

**Evaluation von Wissen, Einstellung und Praktiken in
Bezug auf Loiasis in der ländlichen Gemeinde Sindara
im zentralafrikanischen Gabun**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades einer
Doktorin der Medizin (Dr. med.)

an der
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

vorgelegt von
Teite Rebecca Hildebrandt
aus
Neubrandenburg

2024

(wird von der Medizinischen Fakultät ausgefüllt)

Angenommen von der

Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg am: 03.09.2025

Veröffentlicht mit Genehmigung der

Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende: Prof. Dr. Marylyn Addo

Prüfungsausschuss, zweite/r Gutachter/in: Prof. Dr. Michael Ramharter

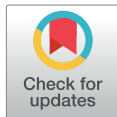
Inhaltsverzeichnis

1.	Publikation.....	3
2.	Einleitung.....	21
	2.1 Epidemiologie und Biologie von Loa loa	21
	2.2 Klinische Präsentation.....	21
	2.3 Diagnostik, Behandlung und Prävention	22
	2.4 Herausforderungen.....	22
	2.5 Bedeutung von Wissen, Einstellung und Praktiken beim Management von Infektionskrankheiten	22
3.	Material und Methoden.....	23
	3.1 Studiendesign und Umgebung	23
	3.2 Studienteilnehmende und Sampling-Strategie	23
	3.3 Durchführung	24
	3.4 Statistische Analyse	25
	3.5 Ethik und Finanzierung.....	25
4.	Ergebnisse	25
	4.1 Wissen, Einstellung und Praktiken zu Loa loa.....	25
	4.2 Persönliche Erfahrungen	26
	4.3 Einfluss des Infektionszustandes auf KAP	26
5.	Diskussion	27
	5.1 Prävalenz von Loiasis in Sindara	27
	5.2 Wissen, Einstellung und Praktiken zu Loa loa – Implikationen für Aufklärung, Vorbeugung und Strukturen der Gesundheitsversorgung in Gabun.....	27
	5.3 Limitationen der Studie.....	29
6.	Weiterführende Ergebnisse – transienter Zahnschmerz als Symptom der migratorischen Loiasis.....	30
7.	Zusammenfassung.....	31
	7.1 Summary	32
8.	Abkürzungsverzeichnis.....	33
9.	Literaturverzeichnis.....	34
10.	Abbildungsverzeichnis.....	37
11.	Erklärung des Eigenanteils	38
12.	Danksagung	39
13.	Lebenslauf.....	40
14.	Eidesstattliche Erklärung.....	41

RESEARCH ARTICLE

Evaluation of knowledge, attitude and practices towards loiasis in the rural community of Sindara, in central African Gabon

Teite Rebecca Hildebrandt^{1,2,3}, Saskia Dede Davi^{1,2,3}, Anita Lumeka Kabwende², Lilian Rene Endamne^{1,2}, Esther Mehmehl^{1,2,3}, Maximilian Rakotonirinalalao^{1,3}, Ayodele Alabi^{2,4,5}, Rella Zoleko Manego^{1,2,3}, Peter G. Kremsner^{2,4}, Bertrand Lell^{2,6}, Ayôla Akim Adegnika^{2,4,5,7}, Ghyslain Mombo-Ngoma^{2,3,8}, Johannes Mischlinger^{1,3}, Selidji Todagbe Agnandji^{2,4}, Michael Ramharter^{1,2,3*}



1 Center for Tropical Medicine, Bernhard-Nocht Institute for Tropical Medicine and I. Department of Medicine University Medical Centre Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Germany, **2** Centre de Recherches Médicales de Lambaréné, Lambaréné, Gabon, **3** German Center for Infection Research, Partner Sites Hamburg-Lübeck-Borstel-Riems, Hamburg, Germany, **4** Institut für Tropenmedizin, Eberhard-Karls-Universität Tübingen, Tübingen, Germany, **5** Department of Parasitology, Leiden University Medical Center, Leiden, The Netherlands, **6** Medical University of Vienna, Vienna, Austria, **7** German Center for Infection Research, Partner Site Tübingen, Germany, **8** Department of Implementation Research, Bernhard Nocht Institute for Tropical Medicine, Hamburg, Germany

* ramharter@bnitm.de

OPEN ACCESS

Citation: Hildebrandt TR, Davi SD, Kabwende AL, Endamne LR, Mehmehl E, Rakotonirinalalao M, et al. (2024) Evaluation of knowledge, attitude and practices towards loiasis in the rural community of Sindara, in central African Gabon. PLoS Negl Trop Dis 18(5): e0012109. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0012109>

Editor: Eva Clark, Baylor College of Medicine, UNITED STATES

Received: September 21, 2023

Accepted: March 27, 2024

Published: May 23, 2024

Copyright: © 2024 Hildebrandt et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Data Availability Statement: All relevant data are within the manuscript and its [Supporting Information](#) files.

Funding: This work was made possible by funding of the German Center for Infection Research to MR (grant number TTU03909; www.dzif.de) and Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit to MR (GIZ; grant number 81281913; www.giz.de). The funders had no role in

Abstract

Background

More than 20 million people are infected with *L. loa*, and around 40 million live in high or intermediate-risk areas in West- and Central Africa. Although loiasis is associated with significant morbidity and excess mortality, little is known about the perception of loiasis by affected communities. This study assessed the knowledge, attitudes, and practices in the rural population of Sindara, Gabon, a region characterized by high loiasis prevalence.

Methods

A community-based cross-sectional survey was conducted in Gabon between January and June 2022. During systematic door-to-door visits, randomly selected inhabitants were invited to participate in this questionnaire based survey. Venous blood was collected at mid-day from all participants for microscopic detection of filarial infection and clinical signs of loiasis were assessed.

Results

A total of 150 participants were recruited, of which 66% were infected by *L. loa*. While almost everyone had some knowledge about *L. loa*, 72% of the participants understood that *L. loa* is a parasitic worm. The transmission of *L. loa* via the deer fly was known to only 21% of participants. The most frequently mentioned clinical symptoms attributed to loiasis were itching

study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

Competing interests: The authors have declared that no competing interests exist.

(84%), eye worm migration (59%), and conjunctivitis-like symptoms (53%). Participants who experienced migratory loiasis had better knowledge of loiasis and considered it as more serious. Traditional and herbal medicine was reported most often as an available treatment option (72%). While the formal healthcare sector was mentioned as the preferred treatment provider, 60% of the reported infections were treated by traditional medical practitioners.

Conclusion

Loiasis is in general well known by this community residing in a region of high *L. loa* transmission. Important gaps in knowledge were discovered foremost regarding the mode of transmission. The available healthcare system does not seem to provide adequate management for loiasis.

Author summary

Loiasis is a filarial disease highly prevalent in parts of Western- and Central Africa. For a long time, the disease has been considered to be a relatively benign condition, but recent studies have shown that loiasis causes significant morbidity and excess mortality. In the present study, we investigated the perception of loiasis in a highly affected community in rural Gabon to better understand the community perspective on this infectious disease. While *L. loa* as a disease is known to most inhabitants, the mode of transmission and prevention modalities are only poorly understood. This lack of knowledge leaves the communities with inadequate means to prevent onward transmission of this filarial disease. The contribution from media, schools and healthcare institutions in providing information about loiasis is inadequate, and the available healthcare system is insufficient to provide the necessary care for loiasis. A better understanding of loiasis by the affected communities is desirable to empower inhabitants of high-transmission regions to better protect themselves from loiasis. Improved understanding of the disease by the healthcare sector is necessary to improve the management of loiasis.

1. Introduction

Loiasis is a vector-borne disease caused by the parasitic roundworm *Loa loa*. The parasite is transmitted by day-biting tabanid *Chrysops* flies and is restricted mainly to remote forest and savannah areas of West- and Central Africa [1]. More than 20 million individuals are infected with *L. loa*, and around 40 million people live in high or intermediate-risk areas with an estimated prevalence of eye worms of 40% or above [2]. Many affected communities live in hard-to-reach rural regions in the Central- and West African rainforest. Loiasis is particularly highly prevalent in Cameroon, Equatorial Guinea, Gabon, and parts of the Democratic Republic of Congo, the Central African Republic, and the Republic of Congo [2].

Adult parasites live under the skin and in the intermuscular fascia, while the microfilaria circulate in peripheral blood with a diurnal periodicity. Adult worms can live up to 20 years in their host, producing large numbers of microfilariae [3].

At times, the adult worm typically migrates through the subconjunctival tissue of the eye, leading to the common name “*African Eyeworm*”. Loiasis may present asymptotically or

with a wide range of symptoms, including Calabar swellings (itchy swellings mainly of the joints of arms and legs) and pruritus. Severe and life-threatening cerebral, renal, cardiac, and pulmonary complications have been reported [4].

Loiasis has been described as one of the most common reasons for medical consultations in high-prevalence regions. Quantification of the overall burden of disease caused by loiasis resulted in about 400 disability-adjusted life years (DALYs) per 100,000 people in rural Gabon. Hence, loiasis severely impairs affected individuals and is associated with significant morbidity comparable to that of other neglected tropical parasitic diseases [5]. Furthermore, it was shown that high-level *L. loa* microfilaraemia was associated with increased mortality. Microfilaraemia of more than 30,000 microfilaria per mL led to premature death compared to amicrofilaraemia. The population-attributable fraction of mortality associated with *L. loa* infection was 15% [6].

The infection was historically considered as relatively harmless and benign, but the recent evidence of high loiasis-attributable morbidity and mortality reveals the need for more medical research, treatment programs or control efforts for loiasis. Unlike onchocerciasis and lymphatic filariasis, loiasis is currently not included in the WHO's list of neglected tropical diseases. Importantly, despite the high prevalence of loiasis in rural regions and its associated morbidity and mortality, there is an absence of national control programs for loiasis in Gabon [7,8].

While there remains an important mismatch between the scientific evidence for loiasis-related morbidity and mortality and the neglect of the disease by the national and international public health community, little is known about the knowledge and perceptions of affected communities living in high transmission regions of loiasis. Knowledge, attitudes, and practices are known determinants for investment in prevention, control, and management of diseases both on an individual level as well as on a programmatic scale [9,10]. Appreciating the perspective of affected communities is therefore essential to understand the perspective of the patients and to inform public health policy. To close existing gaps, this study assessed the knowledge, attitudes, and practices of a community in central Gabon characterized by a high prevalence of loiasis, towards the African eyeworm.

2. Material and Methods

2.1 Ethics statement

The study was part of an epidemiological study on infectious diseases (Demographic and Health Surveillance System/ "Identify diseases, undertake health research and provide better care for the Sindara population and nearby") that was approved by the Institutional Ethics Committee of the Centre de Recherches Médicales de Lambaréné (CERMEL; Submission number: CEI-008/2021). Before the conduct of the study, the protocol was presented to community leaders in the study region to obtain their authorization to conduct the study in the community. Participation in the study was voluntary, and each participant provided written informed consent. For those who had no formal education the consent form was read out loud in the presence of an impartial witness (a close family member), providing time and opportunity for further clarifications and documentation by signing the informed consent. All data collected were anonymized to ensure confidentiality.

2.2 Study design and region

Between January and June 2022, a community-based cross-sectional survey was conducted in Sindara, a village in the tropical rainforest. Sindara is located in the department Tsamba-Magotsi in the province Ngounié in Southern-central Gabon, about 300 km southeast of the capital Libreville. The climate is equatorial, with two rainy seasons occurring from September

to November and February to May. The average temperature is 25.9°C, and the humidity is usually over 80% [11]. The region around Sindara is characterized by dense tropical rainforest and the Ngounié River flowing through the village. There are two primary schools and a small dispensary for minor health issues in Sindara. Residents need to travel to the closest cities Fougamou (30km), Mouila (130 km), or Lambaréné (90 km), for higher-level education and healthcare facilities. Inhabitants of Sindara earn their livings primarily by hunting, fishing, subsistence farming in the surrounding rainforest, and employment in the local forestry industry. Large parts of Gabon, including the province Ngounié, are classified as high-transmission regions for loiasis, where the estimated prevalence of history of eye-worm migration ranges between 40% and 60% [2]. A previous study conducted in the Ngounie province showed that frequent forest exposure of people living in this region is a significant risk factor for loiasis [12]. Besides loiasis, the filarial disease mansonellosis, urogenital schistosomiasis, malaria, and infections by soil-transmitted helminths are highly prevalent. Malaria is the most frequent cause of health care attendance in Tsamba-Magotsi with a *Plasmodium spp.* infection prevalence of 37% [13]. Despite infrastructural deficits and considerable exposure to infectious diseases, local communities being engaged in subsistence farming and hunting activities for centuries, are long-term residents in these economically underprivileged regions of Gabon.

2.3 Study population and sampling strategy

To ensure unbiased representativeness of the population invited to this survey, the study activities were embedded in an ongoing demographic surveillance system of the region. In January 2022, a first round of a general census and mapping of all households and their members in Sindara was performed as part of this Demographic and Health Surveillance System. The census was done by trained fieldworkers using the mapping program QField and interviewing all inhabitants regarding their household members. In total, 786 buildings were identified, of which 356 (45%) were categorized as inhabited residential buildings. Out of these, 150 (42%) households were randomly selected to obtain a representative sample size of this community. Systematic door-to-door visits of the selected households were conducted. All inhabitants were screened for eligibility by dedicated study personnel. Eligibility criteria were age of >18 years, residence in Sindara for at least the past six months, and willingness to participate in the study. From each household, one person responding to the inclusion criteria of the survey was randomly selected by rolling dice. One hundred twenty-two participants were recruited during these visits at their homes. Due to repeated absence of the remaining 28 inhabitants during our visits, another convenience sample of 28 persons residing in the community were invited to participate in the survey to obtain the final sample size of 150 participants.

2.4 Procedure

Questionnaire-based interviews. Questionnaire-based interviews were conducted by a single, trained interviewer. The interviews were held individually and in privacy to avoid any bias introduced by the presence of others. The interview was conducted in French, the lingua franca in Gabon. Translations to local languages were performed by fieldworkers for those participants who were not fully capable of communication in French. The questionnaire-based interview was conducted as open questions to allow for unbiased answers. The answers were then coded in prespecified multiple-choice answer categories. Likert scales were used to capture the attitude towards loiasis semi-quantitatively.

The survey was divided into six main sections with 39 questions. The questions focused on the following topics: i) socio-demographic characteristics (gender, age, education); ii) knowledge about loiasis-related signs and symptoms, transmission, prevention and treatment; iii)

attitudes towards the seriousness of loiasis, the risk of infection and the presence of stigma associated with the infection; iv) practices regarding lifestyle, prevention of loiasis and health-care seeking behavior; v) personal history of loiasis, including RAPLOA, the rapid assessment method of the history of eye worm migration endorsed by the WHO [14]. The questionnaire was created with contributions from disease experts, patients, and community representatives. Pretesting was performed to validate the questionnaire in Gabonese individuals not residing in Sindara.

