehrten durchschnittlich täglich mindestens eine Portion Obst. Dabei übertraf der prozentuale Anteil der Frauen den der Männer.

Als bewiesen gilt, dass sich der Verzehr von gesättigten Fettsäuren, wie Butter oder Sahne negativ auf die pAVK-Entstehung und deren Fortschreiten auswirkt, was auf den resultierenden hohen LDL-Cholesterinspiegel im Blut zurückzuführen ist.<sup>21, 24,</sup>

<sup>25</sup> Die aktuelle Studie zeigt einen hohen Konsum von Butter und/oder Sahne in der vorliegenden pAVK-Kohorte. Über die Hälfte der PatientInnen gab an, mindestens einmal täglich Butter und/oder Sahne zu verzehren, was die in der Literatur beschriebene hohe Cholesterinaufnahme und den Zusammenhang mit dem pAVK-Vorkommen nochmals bekräftigt. Zudem zeigte sich in der Gruppe der CLTI-PatientInnen ein prozentual höherer Butter- und Sahnekonsum im Vergleich zur IC-Gruppe.

Auch vor diesem Hintergrund ist es also von enormer Wichtigkeit eine Optimierung der präventiven Maßnahmen durch Ernährungsempfehlungen additiv zur Behandlung mit lipidsenkenden Medikamenten zu etablieren.<sup>7, 10</sup>

Im Zusammenhang mit der Gesamtfettaufnahme in der aktuellen Kohorte konnte zudem ein hoher Fleischkonsum beobachtet werden. Dies spiegelt sich vor allem darin wider, dass mehr als 80 % der eingeschlossenen PatientInnen die empfohlenen mittelmeerdiätetischen Mengenvorgaben für Geflügelverzehr erreichten. Mehr als die Hälfte der befragten PatientInnen gab an, vier- bis sechsmal wöchentlich rotes Fleisch wie Rind, Schwein, Hammel oder Lamm zu essen.

34,9 % der gesamten Kohorte gaben an, sogar einmal am Tag oder noch öfter Fleisch dieser Art zu sich zu nehmen. Der Fleischkonsum bei Männern übertraf den der Frauen. Der Vergleich zwischen IC- und CLTI-Kohorte zeigte in der CLTI-Gruppe ein mehr als doppelt so häufiges Vorkommen von täglichem Fleischkonsum verglichen zur IC-Gruppe. Der zuvor publizierte Zusammenhang zwischen Fleischverzehr und einer höheren pAVK-Inzidenz stimmt hiermit überein.<sup>26, 27</sup>

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen aber allem voraus auch eine mangelhafte Handhabung der PatientInnenaufklärung hinsichtlich einer gesunden Ernährung im Rahmen der Primärprävention, welche für eine adäquate Langzeitbehandlung grundlegend ist. In Fällen, in denen eine Aufklärung stattfindet, erfolgt diese meist erst im Rahmen der Sekundärprävention durch bspw. Ernährungsfachkräfte während rehabilitativer Programme oder für PatientInnen mit bereits vordiagnostiziertem Diabetes mellitus als etablierte Routinemaßnahme. Dies mag multifaktorieller Ursache sein. Ob auf der einen Seite MedizinerInnen aufgrund bekannter Incompliance dieses PatientInnenklientels wenig Langzeitnutzen in einer Aufklärung sehen (siehe auch mangelhafte Rauchentwöhnungsquoten) oder es im klinischen Alltag dafür schlichtweg an Zeit mangelt oder aber, ob auch auf PatientInnenseite von einem gravierenden Mangel an spezifischem Interesse oder Wissen ausgegangen werden kann, bleibt zunächst offen.

Der beachtlich hohe Anteil der RaucherInnen in der pAVK-Population unterstreicht, dass eine gesunde Lebensweise und die damit verbundene Reduktion von Risikofaktoren die Achillesferse der pAVK-Behandlung verkörpert. In einer aktuellen

Querschnittsbefragung stationär behandelter, symptomatischer pAVK-PatientInnen gaben 46,6 % an, dass sie ihren Lebensstil und ihr Gesundheitsverhalten seit der Indexdiagnose nicht geändert hätten. Zudem entgegneten 33,1 %, dass ihnen die Gründe für all ihre Medikamentenverordnungen nicht bekannt seien.<sup>28</sup>

Aktuell verfügbare Praxisleitlinien zur pAVK enthalten bisher jedoch lediglich unspezifische Hinweise zur Lebensumstellung durch eine Ernährungsberatung (mediterrane/fettarme Kost), jedoch bis jetzt keine eindeutige Empfehlung diesbezüglich.<sup>8</sup>

Die Europäische Leitlinie zur Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen empfiehlt eine tägliche Aufnahme von 200 g Obst und 200 g Gemüse, verteilt auf 2-3 Portionen über den Tag, was ca. dem Gewicht eines Apfels, einer Banane bzw. 3 Karotten, einer kleinen Salatgurke oder 1,5 Paprikas entspricht.<sup>29</sup> Eine Meta-Analyse zur koronaren Herzkrankheit berichtet darüber hinaus, dass jede zusätzliche Portion Obst und Gemüse das Schlaganfallrisiko um bis zu weitere 5 % senken kann.<sup>8, 30</sup>

In der Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Ernährung gibt es ebenfalls keine konkrete Empfehlung für PatientInnen mit pAVK, hingegen aber für Erkrankte mit Adipositas, Diabetes mellitus, Bluthochdruck und koronarer Herzkrankheit, welche alle häufige Begleiterkrankungen der pAVK darstellen. Auch für das metabolische Syndrom, als Symptomkomplex dieser genannten Risikofaktoren, existieren Diättempfehlungen.<sup>31</sup> Generell wird hier eine hohe Ballaststoffzufuhr z. B. durch Vollkornprodukte und verringerten Konsum von Süßigkeiten angeraten, um das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu senken.<sup>32, 33</sup>

In einer Ernährungsbefragung aus dem Jahre 2019 konnte ermittelt werden, dass die Allgemeinbevölkerung in Deutschland weniger pflanzliche Lebensmittel wie Obst und Gemüse zu sich nehmen, als allgemein empfohlen. Hingegen würden verhältnismäßig deutlich zu viel tierische Lebensmittel wie Fleisch, Wurst, Milchprodukte oder auch Fisch konsumiert.<sup>34</sup> Wie in der vorliegenden Arbeit, übertraf der Fleischkonsum bei Männern auch in einer älteren deutschen Studie den der Frauen.<sup>35</sup> Es konnte ebenfalls gezeigt werden, dass das allgemeine Wissen über gesunde Ernährungsfaktoren unter Frauen verbreiteter war, was zu einem höheren Konsum gesundheitsfördernder Lebensmittel wie Obst und Gemüse führe.<sup>36</sup>



Obwohl eine hochrangige Evidenzbasis in Bezug auf die pAVK und Ernährung sowie insbesondere deren präventivem Potenzial spärlich verbleibt, existieren zunehmend Daten, die darauf hindeuten, dass eine mediterrane Ernährungsweise für alle PatientInnen mit pAVK empfohlen werden sollte.<sup>10</sup>

### **Limitationen**

Die aktuelle Studie besitzt mehrere Stärken, aber auch Limitationen. Wir können eine gewisse Selektionsverzerrung der Daten, beispielsweise durch Versterben der PatientInnen nach erfolgter Indexbehandlung, mangelnder Motivation an der Teilnahme dieser Befragung oder vorhandener Sprachbarriere nicht ausschließen. Außerdem müssen Erinnerungsverzerrungen berücksichtigt werden. Zudem werden verschiedene äußere Faktoren, die das Gesundheitsverhalten beeinflussen können, außer Acht gelassen. Hierzu zählen unter anderem Lebensmittelallergien, wie z.B. Laktoseintoleranz oder persönliche Vorzüge einer z.B. vegetarischen oder veganen Lebensweise.

Die aktuelle Umfrage kann zudem aufgrund der nicht-randomisierten Zuordnung zu Ernährungsmustern keine Kausalzusammenhänge zwischen Ernährungsweise und Ergebnissen herbeiführen, sondern stellt vielmehr eine Stuserhebung dar.