Parasitological examinations. This survey was designed to evaluate primarily the KAP of the general population residing in a high transmission region of Gabon. However, pre-defined secondary outcomes included the exploratory analysis of potential differences of KAP between infected and uninfected residents and types of infection, respectively. For this purpose a parasitological examination was performed in parallel to the survey. However, participants were not included or excluded based on the parasitological test results. Venous blood was collected between 10 am and 3 pm in EDTA tubes coinciding with the peak microfilaremia of *L. loa*. Tubes were stored in the dark at 4°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) before transportation to the laboratory. Microfilaria detection was performed by leuco-concentration-technique (1 ml of blood; 1 ml of 2% saponin-solution) [15]. Infection with *L. loa* was defined as either presence of *L. loa* microfilariae in the blood sample or a positive history of eyeworm migration. An additional malaria rapid test was performed, and first-line antimalarial therapy was offered to those participants with positive test results.

2.5 Data analysis

Data were managed using REDCap electronic data capture tools hosted at CERMEL and transferred for further statistical analysis (Stata/SE 16.1, StataCorp, College Station, USA). For descriptive analysis, the absolute frequency and the percentages were computed to express the proportion of variable categories. The 95% confidence interval was used as a measure of the precision of the obtained population means.

3. Results

Out of 150 participants, 71 (47%) were female, and 79 (53%) were male. The age ranged between 19 and 85 years, with a median age of 45.5 (IQR: 32–59). Eleven participants (8%) reported no school attendance, 68 (45%) completed one to six years, and 70 (47%) more than six years of school attendance (Table 1).

Among all participants, 99 (66%) were defined as *L. loa* positive, either by detecting microfilariae in peripheral blood or having a positive history of eyeworm migration (RAPLOA). 51 participants (34%) were defined as *L. loa* negative by the absence of microfilaria and a negative history of eye worm migration.

3.1 Knowledge

In Sindara *L. loa* is mainly known under the term “Doba” (in the local Gisir language) or “Hogho” (in local Getsogo language), two of the most widely spoken Bantu languages in this region. Results regarding knowledge towards *L. loa* are shown in Table 2.

Disease presentation and burden. Almost every respondent had heard of the pathogen *L. loa* ($n = 149$; 99%). Fewer participants knew that *L. loa* is a parasitic worm ($n = 108$; 72%). Others referred to it as bacteria or virus ($n = 10$; 7%) or had no notion of which group of pathogens *L. loa* belongs to ($n = 28$; 19%). By far, the most frequently mentioned symptoms attributed to loiasis were itching ($n = 126$; 84%), eye worm migration ($n = 88$; 59%), conjunctivitis, eye congestion, pain and light sensitivity ($n = 80$; 53%), urticaria ($n = 53$; 35%) and transient swelling

Table 1. Demographics of the study population.

Demographics (N = 150)	n (col %)
Gender	
Female	71 (47)
Male	79 (53)
Age	
19–30	35 (23)
31–40	26 (17)
41–50	33 (22)
50+	56 (37)
Educational level	
No education	11 (7)
6 years or less (≤ 6 years)	68 (45)
more than 6 years (> 6 years)	71 (47)

n = number; col = column; % = percentage.

<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0012109.t001>

of parts of arms and legs (n = 51; 34%). Less frequently mentioned symptoms were transient vision loss (n = 29; 19%), transient worm migration on other parts of the body than the eye (n = 26; 17%), muscle and joint pain (n = 10; 7%), fatigue (n = 5; 3%) and transient paralysis (n = 1; 1%). In addition, 19% (n = 29) mentioned other symptoms, including mainly headache and fever. 3% (n = 4) did not know any sign or symptom of loiasis. Half of the participants stated that signs and symptoms of loiasis sometimes prevent them from working and doing household chores.

Transmission. The majority of participants did not know the correct mode of transmission of *L. loa* (n = 78; 52%) or indicated incorrect modes of transmission, such as water and food (n = 30; 20%), mosquitoes (n = 10; 7%), human to human (n = 4; 3%), animals (n = 1; 1%) and other sources of infection (n = 18; 12%). One-fifth (n = 31; 21%) correctly answered *Chrysops* (locally called “la mouche rouge”) as the mode of transmission of *L. loa*. Interestingly, most people correctly answered questions about the biting habits of *Chrysops* spp. (n = 145; 97% daytime) and the period of the highest activity of *Chrysops* (n = 102; 68% rainy season), indicating high levels of knowledge about *Chrysops* as a general nuisance in this region.

Prevention. 27% (n = 41) of the participants stated that loiasis cannot be prevented, and 44% (n = 66) indicated that they do not know how to prevent loiasis. Besides this, the use of long-sleeved clothes and pants (n = 18; 12%), the use of mosquito nets during the day (n = 11; 7%), the use of insect repellants (n = 1; 1%), medical prevention with diethylcarbamazine (n = 1; 1%) and others (n = 19; 13%) were mentioned.

Treatment. The majority of participants (n = 108; 72%) indicated the existence of traditional and herbal medicines as treatment options for loiasis. A further 47% (n = 70) mentioned anthelmintic drugs, and 13% (n = 19) the surgical removal of the adult worm during the migration through the eye as treatment modality. Treatment was considered to be relatively well accessible (n = 121; 81%), although this referred mainly to traditional treatment (n = 91; 61%) and less so for the formal healthcare sector (n = 44; 29% hospitals, 3% (n = 5) dispensary, 3% (n = 5) pharmacy, 1% (n = 2) at supermarkets).

Source of information. The most frequent and almost unique source of information for the above-mentioned topics were neighbors, friends and family (n = 144; 96%). Only 14% (n = 20) of the participants learned about *L. loa* at school (n = 10; 7%) or at a health center (n = 10; 7%).

Table 2. Knowledge of *Loa loa* by local residents.

Knowledge	Overall (N = 150)		<i>L. loa</i> negative (N = 51)		<i>L. loa</i> positive (N = 99)			
	n (col %)	95% CI	n (col %)	95% CI	Non-migratory (N = 7)		Migratory (N = 92)	
					n (col %)	95% CI	n (col %)	95% CI
Have you heard about <i>L. loa</i>?								
Yes	149 (99)	[96; 100]	50 (98)	[90; 100]	7 (100)	[59; 100]*	92 (100)	[96; 100] ▲
No	1 (1)	[0; 4]	1 (2)	[0; 10]	0 (0)		0 (0)	
What is <i>L. loa</i>?								
Worm	108 (72)	[64; 79]	26 (51)	[37; 65]	4 (57)	[18; 90]	78 (85)	[76; 91]
Other	4 (3)	[1; 7]	2 (4)	[0; 13]	0 (0)		2 (2)	[0; 8]
Bacteria, Virus	10 (7)	[3; 12]	6 (12)	[4; 24]	2 (29)	[4; 71]	2 (2)	[0; 8]
Don't know	28 (19)	[13; 26]	17 (33)	[21; 48]	1 (14)	[0; 58]	10 (11)	[5; 19]
What are signs and symptoms of loiasis? *								
Transient swelling of parts of arms/legs	51 (34)	[26; 42]	17 (33)	[21; 48]	3 (43)	[10; 82]	31 (34)	[24; 44]
Itching	126 (84)	[77; 89]	41 (80)	[67; 90]	7 (100)	[59; 100] ▲	78 (85)	[76; 91]
Eyeworm migration	88 (59)	[50; 67]	21 (41)	[28; 56]	3 (43)	[10; 82]	64 (70)	[59; 79]
Conjunctivitis, eye congestion, itching, pain, light sensitivity	80 (53)	[45; 62]	16 (31)	[19; 46]	2 (29)	[4; 71]	62 (67)	[57; 77]
Transient vision loss	29 (19)	[13; 27]	4 (8)	[2; 19]	1 (14)	[0; 58]	24 (26)	[17; 36]
Transient worm migration on other parts of the body than eye	26 (17)	[12; 24]	3 (6)	[1; 16]	2 (29)	[4; 71]	21 (23)	[15; 33]
Hives	53 (35)	[28; 44]	17 (33)	[21; 48]	4 (57)	[18; 90]	32 (35)	[25; 45]
Muscle pain/ Joint pain	10 (7)	[3; 12]	1 (2)	[0; 10]	0 (0)		9 (10)	[5; 18]
Tiredness	5 (3)	[1; 8]	2 (4)	[1; 13]	1 (14)	[0; 58]	2 (2)	[0; 8]
Toothache	27 (18)	[12; 25]	5 (10)	[3; 21]	0 (0)		22 (24)	[16; 34]
Transient paralysis	1 (1)	[0; 4]	0 (0)		0 (0)		1 (1)	[0; 6]
Other	29 (19)	[13; 27]	6 (12)	[4; 24]	1 (14)	[0; 58]	22 (24)	[16; 34]
Don't know	4 (3)	[1; 7]	4 (8)	[2; 19]	0 (0)		0 (0)	
Does loiasis prevent you from working/ household chores?								
Yes	75 (50)	[42; 58]	20 (39)	[26; 54]	2 (29)	[4; 71]	53 (58)	[47; 68]
No	68 (45)	[37; 54]	25 (49)	[35; 63]	5 (71)	[29; 96]	38 (41)	[31; 52]
Don't know	7 (5)	[2; 9]	6 (12)	[4; 24]	0 (0)		1 (1)	[0; 6]
How do people get infected? *								
Fly, or deer fly, or <i>Chrysops</i> ("the red fly")	31 (21)	[14; 28]	6 (12)	[4; 24]	1 (14)	[0; 58]	24 (26)	[17; 36]
Mosquitoes	10 (7)	[3; 12]	4 (8)	[2; 19]	0 (0)		6 (7)	[2; 14]
Water, food	30 (20)	[14; 27]	10 (20)	[10; 33]	1 (14)	[0; 58]	19 (21)	[13; 30]
Human-human	4 (3)	[1; 7]	3 (6)	[1; 16]	0 (0)		1 (1)	[0; 6]
Animals	1 (1)	[0; 4]	0 (0)		0 (0)		1 (1)	[0; 6]
Mystique	(0)		0 (0)		0 (0)		0 (0)	
Other	18 (12)	[7; 18]	5 (10)	[3; 21]	2 (29)	[4; 71]	11 (12)	[6; 20]
Don't know	78 (52)	[44; 60]	30 (59)	[44; 72]	3 (43)	[10; 82]	45 (49)	[38; 60]
How can you prevent loiasis? *								
Cannot be prevented	41 (27)	[20; 35]	11 (22)	[11; 35]	0 (0)		30 (33)	[23; 43]
Avoiding areas where <i>Chrysops</i> live/ brood / take blood meals	0 (0)		0 (0)		0 (0)		0 (0)	
Using insect repellents	1 (1)	[0; 4]	1 (2)	[0; 10]	0 (0)		0 (0)	
Using mosquito coils	0 (0)		0 (0)		0 (0)		0 (0)	
Wearing long sleeves/ long pants during the day	18 (12)	[7; 18]	4 (8)	[2; 19]	3 (43)	[10; 82]	11 (12)	[6; 20]
Rest under a Mosquito net during the day	11 (7)	[4; 13]	5 (10)	[3; 21]	0 (0)		6 (7)	[2; 14]
Medical prevention (Diethylcarbamazine 300mg/week)	1 (1)	[0; 4]	0 (0)		0 (0)		1 (1)	[0; 6]
Other	19 (13)	[8; 19]	9 (18)	[8; 31]	0 (0)		10 (11)	[5; 19]

(Continued)

Table 2. (Continued)

Knowledge	Overall (N = 150)		<i>L. loa</i> negative (N = 51)		<i>L. loa</i> positive (N = 99)			
	n (col %)	95% CI	n (col %)	95% CI	Non-migratory (N = 7)		Migratory (N = 92)	
Don't know	66 (44)	[36; 52]	25 (49)	[35; 63]	4 (57)	[18; 90]	37 (40)	[30; 51]
Is there a treatment for loiasis? *								
Yes	136 (91)	[85; 95]	43 (84)	[71; 93]	7 (100)	[59; 100] ▲	86 (93)	[86; 98]
No	2 (1)	[0; 5]	1 (2)	[0; 10]	0 (0)		1 (1)	[0; 6]
Don't know	12 (8)	[4; 14]	7 (14)	[6; 26]	0 (0)		5 (5)	[2; 12]
If yes, please specify:								
Drugs	70 (47)	[38; 55]	23 (45)	[31; 60]	4 (57)	[18; 90]	43 (47)	[36; 57]
Operation	19 (13)	[8; 19]	7 (14)	[6; 26]	0 (0)		12 (13)	[7; 22]
Traditional/ Herbal medicine	108 (72)	[64; 79]	32 (63)	[48; 76]	6 (86)	[42; 100]	70 (76)	[66; 84]
Other	1 (1)	[0; 4]	1 (2)	[0; 10]	0 (0)		0 (0)	
Is the treatment available for you if you have loiasis? *								
Yes	121 (81)	[73; 87]	34 (67)	[52; 79]	7 (100)	[59; 100] ▲	80 (87)	[78; 93]
No	17 (11)	[7; 18]	10 (20)	[10; 33]	0 (0)		7 (8)	[3; 15]
Don't know	12 (8)	[4; 14]	7 (14)	[6; 26]	0 (0)		5 (5)	[2; 12]
If yes, please specify:								
Hospital	44 (29)	[22; 37]	12 (24)	[13; 37]	4 (57)	[18; 90]	28 (30)	[21; 41]
Dispensary	5 (3)	[1; 8]	0 (0)		0 (0)		5 (5)	[2; 12]
Pharmacy	5 (3)	[1; 8]	2 (4)	[0; 13]	0 (0)		3 (3)	[1; 9]
Traditional Healer	91 (61)	[52; 69]	26 (51)	[37; 65]	6 (86)	[42; 100]	59 (64)	[53; 74]
Supermarket	2 (1)	[0; 5]	1 (2)	[0; 10]	0 (0)		1 (1)	[0; 6]
If no, please specify:								
Not available	11 (7)	[4; 13]	6 (12)	[4; 24]	0 (0)		5 (5)	[2; 12]
Too costly	3 (2)	[0; 6]	2 (4)	[0; 13]	0 (0)		1 (1)	[0; 6]
Too far away	5 (3)	[1; 8]	3 (6)	[1; 16]	0 (0)		2 (2)	[0; 8]
Other	0 (0)		0 (0)		0 (0)		0 (0)	
Deer fly behaviour								
Do people get bitten more likely during the day or during the night?								
Daytime	145 (97)	[92; 99]	48 (94)	[84; 99]	7 (100)	[59; 100] ▲	90 (98)	[92; 100]
Nighttime	1 (1)	[0; 4]	1 (2)	[0; 10]	0 (0)		0 (0)	
Any time	4 (3)	[1; 7]	2 (4)	[0; 13]	0 (0)		2 (2)	[0; 8]
In which season does the vector mostly appear?								
Rainy season	102 (68)	[60; 75]	29 (57)	[42; 71]	5 (71)	[29; 96]	68 (74)	[64; 83]
Dry season	15 (10)	[6; 16]	7 (14)	[6; 26]	0 (0)		8 (9)	[4; 16]
Any season	31 (21)	[14; 28]	14 (27)	[16; 42]	2 (29)	[4; 71]	15 (16)	[9; 25]
Don't know	2 (1)	[0; 5]	1 (2)	[0; 10]	0 (0)		1 (1)	[0; 6]
Source of information								
Where do you get your information?*								
Health clinic/ Hospital	10 (7)	[3; 12]	2 (4)	[0; 13]	2 (29)	[4; 71]	6 (7)	[2; 14]
Dispensary	4 (3)	[1; 7]	1 (2)	[0; 10]	0 (0)		3 (3)	[1; 9]
Media	1 (1)	[0; 4]	1 (2)	[0; 10]	0 (0)		0 (0)	
School	10 (7)	[3; 12]	2 (4)	[0; 13]	0 (0)		8 (9)	[4; 16]
Neighbours, Friends, Family	144 (96)	[91; 99]	48 (94)	[84; 99]	7 (100)	[59; 100] ▲	89 (97)	[91; 99]
Church	0 (0)		0 (0)		0 (0)		0 (0)	
Traditional healer	2 (1)	[0; 5]	1 (2)	[0; 10]	0 (0)		1 (1)	[0; 6]

(Continued)

Table 2. (Continued)

Knowledge	Overall (N = 150)		<i>L. loa</i> negative (N = 51)		<i>L. loa</i> positive (N = 99)			
	n (col %)	95% CI	n (col %)	95% CI	Non-migratory (N = 7)		Migratory (N = 92)	
Other	1 (1)	[0; 4]	0 (0)		0 (0)		1 (1)	[0; 6]
Do not remember	2 (1)	[0; 5]	2 (4)	[0; 13]	0 (0)		0 (0)	

n = number; col = column; % = percentage

* = multiple response question

95% CI = 95% Confidence interval

▲ = 97.5% Confidence interval.