### **Schlussfolgerung**

Diese Studie verleiht einen Überblick über die alltäglichen Essgewohnheiten von symptomatischen pAVK-PatientInnen, die zuvor bereits invasiv behandelt wurden. Hierbei erreicht die Mehrheit der pAVK-PatientInnen die bisher in der Literatur angegebenen allgemeinen Makro- und Mikronährstoffempfehlungen nicht. Dies steht auch im Einklang mit dem Fakt, dass sich pAVK-PatientInnen größtenteils nicht an die schon länger etablierten konservativen Empfehlungen zur Veränderung des Lebensstils (Rauchentwöhnung, körperliche Aktivität u.a.) halten.

Die vorliegenden Ergebnisse legen nahe, dass Verbesserungsbedarf vor allem im Zuge der Handhabung einer ernährungsorientierteren PatientInnenaufklärung besteht, welche grundlegend ist, um das Fortschreiten dieser atherosklerotischen Erkrankung zu verhindern. Ein Krankenhausaufenthalt kann hierbei als Chance dienen, das Bewusstsein der PatientInnen zu schärfen, um jede einzelne Gelegenheit zur potentiellen Verbesserung der erheblich schlechten Behandlungsergebnisse zu nutzen.

Aufgrund der sehr begrenzten Evidenzlage erscheint es ebenso wichtig, das Gesundheitsverhalten dieser vulnerablen Zielgruppe weiter zu beleuchten, um in einem weiteren Schritt präventive und therapeutische Ansatzpunkte zur Verbesserung der Outcomes herauszukristallisieren und bestenfalls zu einer Etablierung von effektiven Ernährungsempfehlungen im Rahmen der pAVK-Leitlinienempfehlung beizutragen.

### 3. Zusammenfassung/Abstract

**Ziel der Arbeit:** Obwohl es als belegt gilt, dass Ernährung einen wichtigen Einfluss auf den Fortschritt von atherosklerotischen Erkrankungen hat, existieren bisher keine entsprechenden Empfehlungen für PatientInnen mit peripherer arterieller Verschlusskrankheit (pAVK).

Eine sogenannte mediterrane Ernährung bzw. Mittelmeerdät, basierend auf der täglichen Aufnahme von Obst und Gemüse mit hohem Ballaststoffgehalt, pflanzlichen Ölen, ungesalzenen Nüssen sowie Fischkonsum mehrmals wöchentlich kann hierbei protektive Wirkungen erzielen.

Die vorliegende Querschnittsbefragung zielte darauf ab, Ernährungsmuster von symptomatischen pAVK-PatientInnen zu erfassen und diese mit allgemein geltenden (mediterranen) Diättempfehlungen in Relation zu setzen. Zudem sollte eine Aussage über die Durchführung und den potentiellen Effekt einer Aufklärung dieser PatientInnen zum Thema Ernährung im klinischen Alltag getroffen werden.

**Material und Methoden:** Alle PatientInnen mit symptomatischer pAVK, die zwischen dem 1. Mai 2018 und dem 31. Dezember 2021 in der Abteilung für Gefäßmedizin des Universitären Herz- und Gefäßzentrums, Universitätsklinikum Hamburg Eppendorf revaskularisiert wurden, wurden gebeten, einen Fragebogen zur Nahrungsaufnahme auszufüllen. Hierbei wurden 15 Lebensmittelgruppen mit Hilfe einer 8-Punkte-Häufigkeitsskala (von nie bis dreimal täglich) abgefragt. Für 11 Gruppen wurde anhand der Antworten ein angepasster Mittelmeerdät-Score berechnet. Die deskriptiven Ergebnisse wurden nach Geschlecht und Krankheitsstadium (Schaufensterkrankheit vs. chronische, die Gliedmaßen bedrohende Ischämie) stratifiziert.

**Ergebnisse:** Insgesamt wurden 319 PatientInnen (31,7 % weiblich, durchschnittliches Alter von 69,4 Jahren) eingeschlossen. Davon gaben 71,8 % an, dass sie in Anbetracht ihrer pAVK-Erkrankung noch nie Ernährungsinformationen erhalten hätten. Die mittlere Punktzahl der angepassten Mittelmeerdät betrug 2,7 Punkte (von maximal 11), wobei die meisten PatientInnen die empfohlenen Portionen pro Woche für Obst (1,6 %), Gemüse (1,0 %) und ungesalzene Nüsse (12,2 %) nicht erreichten. Die Aufnahme von Getreide war ausreichend (43,3 %). Im Vergleich zu Männern konsumierten Frauen mehr Obst und weniger Fleisch.

**Schlussfolgerung:** Trotz allgemein gültiger Aussage über den positiven Einfluss einer gesunden Ernährung auf das Fortschreiten von atherosklerotischen Erkrankungen, weist die vorliegende Befragung eine unzureichende PatientInnenaufklärung sowie Einhaltung einer mediterranen Ernährungsweise in diesem PatientInnenkollektiv auf. Ernährungsmuster sollten in zukünftigen pAVK-Studien stärker fokussiert werden, um spezifische Empfehlungen und Ernährungsprogramme sowie eine routinierte PatientInnenaufklärung in der klinischen Praxis zu etablieren.

**Objective:** Even though nutrition was demonstrated to have an impact on chronic atherosclerotic disease, there is a paucity of corresponding recommendations for patients with peripheral artery disease (PAD). A Mediterranean Diet based on daily intake of fruits and vegetables with high fibre, vegetable oil, and unsalted nuts including fish several times a week may have protective effects. This cross-sectional survey aimed to determine nutritional patterns amongst inpatients with PAD.

**Methods:** All inpatients with symptomatic PAD who underwent revascularisation at a single centre between 1st May 2018 and 31st December 2021 were asked to fill out a questionnaire on nutritional intake. An 8-item frequency rating scale (from never to three times a day) was used for 15 food groups. For 11 of them, an adapted Mediterranean Diet score was calculated using the answers. The descriptive results were stratified by sex and disease stage (intermittent claudication vs. chronic limb-threatening ischaemia).

**Results:** A total of 319 patients (31.7% female, 69.4 years in mean) were included. Thereof, 71.8% reported they did never receive any nutritional information considering their PAD disease. The mean adapted Mediterranean Diet score was 2.7 points (of maximum 11) with most patients not achieving the recommended servings per week for fruits (1.6%), vegetables (1.0%), and unsalted nuts (12.2%). The intake of cereals was sufficient (43.3%). When compared with men, women consumed more fruits and less meat.

**Conclusion:** This survey demonstrated that although healthy nutrition may have a positive impact on patients with PAD, the education and adherence to a Mediterranean Diet was inappropriate. Nutritional patterns should be more focused in future PAD studies to derive specific recommendations and nutritional programmes as well as patient education in clinical practice.

#### 4. Erklärung des Eigenanteils an der Publikation

Die Arbeit wurde in der Klinik und Poliklinik für Gefäßmedizin des Universitären Herz- und Gefäßzentrums des Universitätsklinikums Hamburg Eppendorf unter Betreuung und Leitung durch Herrn PD Dr. Christian-Alexander Behrendt durchgeführt.

Folgende Anteile wurden von mir, Lara Wolbert, **selbstständig oder in Zusammenarbeit** durchgeführt:

- Datenerhebung, -aufarbeitung und -digitalisierung
- Deskriptive Analyse
- Statistische Datenauswertung (in Zusammenarbeit mit Thea Kreuzburg)
- Literaturrecherche und Schreiben des Manuskriptes
- Verfassen der Publikationspromotion (in Zusammenarbeit mit Thea Kreuzburg und PD Dr. Christian-Alexander Behrendt)

## 5. Danksagung

Zuallererst danke ich Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Christian-Alexander Behrendt für die hervorragende Betreuung der Arbeit, die zahlreich hilfreichen Ratschläge und vor allem seinen motivierenden Umgang.

Liebsten Dank an Thea Kreuzburg für die geduldige statistische Beratung, die tollen Vorschlägen sowie die Zusammenarbeit bei der Ausarbeitung.

Für die konstruktive Zusammenarbeit mit den ExpertInnen in Sachen Ernährungs- und Gesundheitsverhalten möchte ich mich außerdem ganz herzlich bei Frau Prof. Dr. oec. troph. Birgit-Christiane Zyriax und ihrem Team bedanken.

Weiterhin gilt mein Dank allen mitwirkenden MitarbeiterInnen der Forschungsgruppe *GermanVasc* sowie der Klinik für Gefäßmedizin.

## **6. Lebenslauf**

Entfällt aus datenschutzrechtlichen Gründen.