<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0012109.t002>

3.2 Attitudes

The seriousness of *loiasis* was rated very diversely by the participants (Table 3). The mean on a Likert scale from 1 –not serious to 5 –very serious was at 3.3. Regarding the respondent's own risk perception (1 –no risk to 5 –serious risk) the results were distributed similarly with a mean of 3.4. Concerning the question on how many people are affected by loiasis (1- no one to 5- everyone is infected), people were aware that loiasis probably affects many residents of Sindara as indicated by a mean of 3.1. The majority of participants stated that there exists no stigma or social exclusion towards people suffering from loiasis (n = 143; 95%).

3.3 Practices

About one-third of participants reported sleeping outside during the day from time to time (n = 52; 35%). While most of the participants prepared their food inside a closed house or shelter (n = 109; 73%), one-fourth also prepared in unclosed houses or shelters (n = 37; 25%) and a few prepared outdoors over a woodfire (n = 7; 5%). The majority stated that they wash their clothes at the river (n = 136; 91%), and more than two-thirds worked in the forest regularly (n = 101; 67%). Nonetheless, 47% (n = 71) stated that they do not actively protect themselves from loiasis, and 49% (n = 73) indicated wearing long sleeves and pants during the day. Regarding the health-seeking behaviour, the largest part of people indicated preferring consultation at a hospital in case of loiasis-related symptoms (n = 60; 40%), followed by self-treatment (n = 39; 26%) and traditional healers (n = 31; 21%; Table 4).

3.4 Individual experience

Almost all participants reported already having been bitten by *Chrysops* (n = 145; 97%), which according to the participants, mainly occurs in the forest and on subsistence farms near the village (Table 5). Additionally, 76% (n = 114) indicated that they suffer or suffered in the past from loiasis, or know someone who did (n = 41; 27%). Only 12% (n = 18) of the participants indicated not having been infected and not knowing someone infected with *L. loa*.

Interestingly, 60% (n = 90) of the participants reported that their *L. loa* infection was treated traditionally, while only 28% (n = 42) were treated with anthelmintic drugs, and 9% (n = 13) were not treated at all. The traditional treatment included primarily local administration of leaves and other spicy or acid extracts such as lemon, Costacea plant, vinegar, hot pepper sauce, onion, garlic and car fuel in the eye or on the skin when the adult worm appears during its migration. In addition, using barks and plants without further specification, or the direct removal of the adult worm using hooks or needles was reported as a treatment modality employed in Sindara.

Table 3. Attitudes on *Loa loa* by local residents.

Attitude	Overall		<i>L. loa</i> negative		<i>L. loa</i> positive			
	Mean	95% CI	Mean	95% CI	Non-migratory		Migratory	
Is Loiasis a serious disease?	(N = 145)		(N = 47)		(N = 7)		(N = 91)	
1 not serious– 5 very serious	3.3	[3.1; 3.5]	3.2	[2.9; 3.5]	2.4	[1.4–3.5]	3.4	[3.1–3.7]
2								
3 neutral								
4								
5 very serious								
Are you at risk of getting infected with loiasis?	(N = 137)		(N = 47)		(N = 7)		(N = 83)	
1 no risk	3.4	[3.1; 3.6]	3	[2.6; 3.5]	2.9	[1.2–4.5]	3.6	[3.3–3.9]
2								
3 neutral								
4								
5 serious risk								
Do you think many people in Sindara suffer from loiasis?	(N = 134)		(N = 45)		(N = 6)		(N = 83)	
1 no one	3.1	[2.9; 3.3]	2.7	[2.4; 3.0]	2.5	[1.6–3.4]	3.4	[3.2–3.6]
2								
3 neutral								
4								
5 everyone								
	n (col %)	95% CI	n (col %)	95% CI	n (col %)	95% CI	n (col %)	95% CI
Have you ever experienced exclusion and stigma towards a person suffering from loiasis?	(N = 150)		(N = 51)		(N = 7)		(N = 92)	
Yes	5 (3)	[1; 8]	1 (2)	[0; 10]	0 (0)		4 (4)	[1; 11]
No	143 (95)	[91; 98]	49 (96)	[87; 100]	7 (100)	[59; 100] ▲	87 (95)	[88; 98]
Don't know	2 (1)	[0; 5]	1 (2)	[0; 10]	0 (0)		1 (1)	[0; 6]

n = Number; col = column; % = percentage; 95% CI = 95% Confidence interval

▲ = 97.5% Confidence interval

<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0012109.t003>

3.5 Influence of infection status on KAP

A sub-analysis investigated the responses of persons with different infection states of *L. loa*. Here *L. loa*

positive participants were further grouped into patients with migratory (n = 92; 61%) or non-migratory loiasis (n = 7; 5%). Migratory loiasis is defined by a positive history of eyeworm migration (RAPLoa), regardless of whether microfilariae are found in peripheral blood. Participants with migratory loiasis had significantly better knowledge of the causal pathogen of loiasis as a worm (85%; 95% CI: 76 to 91%) compared to patients with non-migratory loiasis (57%; 95% CI: 18 to 90%) or uninfected participants (51%; 95% CI: 37 to 65%). Similarly, point estimates for the knowledge of transmission of *L. loa* were higher in migratory loiasis participants (26%; 95% CI: 17 to 36%) compared to non-migratory (14%; 95% CI: 0 to 58%) and uninfected participants (12%; 95% CI: 4 to 24%), although this difference was not statistically significant as evidenced by the overlapping 95% confidence intervals; participants suffering from migratory loiasis indicated more often that loiasis prevents them from working and performing household chores (58%; 95% CI: 47 to 68%) than non-migratory (39%; 95% CI: 26 to 54%) and uninfected (29%; 95% CI: 4 to 71%) participants.

Table 4. Practices regarding *Loa loa* by local residents.

Practise	Overall (N = 150)		<i>L. loa</i> negative (N = 51)		<i>L. loa</i> positive (N = 99)			
					Non—migratory (N = 7)		Migratory (N = 92)	
	n (col %)	95% CI	n (col %)	95% CI	n (col %)	95% CI	n (col %)	95% CI
Do you sleep outside during the day?								
Yes	52 (35)	[27; 43]	19 (37)	[24; 52]	2 (29)	[4; 71]	31 (34)	[24; 44]
No	98 (65)	[57; 73]	32 (63)	[48; 76]	5 (71)	[29; 96]	61 (66)	[56; 76]
Where do you prepare your food? *								
Inside a house or shelter	109 (73)	[65; 80]	39 (76)	[63; 87]	4 (57)	[18; 90]	66 (72)	[61; 81]
House or shelter that isn't closed	37 (25)	[18; 32]	11 (22)	[11; 35]	2 (29)	[4; 71]	24 (26)	[17; 36]
Outside	7 (5)	[2; 9]	2 (4)	[0; 13]	0 (0)		5 (5)	[2; 12]
Other	2 (1)	[0; 5]	0 (0)		1 (14)	[0; 58]	1 (1)	[0; 6]
Where do you wash your clothes? *								
At home	13 (9)	[5; 14]	6 (12)	[4; 24]	0 (0)		7 (8)	[3; 15]
River	136 (91)	[85; 95]	46 (90)	[79; 97]	6 (86)	[42; 100]	84 (91)	[84; 96]
Other	10 (7)	[3; 12]	3 (6)	[1; 16]	1 (14)	[0; 58]	6 (7)	[2; 14]
Do you work regularly in the forest?								
Yes	101 (67)	[59; 75]	30 (59)	[44; 72]	5 (71)	[29; 96]	66 (72)	[61; 81]
No	49 (33)	[25; 41]	21 (41)	[28; 56]	2 (29)	[4; 71]	26 (28)	[19; 39]
Do you prevent yourself from loiasis?— What do you do?*								
Avoiding areas where <i>Chrysops</i> live/ brood / take blood meals	0 (0)		0 (0)		0 (0)		0 (0)	
Using insect repellents	0 (0)		0 (0)		0 (0)		0 (0)	
Using mosquito coils	0 (0)		0 (0)		0 (0)		0 (0)	
Wearing long sleeves/ long pants during the day	73 (49)	[40; 57]	23 (45)	[31; 60]	5 (71)	[29; 96]	45 (49)	[38; 60]
Rest under a Mosquito net during the day	6 (4)	[1; 9]	5 (10)	[3; 21]	0 (0)		1 (1)	[0; 6]
Medical prevention (Diethylcarbamazine 300mg/week)	0 (0)		0 (0)		0 (0)		0 (0)	
Other	11 (7)	[4; 13]	6 (12)	[4; 24]	0 (0)		5 (5)	[2; 12]
Do not prevent	71 (47)	[39; 56]	26 (51)	[37; 65]	2 (29)	[4; 71]	43 (47)	[36; 57]
Health seeking behaviour								
If you had symptoms of loiasis, where would you look for help first?*								
Hospital	60 (40)	[32; 48]	26 (51)	[37; 65]	2 (29)	[4; 71]	32 (35)	[25; 45]
Dispensary	12 (8)	[4; 14]	2 (4)	[0; 13]	1 (14)	[0; 58]	9 (10)	[5; 18]
Pharmacy	2 (1)	[0; 5]	2 (4)	[0; 13]	0 (0)		0 (0)	
Traditional Healer	31 (21)	[14; 28]	9 (18)	[8; 31]	3 (43)	[10; 82]	19 (21)	[13; 30]
Self-Treatment	39 (26)	[19; 34]	8 (16)	[7; 29]	0 (0)		31 (34)	[24; 44]
Wait till it goes away	10 (7)	[3; 12]	5 (10)	[3; 21]	1 (14)	[0; 58]	4 (4)	[1; 11]
Other	4 (3)	[1; 7]	0 (0)		0 (0)		4 (4)	[1; 11]
Don't know	1 (1)	[0; 4]	1 (2)	[0; 10]	0 (0)		0 (0)	

n = Number; col = column; % = percentage

* = multiple response question

95% CI = 95% Confidence interval.

<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0012109.t004>

Some signs and symptoms of loiasis were more commonly attributed to the disease by participants with migratory loiasis than by uninfected or non-migratory loiasis participants including eyeworm migration (70% migratory loiasis [95% CI: 59 to 79%] versus 41%

Table 4. Practices regarding *Loa loa* by local residents.

Practise	Overall (N = 150)		<i>L. loa</i> negative (N = 51)		<i>L. loa</i> positive (N = 99)			
					Non—migratory (N = 7)		Migratory (N = 92)	
	n (col %)	95% CI	n (col %)	95% CI	n (col %)	95% CI	n (col %)	95% CI
Do you sleep outside during the day?								
Yes	52 (35)	[27; 43]	19 (37)	[24; 52]	2 (29)	[4; 71]	31 (34)	[24; 44]
No	98 (65)	[57; 73]	32 (63)	[48; 76]	5 (71)	[29; 96]	61 (66)	[56; 76]
Where do you prepare your food? *								
Inside a house or shelter	109 (73)	[65; 80]	39 (76)	[63; 87]	4 (57)	[18; 90]	66 (72)	[61; 81]
House or shelter that isn't closed	37 (25)	[18; 32]	11 (22)	[11; 35]	2 (29)	[4; 71]	24 (26)	[17; 36]
Outside	7 (5)	[2; 9]	2 (4)	[0; 13]	0 (0)		5 (5)	[2; 12]
Other	2 (1)	[0; 5]	0 (0)		1 (14)	[0; 58]	1 (1)	[0; 6]
Where do you wash your clothes? *								
At home	13 (9)	[5; 14]	6 (12)	[4; 24]	0 (0)		7 (8)	[3; 15]
River	136 (91)	[85; 95]	46 (90)	[79; 97]	6 (86)	[42; 100]	84 (91)	[84; 96]
Other	10 (7)	[3; 12]	3 (6)	[1; 16]	1 (14)	[0; 58]	6 (7)	[2; 14]
Do you work regularly in the forest?								
Yes	101 (67)	[59; 75]	30 (59)	[44; 72]	5 (71)	[29; 96]	66 (72)	[61; 81]
No	49 (33)	[25; 41]	21 (41)	[28; 56]	2 (29)	[4; 71]	26 (28)	[19; 39]
Do you prevent yourself from loiasis?— What do you do?*								
Avoiding areas where <i>Chrysops</i> live/ brood / take blood meals	0 (0)		0 (0)		0 (0)		0 (0)	
Using insect repellents	0 (0)		0 (0)		0 (0)		0 (0)	
Using mosquito coils	0 (0)		0 (0)		0 (0)		0 (0)	
Wearing long sleeves/ long pants during the day	73 (49)	[40; 57]	23 (45)	[31; 60]	5 (71)	[29; 96]	45 (49)	[38; 60]
Rest under a Mosquito net during the day	6 (4)	[1; 9]	5 (10)	[3; 21]	0 (0)		1 (1)	[0; 6]
Medical prevention (Diethylcarbamazine 300mg/week)	0 (0)		0 (0)		0 (0)		0 (0)	
Other	11 (7)	[4; 13]	6 (12)	[4; 24]	0 (0)		5 (5)	[2; 12]
Do not prevent	71 (47)	[39; 56]	26 (51)	[37; 65]	2 (29)	[4; 71]	43 (47)	[36; 57]
Health seeking behaviour								
If you had symptoms of loiasis, where would you look for help first?*								
Hospital	60 (40)	[32; 48]	26 (51)	[37; 65]	2 (29)	[4; 71]	32 (35)	[25; 45]
Dispensary	12 (8)	[4; 14]	2 (4)	[0; 13]	1 (14)	[0; 58]	9 (10)	[5; 18]
Pharmacy	2 (1)	[0; 5]	2 (4)	[0; 13]	0 (0)		0 (0)	
Traditional Healer	31 (21)	[14; 28]	9 (18)	[8; 31]	3 (43)	[10; 82]	19 (21)	[13; 30]
Self-Treatment	39 (26)	[19; 34]	8 (16)	[7; 29]	0 (0)		31 (34)	[24; 44]
Wait till it goes away	10 (7)	[3; 12]	5 (10)	[3; 21]	1 (14)	[0; 58]	4 (4)	[1; 11]
Other	4 (3)	[1; 7]	0 (0)		0 (0)		4 (4)	[1; 11]
Don't know	1 (1)	[0; 4]	1 (2)	[0; 10]	0 (0)		0 (0)	

n = Number; col = column; % = percentage

* = multiple response question

95% CI = 95% Confidence interval.

<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0012109.t004>

Some signs and symptoms of loiasis were more commonly attributed to the disease by participants with migratory loiasis than by uninfected or non-migratory loiasis participants including eyeworm migration (70% migratory loiasis [95% CI: 59 to 79%] versus 41%

Table 5. Individual experiences with *Loa loa* by local residents.

Own Experience	Overall (N = 150)		<i>L. loa</i> negative (N = 51)		<i>L. loa</i> positive (N = 99)			
					Non-migratory (N = 7)		Migratory (N = 29)	
	n (col %)	95% CI	n (col %)	95% CI	n (col %)	95% CI	n (col %)	95% CI
Have you ever been bitten by a deer fly?								
Yes	145 (97)	[92; 99]	47 (92)	[81; 98]	7 (100)	[59; 100] ▲	91 (99)	[94; 100]
No	4 (3)	[1; 7]	4 (8)	[2; 19]	0 (0)		0 (0)	
Don't know	1 (1)	[0; 4]	0 (0)		0 (0)		1 (1)	[0; 6]
Where in Sindara does the deer fly appear most often?*								
Forest	90 (60)	[52; 68]	29 (57)	[42; 71]	6 (86)	[42; 100]	55 (60)	[49; 70]
Plantation	80 (53)	[45; 62]	24 (47)	[33; 62]	6 (86)	[42; 100]	50 (54)	[44; 65]
In the village	69 (46)	[38; 54]	22 (43)	[29; 58]	2 (29)	[4; 71]	45 (49)	[38; 60]
Church	0 (0)		0 (0)		0 (0)		0 (0)	
Next to the river	29 (19)	[13; 27]	13 (25)	[14; 40]	3 (43)	[10; 82]	13 (14)	[8; 23]
Other	2 (1)	[0; 5]	1 (2)	[0; 10]	0 (0)		1 (1)	[0; 6]
Don't know	1 (1)	[0; 4]	1 (2)	[0; 10]	0 (0)		0 (0)	
Have you, or someone you know, been infected with loiasis?*								
Yes, myself	114 (76)	[68; 83]	27 (53)	[38; 67]	5 (71)	[29; 96]	82 (89)	[81; 95]
Yes, someone I know	41 (27)	[20; 35]	17 (33)	[21; 48]	1 (14)	[0; 58]	23 (25)	[17; 35]
No	16 (11)	[6; 17]	10 (20)	[10; 33]	1 (14)	[0; 58]	5 (5)	[2; 12]
Don't know	2 (1)	[0; 5]	1 (2)	[0; 10]	0 (0)		1 (1)	[0; 6]
If yes, how was it treated?*								
Not treated	13 (9)	[5; 14]	4 (8)	[2; 19]	0 (0)		9 (10)	[5; 18]
Drugs	42 (28)	[21; 36]	13 (25)	[14; 40]	4 (57)	[18; 90]	25 (27)	[18; 37]
Traditional	90 (60)	[52; 68]	26 (51)	[37; 65]	3 (43)	[10; 82]	61 (66)	[56; 76]
Don't remember	3 (2)	[0; 6]	2 (4)	[0; 13]	0 (0)		1 (1)	[0; 6]
Not applicable	18 (12)	[7; 18]	11 (22)	[11; 35]	1 (14)	[0; 58]	6 (7)	[2; 14]

n = Number; col = column; % = percentage

* = multiple response question

95% CI = 95% Confidence interval

▲ = 97.5% Confidence interval.

<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0012109.t005>

uninfected [95% CI: 28 to 56%] and 43% non-migratory loiasis [95% CI: 10 to 82%]), conjunctivitis, eye congestion, itching, pain, light sensitivity (67% migratory loiasis [95% CI: 57 to 77%] versus 31% uninfected [95% CI: 19 to 46%], 29% non-migratory loiasis [95% CI: 4 to 71%]), and transient vision loss (26% migratory loiasis [95% CI: 17 to 36%] versus 8% uninfected [95% CI: 2 to 19%], 14% non-migratory loiasis [95% CI: 0 to 58%]).

Regarding the seriousness of loiasis (1—*not serious*—5—*very serious*) and the own risk assessment (1—no risk—5—serious risk) differences were not statistically significant, even though migratory participants perceived the disease as worse (Mean: 3.4; 95% CI: 3.1 to 3.7 versus mean: 3.2; 95% CI: 2.9 to 3.5 and mean: 2.4; 95% CI: 1.4 to 3.5), and their own risk of getting infected as higher (Mean: 3.6; 95% CI: 3.3 to 3.9) than non-migratory loiasis patients (Mean: 3; 95% CI: 2.6 to 3.5) and non-infected participants (Mean: 2.9; 95% CI: 1.2 to 4.5).

4. Discussion

L. loa is highly prevalent in Gabon. In 2018, published data on the prevalence of *L. loa* infection in the Tsamba-Magotsi district revealed a prevalence of 31% by either the detection of

microfilariae in the blood or a positive history of eyeworm migration, while the present study showed a prevalence of 66% using the same case definition [12]. This may indicate a higher overall exposure towards *L. loa* in the village Sindara due to its location deep in the tropical rainforest and next to the river Ngounié compared to the average settlements in Tsamba-Magotsi. Other data based on RAPLOA surveys conducted in 2011 all over Western and Central Africa estimated a prevalence of eyeworm migration between 40 and 60% in this area of Gabon. Our data confirm this high number and even exceed this estimation since it also includes asymptomatic microfilaremic individuals.

Loiasis is well known in Sindara, almost everyone has heard of this disease and the majority further knew that the pathogen is a parasitic worm. The present survey was carried out in a region of high prevalence which may explain the high level of knowledge on *L. loa* by the population. This is also consistent with the finding that the vast majority declared to have been infected or to know someone infected by loiasis, as can be expected in an endemic region. Even though the red fly (*Chrysops*) and its biting habits were well known to almost every participant, its role as a vector in transmitting *L. loa* was widely unknown (80%). This is surprising given the high prevalence of loiasis and the overall good knowledge of both the disease and the presence of *Chrysops* flies in the region. However, our findings align with previously reported assessments of the KAP towards onchocerciasis, lymphatic filariasis and soil-transmitted helminths in Cameroon, showing a lack of knowledge, especially concerning the transmission of these neglected tropical diseases even though they were well-known and highly prevalent in the respective regions [16,17]. A similar example of poor knowledge of transmission modalities was reported for schistosomiasis in Yemen [18].

Information about loiasis was mainly passed on by word of mouth in Sindara. Our study revealed poor contribution from media, schools and healthcare facilities to the knowledge of loiasis. More attention should be paid to possible ways of distributing reliable and trustful information by patient education. It seems reasonable to assume that knowledge, especially about the transmission of the above-named diseases including loiasis could be an important and necessary mean for the development of effective prevention strategies.

In general, it was difficult for most participants to distinguish between specific diseases and their infectious etiologies. In general, many clinical presentations were generally assigned to "the worms" and no specific difference was made between filariae, soil-transmitted-helminths, scabies, and other parasitological diseases. This concept is reflected by the fact that participants often named water, food, and mosquitos, besides the *Chrysops* fly, as possible modes of transmission for loiasis. Similar patterns concerning the knowledge about signs and symptoms of loiasis were observed. Besides some specific symptoms including the eye worm migration and accompanying conjunctivitis, non-specific symptoms like pruritus and urticaria, which may be as well caused to multiple other parasitic diseases, were often mentioned. This carries also the risk that people living in these communities and positive for other chronic diseases might associate their symptoms with "the worms", further delaying adequate healthcare seeking behavior, testing, and diagnosis.

Questions focusing on prevention of infection indicated that most participants reported that loiasis was not preventable, while others mentioned the use of long-sleeved shirts and pants and the use of mosquito nets during the day. However, these methods were not mentioned as prevention techniques specific for loiasis, but rather as a general protective measure during exposure to the surrounding rainforest. This goes in concordance with the current scientific evidence as little is known about effective prevention methods [12]. The importance of forest exposure, on the other hand, has been highlighted in several studies as a major epidemiological risk factor for the successful transmission of *L. loa*, while the absence of regular activities in the forest serves as a protective factor [12,19,20]. Reducing forest exposure may be a

potential preventive measure which however remains difficult to implement since affected communities are often economically dependent on subsistence farming and hunting activities. Furthermore, the attraction of *Chrysops* by woodfires, which are commonly used for cooking in Sindara, indicates the difficulties in effectively preventing *Chrysops* bites in this environment [21].

The attitude of the participants towards loiasis, its severity and impact as well as the perception of the risk of getting infected in Sindara varied considerably. These differing attitudes reflect the wide range of clinical manifestations of the disease [22]. Importantly, a significant proportion of patients reported that loiasis at times prevents them from working providing evidence for the impact of the disease on daily activities. Interestingly, participants unanimously agreed on the fact that there is no stigma nor social exclusion regarding persons suffering from loiasis. This is an important outcome of this survey, although its external validity requires to be investigated in other cultural settings.

Although the formal healthcare system was cited as the preferred treatment provider, the majority of previous *L. loa* infections had been treated by traditional healers. This finding indicates a lack of medically adequate or economically accessible care provided by the formal health care system. While applying sour or acid extracts into the eye to chase the worm away or even to remove the parasite by fishhooks and needles reportedly soothed the patients, the misconception persists that loiasis would be cured as soon as the adult worm had disappeared from the eye besides the medical risks of these traditional treatments. Further investigations on traditional healer practices and their collaboration with the formal health sector should be carried out to broaden our understanding of healthcare seeking behaviour and to improve patient orientation towards adequate treatment modalities.

Our results showed a nuanced picture regarding response patterns of *L. loa* positive and negative participants. While the sample size may be too small for demonstration of conclusive differences, many dissimilarities may be explained by the personal experience of adult worm migration in patients suffering from migratory loiasis. Concordantly, migratory-loiasis patients were more often able to identify the parasite as a worm, associated *Chrysops* more often with the disease and knew better clinical symptoms associated with the eye worm migration. Finally, this subgroup stated more frequently to be prevented from work by loiasis, considered the disease to be more serious and estimated the risk of transmission to be higher than non-migratory participants did.

These findings are consistent with previous studies on distinct *L. loa* infection states and associated clinical and hematological manifestations. In this study it was shown that the history of eyeworm migration was associated with a wide range of clinical signs and symptoms, independent of the presence of microfilaremia. Neurological symptoms were notably found to be strongly associated with eye-worm-positive loiasis and not with microfilaremia itself. Also, in concordance with our results, exclusively microfilaremic individuals reported signs and symptoms in similar frequency as loiasis negative individuals [23]. Overall, our results show that people's knowledge on the pathogen, signs and symptoms, the transmission of loiasis and their awareness of the risk of infection was augmented by having experienced an infection. Efforts in the future should therefore focus on informing affected communities in a preventive manner.

This study is not without limitations. As the first survey investigating the knowledge, attitudes and practices towards loiasis in a region of high transmission in rural Gabon, this sample size is limited and confined to one community. It is not known whether findings from this study can be directly extrapolated to other regions affected by loiasis. However, this setting allowed us to interview almost one fifth of the entire adult population leading to high level of internal validity. Moreover, the overall sample size compares well with previous KAP surveys

on other neglected parasitic diseases in different regions of Africa and Asia [17,18,24,25]. Since our results align in most parts with these previously conducted studies, we believe that our findings can be generalized to most rural populations in the Central African region. However, further studies from different regions are needed.

5. Conclusion

Loiasis is a widely known infectious disease and is perceived as a health priority in this region of high *L. loa* transmission. Important gaps in knowledge concern foremost the mode of transmission of *L. loa*. Patients' needs for diagnostics and treatment are largely unmet by the formal healthcare system. Overall, these data indicate the importance of loiasis for rural populations in high-transmission areas and provide guidance to ameliorate the services of the public health care system to meet the currently unmet needs in the management of loiasis.

Supporting information

S1 Table. Data that underlies this paper.
(XLSX)

Acknowledgments

We want to thank all the study participants, field workers, the laboratory of CERMEI, and the regional and local authorities for their commitment to this study. Particularly we want to thank Marisca Tsoni Malekou (study coordinator, Gabon), Jean Alix Nzokou Mangari, François De-Sales Mackaga, David Alexis Dikongo Madouma (field workers and drivers, respectively), Jean Mermoz Ndong Essono Ondong (laboratory technician), Cedric Otchague (IT) and Lidwine Badjina (study coordinator, Germany) for their valuable assistance.

Author Contributions

Conceptualization: Teite Rebecca Hildebrandt, Saskia Dede Davi, Rella Zoleko Manego, Michael Ramharter.

Data curation: Teite Rebecca Hildebrandt, Maximilian Rakotonirinalalao.

Formal analysis: Maximilian Rakotonirinalalao, Johannes Mischlinger, Michael Ramharter.

Investigation: Teite Rebecca Hildebrandt, Saskia Dede Davi, Anita Lumeka Kabwende, Lilian Rene Endamne, Esther Mehmél.

Methodology: Johannes Mischlinger.

Resources: Rella Zoleko Manego, Peter G. Kremsner, Bertrand Lell, Ayôla Akim Adegnika, Ghyslain Mombo-Ngoma, Selidji Todagbe Agnandji, Michael Ramharter.

Software: Bertrand Lell.

Supervision: Saskia Dede Davi, Ayodele Alabi, Johannes Mischlinger.

Writing – original draft: Teite Rebecca Hildebrandt, Michael Ramharter.

Writing – review & editing: Teite Rebecca Hildebrandt, Saskia Dede Davi, Anita Lumeka Kabwende, Lilian Rene Endamne, Esther Mehmél, Maximilian Rakotonirinalalao, Ayodele Alabi, Rella Zoleko Manego, Peter G. Kremsner, Bertrand Lell, Ayôla Akim Adegnika, Ghyslain Mombo-Ngoma, Johannes Mischlinger, Selidji Todagbe Agnandji, Michael Ramharter.