## 7. 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: .....



## 8. Literaturverzeichnis

1. Song P, Rudan D, Zhu Y, Fowkes FJI, Rahimi K, Fowkes FGR and Rudan I. Global, regional, and national prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2015: an updated systematic review and analysis. *The Lancet Global Health*. 2019;7:e1020-e1030.
2. Fowkes FG, Rudan D, Rudan I, Aboyans V, Denenberg JO, McDermott MM, Norman PE, Sampson UK, Williams LJ, Mensah GA and Criqui MH. Comparison of global estimates of prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2000 and 2010: a systematic review and analysis. *Lancet*. 2013;382:1329-40.
3. Kreutzburg T, Peters F, Kuchenbecker J, Marschall U, Lee R, Kriston L, Debus ES and Behrendt CA. 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.
4. Peters F, Kreutzburg T, Riess HC, Heidemann F, Marschall U, L'Hoest H, Debus ES, Sedrakyan A and Behrendt CA. 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.
5. Gerhard-Herman MD, Gornik HL, Barrett C, Barshes NR, Corriere MA, Drachman DE, Fleisher LA, Fowkes FG, Hamburg NM, Kinlay S, Lookstein R, Misra S, Mureebe L, Olin JW, Patel RA, Regensteiner JG, Schanzer A, Shishehbor MH, Stewart KJ, Treat-Jacobson D and Walsh ME. 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.
6. Aboyans V, Ricco JB, Bartelink MEL, Bjorck M, Brodmann M, Cohnert T, Collet JP, Czerny M, De Carlo M, Debus S, Espinola-Klein C, Kahan T, Kownator S, Mazzolai L, Naylor AR, Roffi M, Rother J, Sprynger M, Tendera M, Tepe G, Venermo M, Vlachopoulos C, Desormais I, Document R, Widimsky P, Kolh P, Agewall S, Bueno H, Coca A, De Borst GJ, Delgado V, Dick F, Erol C, Ferrini M, Kakkos S, Katus HA, Knuuti J, Lindholt J, Mattle H, Pieniazek P, Piepoli MF, Scheinert D, Sievert H, Simpson I, Sulzenko J, Tamargo J, Tokgozoglul, Torbicki A, Tsakountakis N, Tunon J, Vega de Ceniga M, Windecker S and Zamorano JL. 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.
7. Conte MS, Bradbury AW, Kolh P, White JV, Dick F, Fitridge R, Mills JL, Ricco JB, Suresh KR, Murad MH, Aboyans V, Aksoy M, Alexandrescu VA, Armstrong D, Azuma N, Belch J, Bergoeing M, Bjorck M, Chakfe N, Cheng S, Dawson J, Debus ES, Dueck A, Duval S, Eckstein HH, Ferraresi R, Gambhir R, Garguilo M, Geraghty P, Goode S, Gray B, Guo W, Gupta PC, Hinchliffe R, Jetty P, Komori K, Lavery L, Liang W, Lookstein R, Menard M, Misra S, Miyata T, Moneta G, Munoa Prado JA, Munoz A, Paolini JE, Patel M, Pomposelli F, Powell R, Robless P, Rogers L, Schanzer A, Schneider P, Taylor S, De Ceniga MV, Veller M, Vermassen F, Wang J, Wang S, Gvg Writing Group for the Joint Guidelines of the Society for Vascular Surgery ESfVS and World Federation of