References

- Noireau F, Nzoulani A, Sinda D, Caubère P. Chrysops silacea and C. dimidiata seasonality and loiasis prevalence in the Chaillu mountains, Congo. *Med Vet Entomol*. 1991; 5:413–419. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2915.1991.tb00569.x>. PMID: 1773119
- Zouré HGM, Wanji S, Noma M, Amazigo UV, Diggle PJ, Tekle AH, et al. The Geographic Distribution of Loa loa in Africa: Results of Large-Scale Implementation of the Rapid Assessment Procedure for Loiasis (RAPLOA). *PLoS Negl Trop Dis*. 2011; 28:5. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001210> PMID: 21738809
- CDC—Loiasis. [cited 2022 Jun 24]. Available from: <https://www.cdc.gov/parasites/loiasis/index.html>.
- Metzger WG, Mordmüller B. Loa loa—does it deserve to be neglected? *Lancet Infect Dis*. 2014; 14:353–357 [cited 2021 Nov 12. Available from: <http://www.thelancet.com/article/S1473309913702639/fulltext>. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(13\)70263-9](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(13)70263-9) PMID: 24332895
- Veletzky L, Hergeth J, Stelzl DR, Mischlinger J, Manego RZ, Mombo-Ngoma G, et al. Burden of disease in Gabon caused by loiasis: a cross-sectional survey. *Lancet Infect Dis*. 2020; 20. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30256-5](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30256-5) PMID: 32585133
- Chesnaïs CB, Takougang I, Paguélé M, Pion SD, Boussinesq M. Excess mortality associated with loiasis: a retrospective population-based cohort study. *Lancet Infect Dis*. 2017; 17:108–116. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(16\)30405-4](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(16)30405-4) PMID: 27777031
- Hotez PJ, Aksoy S, Brindley PJ, Kamhawi S. What constitutes a neglected tropical disease? *PLoS Negl Trop Dis*. 2020; 14: e0008001. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008001> PMID: 31999732
- République Gabonaise Troisième Enquête Démographique et de Santé au Gabon (EDSG-III). 2019.
- Matsumoto-Takahashi ELA, Tongol-Rivera P, Villacorte EA, Angluben RU, Jimba M, Kano S. Patient Knowledge on Malaria Symptoms Is a Key to Promoting Universal Access of Patients to Effective Malaria Treatment in Palawan, the Philippines. *PLoS One*. 2015; 10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127858> PMID: 26079135
- Alsaleh FM, Elzain M, Alsairafi ZK, Naser AY. Perceived Knowledge, Attitude, and Practices (KAP) and Fear toward COVID-19 among Patients with Diabetes Attending Primary Healthcare Centers in Kuwait. *Int J Environ Res Public Health*. 2023; 20. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032369> PMID: 36767736
- Gabon—Climatology | Climate Change Knowledge Portal. [cited 2023 Mar 26]. Available from: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/gabon/climate-data-historical>
- Mischlinger J, Veletzky L, Tazemda-Kuitsouc GB, Pitzinger P, Matsegui PB, Gmeiner M, et al. Behavioural and clinical predictors for Loiasis. *J Glob Health*. 2018; 8. <https://doi.org/10.7189/jogh.08.010413> PMID: 29497506
- Manego RZ, Mombo-Ngoma G, Witte M, Held J, Gmeiner M, Gebru T, et al. Demography, maternal health and the epidemiology of malaria and other major infectious diseases in the rural department Tsamba-Magotsi, Ngounie Province, in central African Gabon. *BMC Public Health*. 2017; 17: 130. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4045-x> PMID: 28129759
- Takougang I, Meremikwu M, Wandji S, Yenshu E v, Aripko B, Lamlenn SB, et al. Rapid assessment method for prevalence and intensity of Loa loa infection. *Bull World Health Organ*. 2002; 80: 852–858. PMID: 12481206
- Noireau F, Apembet JD. Comparison of thick blood smear and saponin haemolysis for the detection of Loa loa and Mansonella perstans infections. *J Trop Med Hyg*. 1990; 93: 390–392. PMID: 2270002
- Sumo L, Ntonfor NH, Lenou-Nanga CG, Chenkumo-Kengmoni N, Amana-Bokagne VT, Awah CG, et al. An Integrated Approach to Assess Knowledge/Perceptions and Attitudes/Practices (KAP) Regarding Major Neglected Tropical Diseases Endemic in the Mbengwi Health District, North West Region, Cameroon. *J Epidemiol Glob Health*. 2021; 11:426–434. <https://doi.org/10.1007/s44197-021-00010-8> PMID: 34734385
- Domche A, Nana-Djeunga HC, Yemeli LD, Nanga CL, Boussinesq M, Njiokou F, et al. Knowledge/perception and attitude/practices of populations of two first-line communities of the Centre Region of Cameroon regarding onchocerciasis and black fly nuisance and bio-ecology. *Parasit Vectors*. 2021; 14: 546. <https://doi.org/10.1186/s13071-021-05048-y> PMID: 34688311
- Sady H, Al-Mekhlafi HM, Atroosh WM, Al-Delaimy AK, Nasr NA, Dawaki S, et al. Knowledge, attitude, and practices towards schistosomiasis among rural population in Yemen. *Parasit Vectors*. 2015; 8. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-1050-8> PMID: 26302747
- Akue JP, Nkoghe D, Padilla C, Moussavou G, Moukane H, Mbou RA, et al. Epidemiology of Concomitant Infection Due to Loa loa and Mansonella perstans in Gabon. *PLoS Negl Trop Dis*. 2011; 5: e1329. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001329> PMID: 22022623
- Wanji S, Tendongfor N, Esum M, Atanga SN, Enyong P. Heterogeneity in the prevalence and intensity of loiasis in five contrasting bioecological zones in Cameroon. *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 2003;

- 97:182–187. [cited 2022 Jul 6]. Available from: <https://academic.oup.com/trstmh/article/97/2/182/1938912> [https://doi.org/10.1016/s0035-9203\(03\)90114-3](https://doi.org/10.1016/s0035-9203(03)90114-3) PMID: 14584374
21. Kelly-Hope L, Paulo R, Thomas B, Brito M, Unnasch TR, Molyneux D. Loa loa vectors *Chrysops* spp.: perspectives on research, distribution, bionomics, and implications for elimination of lymphatic filariasis and onchocerciasis. *Parasit Vectors*. 2017; 10. <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2103-y> PMID: 28381279
 22. Buell KG, Whittaker C, Chesnais CB, Jewell PD, Pion SDS, Walker M, et al. Atypical Clinical Manifestations of Loiasis and Their Relevance for Endemic Populations. *Open Forum Infect Dis*. 2019; 6. <https://doi.org/10.1093/ofid/ofz417> PMID: 31696139
 23. Veletzky L, Eberhardt KA, Hergeth J, Stelzl DR, Zoleko Manego R, Mombo-Ngoma G, et al. Distinct loiasis infection states and associated clinical and hematological manifestations in patients from Gabon. *PLoS Negl Trop Dis*. 2022; 16: e0010793. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010793> PMID: 36121900
 24. Acka CA, Raso G, N'Goran EK, Tschannen AB, Bogoch II, Séraphin E, et al. Parasitic Worms: Knowledge, Attitudes, and Practices in Western Côte d'Ivoire with Implications for Integrated Control. *PLoS Negl Trop Dis*. 2010; 4: e910. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000910> PMID: 21200423
 25. Worku H, Mola M, Alemu BD, Jemal SS, Ayiza A, Getachew S, et al. Knowledge, Attitude, and towards an Onchocerciasis Elimination Program from South West Ethiopia. *J Trop Med*. 2022; 2022:1–11. <https://doi.org/10.1155/2022/1417804> PMID: 35784943

2. Einleitung

2.1 Epidemiologie und Biologie von *Loa loa*

Loiasis ist eine durch Vektoren übertragene Erkrankung, die durch den parasitären Fadenwurm *Loa loa* (*L. loa*) verursacht wird. Der Wurm lebt im Unterhautfettgewebe des Menschen und durchwandert dieses. Auf seinem Weg tritt er gelegentlich auch im subkonjunktivalen Bindegewebe der Augen auf, was ihn unter dem Namen „Afrikanischer Augenwurm“ bekannt werden ließ. Der Parasit wird durch tagaktive Bremsen der Gattung *Chrysops* übertragen, die in Wald- und Savannengebieten West- und Zentralafrikas vorkommen. (Noireau et al., 1991) Vor allem sind Menschen von Loiasis betroffen, die in ländlichen Regionen der Länder Kamerun, Äquatorial Guinea, Gabun, Teilen der Demokratischen Republik Kongo, der Zentralafrikanischen Republik und der Republik Kongo leben. (Zouré et al., 2011) Schätzungen zufolge leben aktuell 20,5 Millionen Menschen in Regionen mit einer besonders hohen Infektionsrate von über 40%. Weitere 21,7 Millionen Menschen leben in Regionen, in denen die Infektionsrate zwischen 20 und 40% rangiert. (Ramharter et al., 2023)

Die *Chrysops*-bremsen treten vornehmlich während der Regenzeit auf und werden durch menschliche Bewegungen, sowie den Rauch von Holzfeuern angelockt. Die zwei Arten *Chrysops silacea* und *Chrysops dimidiata* konnten als Hauptüberträger von *L. loa* auf den Menschen identifiziert werden. Neben dem Menschen umfasst das Wirtsspektrum auch noch einige afrikanische Primatenarten, bei deren Übertragung allerdings andere *Chrysops*-Arten eine Rolle spielen. (DUKE and WIJERS, 1958) Beim Biss der Bremse gelangen zunächst Filarien im Larvenstadium in die Haut des Wirtes. Diese entwickeln sich innerhalb weniger Monate zu adulten Würmern, die bis zu 70 mm lang werden können und eine Lebenserwartung von bis zu 20 Jahren haben. Die weiblichen Würmer produzieren Mikrofilarien, die im peripheren Blut mit einer tageszeitlichen Periodizität zirkulieren, und nachts vor allem im Gewebe der Lunge und anderen Organen zu finden sind. (CDC - Loiasis, 2024) Die Mikrofilarien können aus dem peripheren Blut beim Biss einer Bremse erneut in diese aufgenommen werden, wo sie sich in ein reifes Larvenstadium entwickeln, welches wiederum auf den Menschen übertragen werden kann.

2.2 Klinische Präsentation

Loiasis kann eine breite Spanne von Symptomen und klinischen Präsentationen hervorrufen, die von asymptomatisch, über akute und chronische Symptome, bis hin zu akuten lebensbedrohlichen Komplikationen reichen. Die häufigsten und auch pathognomischen Erscheinungsformen sind die sogenannten Calabar-Schwellungen - lokale subkutane Schwellungen an den Gelenken von Armen und Beinen, sowie die Wanderung eines adulten Wurmes durch das subkonjunktivale Gewebe des Auges. Der Augenwurm verursacht in der Regel nur geringe Schäden, kann aber zu Konjunktivitis-ähnlichen Beschwerden wie Juckreiz, Schmerzen und Lichtempfindlichkeit führen. In einigen Fällen kann Loiasis schwere und lebensbedrohliche Krankheitsbilder, wie Enzephalitis, Lungen-, und Herz-Kreislauf-Erkrankungen hervorrufen. (Metzger and Mordmüller, 2014)

2.3 Diagnostik, Behandlung und Prävention

L. loa kann im peripheren Blut unter Berücksichtigung seiner tageszeitlichen Periodizität, mikroskopisch nachgewiesen werden, oder klinisch bei Migration des adulten Wurmes durch das Auge diagnostiziert werden. Außerdem besteht die Möglichkeit eines Antikörpernachweises gegen *L. loa*, wobei dieser jedoch nicht zwischen einer stattgehabten und einer aktiven Infektion differenzieren kann. (CDC - Loiasis, 2024)

Derzeit werden drei Medikamente zur Behandlung von Loiasis eingesetzt: Diethylcarbamazin (DEC), Ivermectin (IVM) und Albendazol (ALB), wobei sich die Behandlung schwierig gestaltet. IVM und ALB müssen über einen langen Zeitraum verabreicht werden, und IVM und DEC sind mit schweren Nebenwirkungen bei Personen mit hoher Mikrofilariämie verbunden. Darüber hinaus ist DEC bei Koinfektionen mit *Onchocerca volvulus* kontraindiziert, dessen Verbreitungsgebiet sich stark mit dem von *L. loa* überschneidet. (Loiasis | MSF Medical Guidelines, 2024) Der Einsatz von ALB ist in der Regel sicher, aber seine Wirkung auf Loiasis ist im Vergleich zu DEC und IVM gering. (Boussinesq, 2012)

Die einmal wöchentliche Einnahme von DEC wirkt präventiv gegen eine Infektion mit *L. loa*. Da das Medikament aber in den meisten Regionen nicht verfügbar ist, kann eine Prävention nach dem heutigen Wissensstand nur durch das Meiden der Lebensräume der Chrysopsbremse, durch die Benutzung von Insektenschutzmitteln, sowie das Tragen von langer Kleidung erfolgen. (CDC - Loiasis, 2024)

2.4 Herausforderungen

Anders als Onchozerkose und lymphatische Filariose ist Loiasis nicht in der Liste der vernachlässigten Tropenerkrankungen der Welt Gesundheitsorganisation (WHO) aufgeführt. Eine Infektion mit *L. loa* wurde bislang häufig als harmlos eingestuft, jedoch wurde kürzlich eine erhebliche Morbidität und Mortalität durch Loiasis beschrieben, was die enorme Belastung betroffener Gemeinden durch die Erkrankung hervorhebt. (Chesnais et al., 2017; Veletzky et al., 2020) Diese Erkenntnisse unterstreichen die Notwendigkeit weiterführender Forschung und Implementation von Behandlungs- und Kontrollprogrammen für Loiasis.

Auch in Gabun mangelt es trotz der hohen Prävalenz von Loiasis, besonders in den ländlichen Gebieten, an Strukturen und Anstrengungen zur Bekämpfung und Kontrolle der Erkrankung. (Gabon - Plan national de développement sanitaire (2017-2021))

2.5 Bedeutung von Wissen, Einstellung und Praktiken beim Management von Infektionskrankheiten

Wissen, Einstellungen und Praktiken (*Knowledge, attitude and practices* - KAP) haben einen erheblichen Einfluss auf das Bewusstsein und die Bemühungen um die Prävention von Krankheiten auf individueller Ebene, sowie auf das Management von Krankheiten auf nationaler und internationaler Ebene. (Matsumoto-Takahashi et al., 2015; Alsaleh et al., 2023) Es ist entscheidend die Sichtweise einer Gesellschaft und der Einzelnen auf eine Krankheit zu verstehen, um Bedürfnisse und Probleme zu erkennen, sowie die Gesundheitspolitik in die Lage zu versetzen, wirksame

Interventionen und lokal relevante Strukturen zur Bekämpfung dieser Erkrankung zu entwickeln. (Andrade et al., 2020)

Es ist noch wenig bekannt über den Wissensstand und die Wahrnehmung von Menschen, die in Regionen mit hoher *L. loa* Prävalenz leben.

Mit diesem KAP-Survey wollen wir die Diskrepanz zwischen den wissenschaftlichen Erkenntnissen über *L. loa* assoziierte Morbidität und Mortalität auf der einen Seite, und der Vernachlässigung der Erkrankung durch die internationale Gemeinschaft auf der anderen Seite aufzeigen. Durch ein besseres Verständnis des Umgangs der Bevölkerung mit *L. loa* hoffen wir Ansätze für die Implementierung relevanter Versorgungsstrukturen zu finden, die den Bedürfnissen der Betroffenen entsprechen.

3. Material und Methoden

3.1 Studiendesign und Umgebung

Im Jahr 2022 führten wir eine Populations-basierte Querschnittsumfrage in Sindara, einem Dorf in der Provinz Ngounié im südlichen Zentrum von Gabun durch. Das Dorf ist umgeben von tropischem Regenwald und an dem Ufer des Flusses Ngounié gelegen. Fluss und Wald bilden die Grundlage des Lebens der Bewohner Sindaras, die ihren Lebensunterhalt vor allem durch Jagen, Fischen und Landwirtschaft verdienen. Das Klima ist äquatorial mit einer durchschnittlichen Jahrestemperatur von 25,9°C. (Gabon - Climatology | Climate Change Knowledge Portal, 2024) Die nächstgelegene Stadt und Gesundheitseinrichtung liegen 30km entfernt und sind aufgrund der schlechten Straßenverhältnisse teils nur schwer zu erreichen. Die meisten Teile Gabuns, darunter auch die Provinz Ngounié, sind Regionen mit einer hohen Loiasis-Übertragungsrate. (Zouré et al., 2011)

3.2 Studienteilnehmende und Sampling-Strategie

Der vorliegende Survey war eingebettet in eine laufende Studie zur Erfassung und Nachverfolgung demographischer und gesundheitlicher Entwicklungen in den Regionen Moyen-Ogooué und Ngounié, durchgeführt vom *Centre de Recherches Médicales de Lambaréné (CERMEL)*. Im Januar 2022 wurde ein Zensus und eine Kartographierung aller Haushalte Sindaras durchgeführt, wobei 356 bewohnte Häuser identifiziert wurden. Für eine repräsentative Stichprobengröße wählten wir davon 150 (42%) Haushalte zufällig aus. Aus jedem Haushalt wurde weiterhin eine in Frage kommende Person durch Würfeln bestimmt. Einschlusskriterien für unsere Studie waren ein Alter von 18 Jahren oder älter, ein Wohnsitz in Sindara seit mindestens sechs Monaten sowie die Bereitschaft zur Teilnahme an der Studie. 122 Teilnehmende konnte auf diese Weise in die Studie eingeschlossen werden, 28 Personen waren jedoch wiederholt während unserer Hausbesuche abwesend. Um die endgültige Stichprobengröße von 150 zu erhalten, luden wir deshalb 28 weitere Bewohner Sindaras, welche die Einschlusskriterien erfüllten, zur Teilnahme an dem Survey ein.

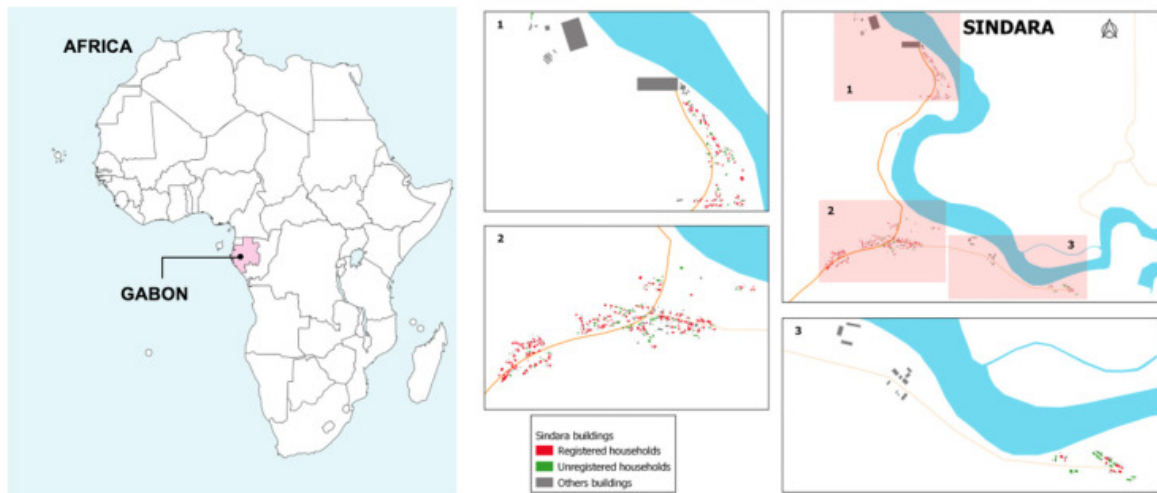


Abbildung 1 – Karte des Studiengebietes mit dem Dorf Sindara (Davi et al., 2024)

3.3 Durchführung

Fragebogen-basiertes Interview

Geschulte Interviewer und Interviewerinnen führten mit allen Teilnehmenden einzeln und unter Ausschluss der Öffentlichkeit ein fragebogenbasiertes Interview durch. Die Fragen wurden offen gestellt, und die Antworten anschließend von den Forschenden in vorgegebene Multiple-Choice-Kategorien kodiert. Eine Prävalidierung des Fragebogens erfolgte durch Pilotversuche mit unabhängigen Forschenden. Das Interview erfolgte auf Französisch, der Amtssprache Gabuns, oder bei Bedarf auf Gisir und Getsogo, den zwei meistgesprochenen Bantusprachen in der Region. Neben Multiple-Choice-Kategorien wurden auch Likert-Skalen verwendet, um die Einstellung der Teilnehmenden zur Loiasis zu erfassen. Das Interview war gegliedert in Abschnitte zu i) Soziodemographischen Informationen; ii) Wissen über Loiasis (Symptome, Übertragung, Prävention, Behandlung); iii) Einstellung zu Risiken, die mit Loiasis einhergehen; iv) Praktiken in Bezug auf Lebensstil, Präventionsmaßnahmen und Inanspruchnahme von medizinischer Versorgung; v) persönlichen Erfahrungen mit einer *L. loa* Infektionen - hierzu wurde unter anderem die von der WHO entwickelte Schnellerfassungsmethode für eine stattgehabte Augenwurm-Migration (*RAPLoa*) eingesetzt. (Takougang et al., 2002)

Parasitologische Untersuchung

Unter Berücksichtigung der täglich höchsten Aktivität der Mikrofilarien erfolgte die venöse Blutentnahme zwischen 10 und 15 Uhr, unter Verwendung von EDTA-Monvetten (Ethylene diamine tetra-acetic acid). Das Blut wurde in Kühlboxen bei 1 °C bis 4 °C gelagert und innerhalb von 3 Tagen in das Labor des *CERMEL* nach Lambaréné transportiert. Die Proben wurde dort mittels Leuko-Konzentrationstechnik auf Mikrofilarien untersucht. (1 ml Blut; 1 ml 2%ige Saponinlösung) (Noireau and Apembet, 1990)

Eine Infektion mit *L. loa* wurde definiert durch entweder den Nachweis von Mikrofilarien im Blut, oder eine positive Augenwurm Anamnese, die mittels *RAPLoa* erfasst wurde.

3.4 Statistische Analyse

Die statistische Analyse erfolgte mit Stata/Se 16.1, StataCorp, College Station, USA. Mit der absoluten Häufigkeit und den Prozentsätzen drückten wir den Anteil der Variablenkategorien und das 95%-Konfidenzintervall als Maß für die Präzision der erhaltenen Mittelwerte aus.

3.5 Ethik und Finanzierung

Die Ethikkommission des *Centre de Recherches Médicales de Lambaréné (CERMEL)* genehmigte die Studie und sicherte die Einhaltung der Leitlinien für gute klinische Praxis (GCP) und der Deklaration von Helsinki. Alle Personen unterschrieben eine schriftliche Einverständniserklärung vor Teilnahme an der Studie.

Die Studie zur Erfassung von Gesundheitlichen- und demographischen Entwicklungen in der Region, wurde von der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) gefördert.

4. Ergebnisse

4.1 Wissen, Einstellung und Praktiken zu *Loa loa*

Wissen. Insgesamt wurden 150 Teilnehmende in die Studie eingeschlossen (47% weiblich; 53% männlich) von denen 66% mit *L. loa* infiziert waren. Das mittlere Alter der Teilnehmenden betrug 45.5 Jahre (IQR: 32-59). Fast die Hälfte von Ihnen hatte die Schule für mindestens 6 Jahre besucht. Mit Ausnahme einer einzigen Person hatten alle Befragten (99%) schon einmal von *L. loa* gehört. Viele kannten den Parasiten unter den Namen „*Doba*“ in Gisir oder „*Hogho*“ in Getsogo, den beiden dominanten Bantu Sprachen in Sindara. 72% der Teilnehmenden verstanden, dass es sich bei *L. loa* um einen parasitären Wurm handelt, während 7% angaben es handele sich um Viren oder Bakterien, und 19% nicht wussten, um welche Art von Krankheitserreger es sich handelt. Das mit Abstand meistgenannte klinische Symptom, welches der Loiasis von den Teilnehmenden zugeschrieben wurde, war der Juckreiz (84%), gefolgt von der Augenschwermigkeit (59%) und Konjunktivitis-ähnlichen Symptomen (53%). Auch ein vorübergehender Sehverlust (19%), Wurm-Migration an anderen Körperstellen (17%), Muskel- und Gelenkschmerzen (7%), Erschöpfung (3%) und vorübergehende Paralyse (1%) wurden als Symptome der Loiasis genannt.

Die Übertragung von *L. loa* durch die Chrysopsbremse war nur einem Fünftel der Teilnehmenden bekannt. Viele vermuteten als Übertragungsweg stattdessen Wasser und Nahrungsmittel (20%), Moskitos (7%), die Übertragung von Mensch zu Mensch (3%), oder anderes (12%). Auf der anderen Seite kannten sich die Teilnehmenden mit den Lebens- und Bißgewohnheiten der Chrysopsbremse – der so genannten „*mouche rouge*“ – sehr gut aus. 97% der Befragten beantworteten richtig, dass die Bremsen tagaktiv wären, und vermehrt in der Regenzeit aufträten (68%).

Eine Mehrheit von 71% gab an, dass man sich nicht gegen Loiasis schützen könne (27%), oder sie keine Möglichkeit der Prävention kennen würden (44%). 12% nannten das Tragen langer Kleidung und je 7% die Benutzung von Moskitonetzen und Insektenschutzmittel als ein Mittel der Prävention.

Als verfügbare Behandlungsoptionen für Loiasis nannten die meisten Teilnehmenden traditionelle und pflanzliche Medizin (72%). Aber auch Anthelminthika (47%) und die chirurgische Entfernung des Wurmes aus dem Auge (13%) wurden genannt. Insgesamt waren 81% der Befragten der Meinung, dass eine Behandlung für Loiasis relativ leicht zugänglich ist. Allerdings bezog sich dies vor allem auf die traditionelle Medizin (61%) und weniger auf die formellen Gesundheitsdienste (29% Krankenhaus, 3% Dispensair, 3% Apotheke, 1% Supermarkt).

Die fast alleinige Informationsquelle für die oben genannten Themen war die Mund zu Mund Weitergabe von Informationen zwischen Familienmitgliedern, Freunden und Nachbarn (96%). Schulen (7%) und Gesundheitseinrichtungen (7%) spielten bei der Informationsweitergabe nur eine untergeordnete Rolle.

Einstellung. Die Ernsthaftigkeit einer Infektion mit *L. loa* wurde von den Teilnehmenden als sehr unterschiedlich bewertet. Der Mittelwert auf einer Likert Skala von 1 – nicht ernst bis 5 – sehr ernst lag bei 3,3. Auch das Risiko sich selbst zu infizieren, wurde ähnlich divers eingeschätzt mit einem Mittelwert von 3,4 auf der Skala von 1 – kein Risiko bis 5 – sehr hohes Risiko.

95% der Befragten gaben an es existiere kein Stigma und keine Exklusion von an Loiasis erkrankten Personen.

Praktiken. Über zwei Drittel der Befragten gaben an, regelmäßig im Wald zu arbeiten. 47% verneinten die Verwendung von Schutzmaßnahmen gegen *L. loa*, während 49% angaben tagsüber lange Kleidung zu tragen. 40% der Teilnehmenden äußerten im Falle einer Infektion mit *L. loa* die medizinische Behandlung an ein Krankenhaus zu präferieren, gefolgt von 26%, die die Selbstbehandlung -, und 21% die die Behandlung bei einem traditionellen Heiler bevorzugten.

4.2 Persönliche Erfahrungen

Fast alle Teilnehmenden gaben an, bereits von Chrysopsbremsen gebissen worden zu sein (97%), welche hauptsächlich im Wald und auf den Plantagen in der Nähe des Dorfes auftreten würden. Darüber hinaus gaben 76% an, dass sie in der Vergangenheit bereits an Loiasis erkrankt waren, oder jemanden kannten, der erkrankt war (27%). Interessanterweise wurden 60% der Infektionen von denen berichtet wurde mittels traditioneller Medizin behandelt, während nur 28% mit antihelminthischen Medikamenten, und 9% der Infektionen gar nicht behandelt wurden.

4.3 Einfluss des Infektionszustandes auf KAP

In einer weiterführenden Analyse untersuchten wir die Antworten von Teilnehmenden im Hinblick auf Ihre unterschiedlichen Infektionszustände. Auf Basis der anamnestischen und parasitologischen Diagnostik wurden die Teilnehmenden weiter in migratorische Loiasis (positive Anamnese eines Augenwurmes, unabhängig von bestehender oder nicht-bestehender Mikrofilariämie), nicht-migratorische Loiasis (positive Mikrofilariämie bei negativer Anamnese eines Augenwurmes) und Nicht-infizierte (negative Augenwurmanamnese und keine Mikrofilariämie) klassifiziert.

Teilnehmende mit migratorischer Loiasis hatten signifikant bessere Kenntnisse über den ursächlichen Erreger der Loiasis als Wurm (85%; 95% CI: 76 bis 91%) im Vergleich zu

Teilnehmenden mit nicht-migratorischer Loiasis (57%; 95% CI: 18 bis 90%) oder nicht infizierten Teilnehmende (51%; 95% CI: 37 bis 65%).

Auch das Wissen um die Übertragung von *L. loa* war bei Teilnehmenden mit migratorischer Loiasis höher (26%; 95% KI: 17 bis 36%), als bei Teilnehmenden mit nicht-migratorischer Loiasis (14%; 95% KI: 0 bis 58%) und bei nicht infizierten Teilnehmenden (12%; 95% KI: 4 bis 24%), wobei dieser Unterschied statistisch nicht signifikant war.