- Vascular S. Global Vascular Guidelines on the Management of Chronic Limb-Threatening Ischemia. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2019;58:S1-S109 e33.
8. Frank U, Nikol S, Belch J, Boc V, Brodmann M, Carpentier PH, Chraim A, Canning C, Dimakakos E, Gottsater A, Heiss C, Mazzolai L, Madaric J, Olinic DM, Pecsvarady Z, Poredos P, Quere I, Roztocil K, Stanek A, Vasic D, Visona A, Wautrecht JC, Bulvas M, Colgan MP, Dorigo W, Houston G, Kahan T, Lawall H, Lindstedt I, Mahe G, Martini R, Pernod G, Przywara S, Righini M, Schlager O and Terlecki P. ESVM Guideline on peripheral arterial disease. *Vasa*. 2019;48:1-79.
  9. Arnett DK, Blumenthal RS, Albert MA, Buroker AB, Goldberger ZD, Hahn EJ, Himmelfarb CD, Khera A, Lloyd-Jones D, McEvoy JW, Michos ED, Miedema MD, Muñoz D, Smith SC, Virani SS, Williams KA, Yeboah J and Ziaeian B. 2019 ACC/AHA Guideline on the Primary Prevention of Cardiovascular Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2019;140:e596-e646.
  10. Adegbola A, Behrendt C-A, Zyriax B-C, Windler E and Kreutzburg T. The impact of nutrition on the development and progression of peripheral artery disease: A systematic review. *Clinical Nutrition*. 2021.
  11. Panagiotakos DB, Pitsavos C, Arvaniti F and Stefanadis C. Adherence to the Mediterranean food pattern predicts the prevalence of hypertension, hypercholesterolemia, diabetes and obesity, among healthy adults; the accuracy of the MedDietScore. *Preventive medicine*. 2007;44:335-40.
  12. Gao S, Zhao D, Wang M, Zhao F, Han X, Qi Y and Liu J. Association Between Circulating Oxidized LDL and Atherosclerotic Cardiovascular Disease: A Meta-analysis of Observational Studies. *The Canadian journal of cardiology*. 2017;33:1624-1632.
  13. Geovanini GR and Libby P. Atherosclerosis and inflammation: overview and updates. *Clinical science (London, England : 1979)*. 2018;132:1243-1252.
  14. Kattoor AJ, Kanuri SH and Mehta JL. Role of Ox-LDL and LOX-1 in Atherogenesis. *Current medicinal chemistry*. 2019;26:1693-1700.
  15. Li D, Patel AR, Klibanov AL, Kramer CM, Ruiz M, Kang BY, Mehta JL, Beller GA, Glover DK and Meyer CH. Molecular imaging of atherosclerotic plaques targeted to oxidized LDL receptor LOX-1 by SPECT/CT and magnetic resonance. *Circulation Cardiovascular imaging*. 2010;3:464-72.
  16. Lane JS, Magno CP, Lane KT, Chan T, Hoyt DB and Greenfield S. Nutrition impacts the prevalence of peripheral arterial disease in the United States. *Journal of vascular surgery*. 2008;48:897-904.
  17. Kotov A, Peters F, Debus ES, Zeller T, Heider P, Stavroulakis K, Remig J, Gussmann A, Hoffmann J, Friedrich O, Nolte T and Behrendt CA. The prospective GermanVasc cohort study. *Vasa*. 2021;50:446-452.
  18. Riess HC, Debus ES, Schwaneberg T, Hischke S, Maier J, Bublitz M, Kriston L, Harter M, Marschall U, Zeller T, Schellong SM and Behrendt CA. Indicators of outcome quality in peripheral arterial disease revascularisations - a Delphi expert consensus. *Vasa*. 2018;47:491-497.
  19. Behrendt CA, Bjorck M, Schwaneberg T, Debus ES, Cronenwett J, Sigvant B and Acute Limb Ischaemia C. Editor's Choice - Recommendations for Registry Data Collection for Revascularisations of Acute Limb Ischaemia: A Delphi Consensus from the International Consortium of Vascular Registries. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2019;57:816-821.
  20. Behrendt CA, Bertges D, Eldrup N, Beck AW, Mani K, Venermo M, Szeberin Z, Menyhei G, Thomson I, Heller G, Wigger P, Danielsson G, Galzerano G, Lopez C, Altreuther M, Sigvant B, Riess HC, Sedrakyan A, Beiles B, Bjorck M,