Klinische Symptome, welche die Augen betreffen, wurden häufiger von Personen mit migratorischer Loiasis genannt als von Personen mit nicht-migratorischer Loiasis oder Nicht-Infizierten. (Augenwurm Migration: 70% migratorische Loiasis [95% KI: 59 – 79%] vs. 41% nichtinfiziert [95% KI: 28 – 56%] und 43% nicht-migratorische Loiasis [95% KI: 10 – 82%], Konjunktivitis-ähnliche Symptome: 67% migratorische Loiasis [95% KI: 57 – 77%] vs. 31% nicht-infiziert [95% KI: 19 – 46%] und 29% nicht-migratorische Loiasis [95% KI: 4 – 71%], vorübergehender Sehverlust: 26% migratorische Loiasis [95% KI: 17 – 36%] vs. 8% nicht infiziert [95% KI: 2 – 19%] und 14% nicht-migratorische Loiasis [95% KI: 0 – 58%])

5. Diskussion

5.1 Prävalenz von Loiasis in Sindara

Die vorliegende Studie ergab eine Loiasis Prävalenz in Sindara von 66% durch den Nachweis von Mikrofilarien im peripheren Blut, oder eine positive Augenwurm Anamnese. 2018 veröffentlichte Daten zur Prävalenz im gesamten Distrikt Tsamba-Magotsi, welchem auch Sindara zugehörig ist, zeigten dagegen eine Prävalenz von 31% unter der Verwendung einer gleichen Falldefinition. (Mischlinger et al., 2018) Der Unterschied ist möglicherweise begründet durch die Lage Sindaras tief im tropischen Regenwald und der Nähe zum Fluss, wodurch das Dorf insgesamt einer höheren Exposition gegenüber *L. loa* ausgesetzt ist im Vergleich zu den durchschnittlichen Siedlungen des Distrikts. Daten auf der Grundlage von *RAPLoa*-Erhebungen aus dem Jahr 2011 schätzten die Prävalenz in der Region auf 40 - 60%. (Zouré et al., 2011) Unsere Daten bestätigen diese Schätzung und übersteigen sie sogar, da wir zusätzlich asymptomatische Personen, die aber eine Mikrofilariämie aufwiesen, berücksichtigten.

5.2 Wissen, Einstellung und Praktiken zu *Loa loa* – Implikationen für Aufklärung, Vorbeugung und Strukturen der Gesundheitsversorgung in Gabun

Die hohe Prävalenz von *L. loa* in Sindara ist möglicherweise eine Erklärung für den hohen Wissensstand der Bevölkerung über den parasitären Wurm. Auch, dass die große Mehrheit der Teilnehmenden angab, bereits an Loiasis erkrankt gewesen zu sein, oder jemanden zu kennen, der infiziert war, dürfte ein weiterer einflussnehmender Faktor sein. Auch die Chrysopsbremse war den meisten Menschen in Sindara gut bekannt. Überraschenderweise war ihre Rolle als Überträgerin von *L. loa* jedoch weitgehend unbekannt (21%). Andere KAP-Surveys zu vernachlässigten

Tropenerkrankungen, wie Onchozerkose, lymphatische Filariose und Schistosomiasis, die in Kamerun und dem Jemen durchgeführt wurden, präsentierten ähnliche Ergebnisse. Obwohl die jeweilige Infektionserkrankung allgemein bekannt, und die Prävalenzen hoch waren, gab es auffällige Wissenslücken vor allem zum Transmissionsweg der Erreger. (Sady et al., 2015; Domche et al., 2021; Sumo et al., 2021)

Die Hauptinformationsquelle zur Loiasis waren in Sindara die Familie, Freunde und Nachbarn (96%). Der Beitrag von Medien, Schulen und Gesundheitseinrichtungen war dagegen gering. Hier zeigt sich ein wichtiger Ansatzpunkt, um zukünftig Informationen effektiver an Menschen zu vermitteln und sie dadurch für die Erkrankung zu sensibilisieren. Weiterhin liegt es nahe, dass Wissensvermittlung in betroffenen Gesellschaften ein wichtiges Mittel für die Entwicklung wirksamer Präventionsstrategien ist.

Einigen Teilnehmenden fiel es schwer, zwischen bestimmten Erkrankungen und ihrer Ätiologie zu unterscheiden. Viele klinische Erscheinungen wurden allgemein "den Würmern" zugeschrieben, ohne dabei klar zwischen Filarien, bodenübertragenen Helminthen, Skabies und anderen parasitären Erkrankungen zu unterscheiden. Möglicherweise nannten daher viele Teilnehmende Wasser, Lebensmittel und Mücken als Übertragungswege für Loiasis. Dies birgt jedoch die Gefahr, dass auch andere Erkrankungen fälschlicherweise „den Würmern“ zugeschrieben werden könnten und damit eine angemessene Diagnostik und Behandlung dieser verzögert werden würde.

Die überwiegende Mehrheit von 71% der Befragten gab an, dass man sich nicht vor einer Infektion mit *L. loa* schützen könne, trotzdem nannten einige das Tragen von langer Kleidung und die Nutzung von Moskitonetzen tagsüber als Schutzmaßnahmen. Diese Methoden wurden jedoch eher als allgemeine Schutzmaßnahmen bei Aufenthalt im Regenwald betrachtet und nicht spezifisch als Prävention von Loiasis genannt. Auch in der Wissenschaft ist bislang wenig über Präventionsmethoden bekannt. Studien haben jedoch hervorgehoben, dass der Aufenthalt im Wald ein bedeutender Risikofaktor für die Übertragung von *L. loa* ist, während das Vermeiden von Waldaktivitäten als Schutzfaktor gilt. (Wanji et al., 2003; Akue et al., 2011; Mischlinger et al., 2018) Weniger Zeit im Wald zu verbringen könnte demnach eine Art der Prävention sein, die allerdings kaum vorstellbar ist für Menschen in Sindara und ähnlichen ruralen Gegenden, die auf das Jagen und die Plantagenwirtschaft im Wald angewiesen sind.

Die große Variabilität der klinischen Manifestation der Loiasis spiegelt sich in der unterschiedlichen Einschätzung der Gefährlichkeit der Erkrankung von den Teilnehmenden wieder. (Buell et al., 2019) 50% der Befragten gaben an Loiasis würde sie zeitweise am Arbeiten hindern. Dies verdeutlicht den Einfluss der Erkrankung auf die täglichen Aktivitäten der Betroffenen.

Ein bedeutendes Ergebnis dieses Surveys ist die Übereinstimmung nahezu aller Teilnehmenden, dass Personen, die an Loiasis leiden, weder stigmatisiert noch sozial ausgegrenzt werden. Dennoch sollte die Übertragbarkeit dieser Ergebnisse auch in anderen kulturellen Umfeldern evaluiert werden.

Obwohl 40% der Befragten Krankenhäuser als bevorzugte Anlaufstelle für die Behandlung der Loiasis nannten, wurden die meisten der berichteten *L. loa* Infektionen mittels traditioneller Medizin

behandelt. In dieser Diskrepanz offenbart sich ein Mangel an zugänglicher medizinischer Versorgung für Betroffene in den ländlichen Gebieten Gabuns. Weiterhin offenbarte sich hier ein verbreitetes Missverständnis unter den Teilnehmenden, demnach Loiasis mit der Entfernung des adulten Wurmes aus dem Auge geheilt werden könne. Einige der eingesetzten traditionellen Methoden beinhalten das Entfernen des Wurms mittels Angelhaken und Nadeln, oder das Applizieren saurer, scharfer oder ätzender Substanzen wie Benzin, Zitronensaft und Chili in das betroffene Auge. Damit wurde zwar häufig ein Verschwinden des Wurmes aus dem Auge erreicht, jedoch übersteigen die Risiken einer solchen Behandlung den Nutzen bei Weitem. Weitere Studien zu den Praktiken traditioneller Heiler und Heilerinnen und einer möglichen Zusammenarbeit mit dem formellen Gesundheitssystem sollten durchgeführt werden, um unser Verständnis vom Gesundheitsverhalten der betroffenen Menschen zu erweitern und niedrigschwelliger Zugang zu medizinischer Versorgung etablieren zu können.

Zwar war unsere Stichprobengröße zu klein, als dass sicher Unterschiede im Antwortverhalten *L. loa*-positiver und *L. loa*-negativer Teilnehmender bewiesen werden konnten, jedoch war es möglich, gewisse Unterschiede aufzeigen. Diese Unterschiede schienen mit der persönlichen Erfahrung der Augenwurmmigration zusammenzuhängen. Teilnehmende mit migratorischer Loiasis waren häufiger in der Lage, den Parasiten als Wurm zu identifizieren, konnten eher die Chrysopsbremse als Überträgerin nennen und kannten die das Auge betreffenden Symptome besser. In einer früheren Studie konnte gezeigt werden, dass Symptome der Loiasis mit dem Auftreten der Augenwurmmigration assoziiert waren, unabhängig von einer Mikrofilariämie. (Veletzky et al., 2022)

Eine durchgemachte symptomatische Erkrankung erhöht demnach das Wissen der Betroffenen über den Erreger, die Symptome und die Übertragung von Loiasis. Wünschenswert für die Zukunft ist es betroffene Gemeinschaften präventiv zu Informieren und zu Sensibilisieren.

5.3 Limitationen der Studie

Limitationen dieser Studie sind zum einen die geringe Stichprobengröße und zum anderen die lokale Begrenzung auf ein Dorf in Gabun. Die Beschränkung auf das Dorf Sindara machte es jedoch möglich, fast ein Fünftel der gesamten Erwachsenen aus der Gemeinschaft zu befragen, was zu einer hohen internen Validität führte. Wir wissen nicht sicher, ob die Ergebnisse unserer Studie auf andere von Loiasis betroffene Gebiete übertragen werden können. Dafür spricht allerdings, dass unsere Ergebnisse in weiten Teilen mit anderen KAP-Studien zu vernachlässigten Tropenerkrankungen übereinstimmen. Deshalb gehen wir davon aus, dass unsere Erkenntnisse auf die meisten ländlichen Regionen in Zentralafrika angewendet werden können. (Acka et al., 2010; Sady et al., 2015; Domche et al., 2021; Worku et al., 2022) Dennoch sind weitere Recherchen in unterschiedlichen kulturellen Umgebungen erforderlich.

6. Weiterführende Ergebnisse – transienter Zahnschmerz als Symptom der migratorischen Loiasis

Zwischen 2018 und 2020 wurden in ländlichen Gebieten Gabuns qualitative Interviews mit Menschen durchgeführt, von denen bekannt war, dass sie an Loiasis erkrankt waren. Teilnehmende wurden mittels offener Fragen zu ihren Erfahrungen und zu Krankheitserscheinungen, die bei ihnen auftraten, befragt. Dabei wurden vorübergehende und nur wenige Tage andauernde Zahnschmerzen mehrfach als eines der Symptome der Loiasis genannt. Der Schmerz wurde jeweils an einem Punkt im Kiefer und den in der Nähe befindlichen Zähnen lokalisiert und als stechend im Charakter beschrieben. Betroffene berichteten über eine zeitliche Korrelation zwischen der Migration eines Wurmes durch das Auge, und das Auftreten von Zahnschmerzen wenige Tage später. Der Zahnschmerz trat spontan auf und verschwand ohne weitere medizinische Intervention innerhalb einiger Tage.

Auch in dem hier vorliegenden quantitativen Survey waren Fragen zu Zahnschmerzen als einem Symptom der Loiasis enthalten. Von den 150 Teilnehmenden gaben 18% an dieses Symptom im Rahmen der Infektion zu kennen. 10% unter den nicht infizierten Personen und 22% unter den *L. loa* positiven Personen berichteten über das Symptom (Odds Ratio: 2,63; 95% KI: 0,92-7,54). Bei der weiteren Unterscheidung in nicht-migratorische und migratorische Loiasis zeigte sich, dass 0% der Teilnehmenden mit nicht-migratorischer Loiasis und 24% der Teilnehmenden mit migratorischer Loiasis, die Zahnschmerzen als Symptom angaben.

Die Übereinstimmung der Ergebnisse aus den qualitativen und den quantitativen Interviews deuten auf einen möglichen kausalen Zusammenhang zwischen migratorischer Loiasis Infektion und Zahnschmerzen hin. In einer früheren Studie wurde gezeigt, dass sowohl spezifische Symptome wie die Augenschwermigration und Calabar-Schwellungen, als auch unspezifische Symptome wie Arthralgie, Myalgie und generalisierter Juckreiz aller Wahrscheinlichkeit durch die Migration eines adulten Wurms ausgelöst werden. (Veletzky et al., 2022) Dies unterstützt die Annahme, dass auch die Zahnschmerzen ein durch die Wurmigration ausgelöstes Symptom sein könnten. Während die okularen Symptome der Loiasis direkt durch die Migration des Wurmes ausgelöst werden, sind Calabar-Schwellungen vermutlich indirekt durch eine hypersensitive Reaktion auf den Wurm und ein daraus folgendes Angioödem bedingt. Dies lässt vermuten, dass die vorübergehenden Zahnschmerzen in der orofazialen Region ebenfalls direkt oder indirekt durch die Wanderung des adulten Wurms verursacht werden. Ähnliche Befunde wurden bereits im Rahmen anderer Filarieninfektionen berichtet. (Baliga, Ramanathan and Uppal, 2010; Spadigam et al., 2018)

Natürlich können wir aufgrund unserer Ergebnisse mit einer limitierten Stichprobengröße, sowie dem Fehlen von dentalen Untersuchungen nur einen potenziellen Zusammenhang zwischen Zahnschmerzen und migratorischer Loiasis aufstellen. Zukünftige Studien sollten daher zahnärztliche Untersuchungen, sowie zielgerichtete Bildgebung beinhalten, um Differentialdiagnosen und andere Ursachen des Zahnschmerzes auszuschließen.

(Hildebrandt et al., 2024)

7. Zusammenfassung

Die Infektionskrankheit Loiasis, durch einen Fadenwurm verursacht und übertragen durch Bremsen, ist hochprävalent in Teilen West- und Zentralafrikas. Um die 40 Millionen Menschen leben in Gebieten mit mittlerem bis hohem Übertragungsrisiko. Bis heute steht die Loiasis nicht auf der WHO-Liste der vernachlässigten Tropenkrankheiten, da sie früher als gutartige Erkrankung galt. Jüngste Studien haben jedoch gezeigt, dass Loiasis eine erhebliche Morbidität und eine hohe Mortalität verursacht. Um die Perspektive einer betroffenen Gesellschaft auf Loiasis besser zu verstehen, führten wir dieses Community-basierte Survey in einem Dorf im ländlichen Gabun durch.

Von den 150 Teilnehmenden waren 66% mit *L. loa* infiziert. Loiasis als Krankheit war den meisten Befragten bekannt, und 72% wussten, dass es sich bei *L. loa* um einen parasitären Wurm handelt. Der Übertragungsweg durch die Chrysopsbremse war nur 21% der Teilnehmenden bekannt. Die am häufigsten genannten klinische Symptome der Loiasis waren Juckreiz (84%), Augenwurm-Migration (59%) und Konjunktivitis ähnliche Symptome (53%). Das Wissen über Loiasis war bei den Teilnehmenden, die an migratorischer Loiasis erkrankt waren, größer und sie schätzten die Krankheit als ernster ein. Am häufigsten gaben Teilnehmende traditionelle und pflanzliche Medizin als verfügbare Behandlungsoption an (72%). Auch wurden 60% der berichteten Infektionen traditionell behandelt, obwohl formelle Gesundheitseinrichtungen wie zum Beispiel Krankenhäuser als bevorzugte Behandlungsanbieter genannt wurden.