- Boyle JR, Debus ES and Cronenwett J. International Consortium of Vascular Registries Consensus Recommendations for Peripheral Revascularisation Registry Data Collection. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2018;56:217-237.
21. Ciccarone E, Di Castelnuovo A, Salcuni M, Siani A, Giacco A, Donati MB, De Gaetano G, Capani F and Iacoviello L. A high-score Mediterranean dietary pattern is associated with a reduced risk of peripheral arterial disease in Italian patients with Type 2 diabetes. *Journal of thrombosis and haemostasis : JTH.* 2003;1:1744-52.
  22. Ruiz-Canela M and Martínez-González MA. Lifestyle and dietary risk factors for peripheral artery disease. *Circulation journal : official journal of the Japanese Circulation Society.* 2014;78:553-9.
  23. Heffron SP, Rockman CB, Adelman MA, Gianos E, Guo Y, Xu JF and Berger JS. Greater Frequency of Fruit and Vegetable Consumption Is Associated With Lower Prevalence of Peripheral Artery Disease. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology.* 2017;37:1234-1240.
  24. Mazidi M, Wong ND, Katsiki N, Mikhailidis DP and Banach M. Dietary patterns, plasma vitamins and Trans fatty acids are associated with peripheral artery disease. *Lipids in health and disease.* 2017;16:254.
  25. Gimeno SG, Hirai AT, Harima HA, Kikuchi MY, Simony RF, de Barros N, Jr., Cardoso MA and Ferreira SR. Fat and fiber consumption are associated with peripheral arterial disease in a cross-sectional study of a Japanese-Brazilian population. *Circulation journal : official journal of the Japanese Circulation Society.* 2008;72:44-50.
  26. Donnan PT, Thomson M, Fowkes FG, Prescott RJ and Housley E. Diet as a risk factor for peripheral arterial disease in the general population: the Edinburgh Artery Study. *The American journal of clinical nutrition.* 1993;57:917-21.
  27. Ogilvie RP, Lutsey PL, Heiss G, Folsom AR and Steffen LM. Dietary intake and peripheral arterial disease incidence in middle-aged adults: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study. *The American journal of clinical nutrition.* 2017;105:651-659.
  28. Alushi K, Hinterseher I, Peters F, Rother U, Bischoff MS, Mylonas S, Grambow E, Gombert A, Busch A, Gray D, Konstantinou N, Stavroulakis K, Horn M, Görtz H, Uhl C, Federrath H, Trute H-H, Kreutzburg T and Behrendt C-A. Distribution of Mobile Health Applications amongst Patients with Symptomatic Peripheral Arterial Disease in Germany: A Cross-Sectional Survey Study. *Journal of Clinical Medicine.* 2022;11:498.
  29. Perk J, De Backer G, Gohlke H, Graham I, Reiner Z, Verschuren M, Albus C, Benlian P, Boysen G, Cifkova R, Deaton C, Ebrahim S, Fisher M, Germano G, Hobbs R, Hoes A, Karadeniz S, Mezzani A, Prescott E, Ryden L, Scherer M, Syväne M, Scholte op Reimer WJ, Vrints C, Wood D, Zamorano JL and Zannad F. European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice (version 2012). The Fifth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of nine societies and by invited experts). *European heart journal.* 2012;33:1635-701.
  30. Dauchet L, Amouyel P and Dallongeville J. Fruits, vegetables and coronary heart disease. *Nature reviews Cardiology.* 2009;6:599-608.
  31. Castro-Barquero S, Ruiz-León AM, Sierra-Pérez M, Estruch R and Casas R. Dietary Strategies for Metabolic Syndrome: A Comprehensive Review. *Nutrients.* 2020;12.

32. Wolfram G, Bechthold A, Boeing H, Ellinger S, Hauner H, Kroke A, Leschik-Bonnet E, Linseisen J, Lorkowski S, Schulze M, Stehle P and Dinter J. Evidence-Based Guideline of the German Nutrition Society: Fat Intake and Prevention of Selected Nutrition-Related Diseases. *Annals of nutrition & metabolism*. 2015;67:141-204.
33. Hauner H, Bechthold A, Boeing H, Brönstrup A, Buyken A, Leschik-Bonnet E, Linseisen J, Schulze M, Strohm D and Wolfram G. Evidence-based guideline of the German Nutrition Society: carbohydrate intake and prevention of nutrition-related diseases. *Annals of nutrition & metabolism*. 2012;60 Suppl 1:1-58.
34. Koch F, Heuer T, Krems C and Claupein E. Meat consumers and non-meat consumers in Germany: a characterisation based on results of the German National Nutrition Survey II. *Journal of nutritional science*. 2019;8:e21.
35. Koch F, Krems C, Heuer T and Claupein E. Attitudes, perceptions and behaviours regarding meat consumption in Germany: results of the NEMONIT study. *Journal of nutritional science*. 2021;10:e39.
36. Koch F, Hoffmann I and Claupein E. Types of Nutrition Knowledge, Their Socio-Demographic Determinants and Their Association With Food Consumption: Results of the NEMONIT Study. *Frontiers in nutrition*. 2021;8:630014.