Betroffene Gesellschaften sind aufgrund mangelnden Wissens weiterhin dem hohen Risiko einer Loiasis-Infektion ausgesetzt. Bislang wurden Möglichkeiten zur Aufklärung der Bevölkerung, wie Schulen, Gesundheitseinrichtungen und Medien, nicht ausreichend genutzt, und die einzige Möglichkeit der Wissensweitergabe ist die von Mund zu Mund. Die derzeitige Infrastruktur des Gesundheitswesens ist unzureichend in der Gewährleistung der erforderlichen Behandlungen von Loiasis. Die meisten Infektionen werden auf traditionelle Weise behandelt, obwohl eine formelle Gesundheitsversorgung von den Teilnehmenden präferiert werden würde. Ein besseres Wissen über Loiasis ist unerlässlich, damit sich die Bewohner von Regionen mit hoher Übertragungsrate besser vor der Infektion schützen können. Ein besseres Verständnis der Krankheit durch den Gesundheitssektor ist notwendig, um das Management von Loiasis zu verbessern.

7.1 Summary

The infectious disease loiasis, caused by a roundworm and transmitted via deer flies, is highly prevalent in parts of Western- and Central Africa. Around 40 million people live in intermediate- to high-risk areas. Until today, loiasis is not included in the WHO's list of neglected tropical diseases, because historically it was considered to be a benign condition. But recent studies have shown that loiasis causes significant morbidity and excess mortality. To better understand the perspective of affected communities on this disease we carried out this community-based cross-sectional survey in a highly affected village in rural Gabon.

Out of 150 participants 66% were infected by *L. loa*. *Loiasis* as a disease was known to most inhabitants, and 72% of the participants understood that *L. loa* is a parasitic worm. The mode of transmission via the Chrysops fly was known to only 21% of participants. The most frequently mentioned clinical symptoms attributed to loiasis were itching (84%), eye worm migration (59%), and conjunctivitis-like symptoms (53%). Knowledge about loiasis was increased in participants who experienced migratory loiasis and they considered it as more serious. Most often, participants reported traditional and herbal medicine as available treatment option (72%). Also 60% of the reported infections were treated traditionally, while the formal health care sector was mentioned as the preferred treatment provider.

Affected communities are left vulnerable to the continuing high risk of loiasis infection due to the lack of knowledge. So far, opportunities to educate the population, such as schools, healthcare institutions and the media, have not been sufficiently used, and word of mouth is the only way to learn about the disease. The current healthcare infrastructure is inadequate to offer the required care for loiasis seeing that most infections are treated traditionally even though formal healthcare would be preferred. A better knowledge of loiasis is essential to enable inhabitants of high-transmission regions to better protect themselves from the infection. Improved understanding of the disease by the healthcare sector is necessary to improve the management of loiasis.

8. Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung

L. loa	Loa loa
DEC	Diethylcarbamazine
IVM	Ivermectin
ALB	Albendazol
WHO	Welt Gesundheitsorganisation (<i>World Health Organization</i>)
KAP	Wissen, Einstellung und Praktiken (<i>Knowledge, attitude and practice</i>)
RAPLoa	Schnellerfassungsmethode für eine stattgehabte Augenwurm-Migration (<i>Rapid assessment method of the history of eyeworm migration</i>)
EDTA	Ethylene Diamine Tetra-acetic Acid
CERMEL	Centre de Recherches Médicales de Lambaréné
GCP	Grundsätze der guten klinischen Praxis (<i>Guideline for Good Clinical Practice</i>)
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
95% KI	95 Prozent Konfidenzintervall

9. Literaturverzeichnis

Acka, C.A. *et al.* (2010) 'Parasitic Worms: Knowledge, Attitudes, and Practices in Western Côte d'Ivoire with Implications for Integrated Control', *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 4(12), p. e910. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000910>.

Akue, J.P. *et al.* (2011) 'Epidemiology of Concomitant Infection Due to *Loa loa* and *Mansonella perstans* in Gabon', *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 5(10), p. e1329. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001329>.

Alsaleh, F.M. *et al.* (2023) 'Perceived Knowledge, Attitude, and Practices (KAP) and Fear toward COVID-19 among Patients with Diabetes Attending Primary Healthcare Centers in Kuwait', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3), p. 2369. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032369>.

Andrade, C. *et al.* (2020) 'Designing and Conducting Knowledge, Attitude, and Practice Surveys in Psychiatry: Practical Guidance', *Indian Journal of Psychological Medicine*, 42(5), pp. 478–481. <https://doi.org/10.1177/0253717620946111>.

Baliga, M., Ramanathan, A. and Uppal, N. (2010) 'Oral filariasis—A case report', *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 48(2), pp. 143–144. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2009.04.020>.

Boussinesq, M. (2012) 'Loiasis: New Epidemiologic Insights and Proposed Treatment Strategy', *Journal of Travel Medicine*, 19(3), pp. 140–143. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8305.2012.00605.x>.

Buell, K.G. *et al.* (2019) 'Atypical Clinical Manifestations of Loiasis and Their Relevance for Endemic Populations', *Open Forum Infectious Diseases*, 6(11). <https://doi.org/10.1093/ofid/ofz417>.

CDC - *Loiasis* (2024). <https://www.cdc.gov/parasites/loiasis/> (Accessed: 13 April 2024).

Chesnais, C.B. *et al.* (2017) 'Excess mortality associated with loiasis: a retrospective population-based cohort study', *The Lancet Infectious Diseases*, 17(1), pp. 108–116. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(16\)30405-4](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(16)30405-4).

Davi, S.D. *et al.* (2024) 'Assessing the Incidence of Snakebites in Rural Gabon—A Community-Based, Cross-Sectional Pilot Survey', *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 9(4), p. 68. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed9040068>.

Domche, A. *et al.* (2021) 'Knowledge/perception and attitude/practices of populations of two first-line communities of the Centre Region of Cameroon regarding onchocerciasis and black fly nuisance and bio-ecology', *Parasites & Vectors*, 14(1), p. 546. <https://doi.org/10.1186/s13071-021-05048-y>.

Duke, B.O. and Wijers, D.J. (1958) ‘Studies on loiasis in monkeys. I. The relationship between human and simian Loa in the rain-forest zone of the British Cameroons.’, *Annals of tropical medicine and parasitology*, 52(2), pp. 158–75.

Gabon - Climatology | Climate Change Knowledge Portal (2024). <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/gabon/climate-data-historical> (Accessed: 26 March 2023).

Gabon - Plan national de développement sanitaire (2017-2021). http://www.ilo.org/dyn/natlex/natlex4.detail?p_lang=fr&p_isn=111847&p_count=19&p_classification=01 (Accessed: 9 May 2022).

Hildebrandt, T.R. *et al.* (2024) ‘Recurring Transient Tooth Pain as Newly Described Symptom of Migratory Loiasis: A Mixed-Methods Study in Rural Gabon’, *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* [Preprint]. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.24-0059>.

Loiasis | MSF Medical Guidelines (2024). <https://medicalguidelines.msf.org/en/viewport/CG/english/loiasis-16689895.html> (Accessed: 13 April 2024).

Matsumoto-Takahashi, E.L.A. *et al.* (2015) ‘Patient Knowledge on Malaria Symptoms Is a Key to Promoting Universal Access of Patients to Effective Malaria Treatment in Palawan, the Philippines’, *PLOS ONE*, 10(6), p. e0127858. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127858>.

Metzger, W.G. and Mordmüller, B. (2014) ‘Loa loa—does it deserve to be neglected?’, *The Lancet Infectious Diseases*, 14(4), pp. 353–357. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(13\)70263-9](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(13)70263-9).

Mischlinger, J. *et al.* (2018) ‘Behavioural and clinical predictors for Loiasis’, *Journal of Global Health*, 8(1). <https://doi.org/10.7189/jogh.08.010413>.

Noireau, F. *et al.* (1991) ‘Chrysops silacea and C.dimidiata seasonality and loiasis prevalence in the Chaillu mountains, Congo’, *Medical and Veterinary Entomology*, 5(4), pp. 413–419. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.1991.tb00569.x>.

Noireau, F. and Apembet, J.D. (1990) ‘Comparison of thick blood smear and saponin haemolysis for the detection of Loa loa and Mansonella perstans infections.’, *The Journal of tropical medicine and hygiene*, 93(6), pp. 390–2.

- Ramharther, M. *et al.* (2023) 'The African eye worm: current understanding of the epidemiology, clinical disease, and treatment of loiasis', *The Lancet Infectious Diseases* [Preprint]. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(23\)00438-3](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(23)00438-3).
- Sady, H. *et al.* (2015) 'Knowledge, attitude, and practices towards schistosomiasis among rural population in Yemen', *Parasites and Vectors*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s13071-015-1050-8>.
- Spadigam, A. *et al.* (2018) 'Human oral dirofilariasis', *Tropical Parasitology*, 8(2), p. 110. https://doi.org/10.4103/tp.TP_49_18.
- Sumo, L. *et al.* (2021) 'An Integrated Approach to Assess Knowledge/Perceptions and Attitudes/Practices (KAP) Regarding Major Neglected Tropical Diseases Endemic in the Mbengwi Health District, North West Region, Cameroon', *Journal of Epidemiology and Global Health*, 11(4), pp. 426–434. <https://doi.org/10.1007/s44197-021-00010-8>.
- Takougang, I. *et al.* (2002) 'Rapid assessment method for prevalence and intensity of Loa loa infection.', *Bulletin of the World Health Organization*, 80(11), pp. 852–8.
- Veletzky, L. *et al.* (2020) 'Burden of disease in Gabon caused by loiasis: a cross-sectional survey', *The Lancet Infectious Diseases*, 20(11). [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30256-5](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30256-5).
- Veletzky, L. *et al.* (2022) 'Distinct loiasis infection states and associated clinical and hematological manifestations in patients from Gabon', *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 16(9), p. e0010793. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010793>.
- Wanji, S. *et al.* (2003) 'Heterogeneity in the prevalence and intensity of loiasis in five contrasting bioecological zones in Cameroon', *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 97(2), pp. 182–187. [https://doi.org/10.1016/S0035-9203\(03\)90114-3](https://doi.org/10.1016/S0035-9203(03)90114-3).
- Worku, H. *et al.* (2022) 'Knowledge, Attitude, and Practice of Community towards an Onchocerciasis Elimination Program from South West Ethiopia', *Journal of Tropical Medicine*, 2022, pp. 1–11. <https://doi.org/10.1155/2022/1417804>.
- Zouré, H.G.M. *et al.* (2011) 'The Geographic Distribution of Loa loa in Africa: Results of Large-Scale Implementation of the Rapid Assessment Procedure for Loiasis (RAPLOA)', *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 5(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001210>.

10. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Karte des Studiengebietes mit dem Dorf Sindara	24
	(Davi <i>et al.</i> , 2024) - <i>Mit freundlicher Genehmigung von Saskia D. Davi, 08/2024</i>	

11. Erklärung des Eigenanteils

Hiermit bestätige ich, Teite Rebecca Hildebrandt, dass ich folgende Anteile für die Erstellung der Publikationspromotion mit dem Titel: „Evaluation of knowledge, attitude and practice towards loiasis in the rural community of Sindara, in central African Gabon“ in eigenständiger Regie erarbeitet und durchgeführt habe:

- Literaturrecherche und -auswertung
- Verfassung des Studienprotokolls
- Erstellung des KAP-Surveys und weiterer studienbezogener Dokumente
- Mitentwicklung der elektronischen Datenbank
- Datenerhebung und -aufbereitung
- Konservierung und Verwaltung der biologischen Proben
- Statistische Datenauswertung und kritische Diskussion in Zusammenarbeit mit Maximilian Rakotonirinalalao, Dr. Johannes Mischlinger und Prof. Michael Ramharter (Doktorvater)
- Entwurf und Bearbeitung des Manuskripts

Das Manuskript für die daraus resultierende Publikation wurde von mir in Abstimmung mit Prof. Ramharter (Doktorvater) verfasst, eingereicht, und umfassend im nachfolgenden Peer-Review-Verfahren der Zeitschrift *PLOS NTD* überarbeitet.

12. Danksagung

Zahlreiche Personen haben entscheidend zum erfolgreichen Abschluss dieser Dissertation beigetragen.

Zuallererst möchte ich meinem Doktorvater Prof. Michael Ramharter danken.

Vielen Dank für das in mich gesetzte Vertrauen, dieses Forschungsprojekt durchführen zu können. Die Möglichkeit der Forschung in Gabun, sowie die immer enge und vertrauensvolle Zusammenarbeit haben mich sowohl fachlich als auch persönlich unglaublich bereichert. Vielen Dank für die vielen Ratschläge und das große Engagement, welche die Entstehung dieser Dissertation immer vorangetrieben haben.

Des Weiteren gilt mein herzlicher Dank Dr. Johannes Mischlinger und Maximilian Rakotonirinalalao, die nicht müde wurden, mit mir die statistischen Analysen der Daten durchzuführen, sowie mich bei der Interpretation dieser zu unterstützen.

Auch gilt mein Dank allen Co-Autoren und Autorinnen dieser Studie, deren konstruktive Vorschläge und fachlichen Diskussionen für das Gelingen des Projektes und die Qualität der Arbeit von unschätzbarem Wert waren. Im Besonderen möchte ich hier Dr. Anita Lumeka Kabwende für Ihre grenzenlose Unterstützung in der Investigationsarbeit danken. Ihre Motivation und ihr Ehrgeiz haben das gesamte Team in der Feldarbeit angespornt, immer das Maximum zu erreichen. Auch ihre fachlichen und sozialen Kompetenzen waren von unschätzbarem Wert für dieses Projekt und mich persönlich.

Ebenso gilt mein Dank allen Studienteilnehmenden, den öffentlichen Vertretern und Vertreterinnen der Bewohner und Bewohnerinnen Sindaras, sowie allen Kollegen und Kolleginnen des *CERMEL* und des *Bernhard-Nocht Institutes für Tropenmedizin*, die an diesem Projekt mitgewirkt haben.

Im Besonderen möchte ich dabei Mermoz Ndong Essono Ondong danken für seine Arbeit im parasitologischen Labor, sowie David Alexis Dikongo Madouma, Francois De-Sales Mackaga und Jean Alix Nzokou, die mir in der Bewältigung der Feldarbeit eine enorme Hilfe waren und mich weit über das normale Pensum Ihrer Arbeit hinaus unterstützt haben.

Schließlich danke ich meinen Eltern für Ihre Unterstützung und die Möglichkeit mein Studium für dieses Forschungsprojekt zu verlängern, welches mich sehr bereichert hat und mir so viel bedeutet.

13. Lebenslauf

Lebenslauf aus datenschutzrechtlichen Gründen nicht enthalten

14. Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe, insbesondere ohne entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- und Beratungsdiensten, 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. Das gilt insbesondere auch für alle Informationen aus Internetquellen.

Soweit beim Verfassen der Dissertation KI-basierte Tools („Chatbots“) verwendet wurden, versichere ich ausdrücklich, den daraus generierten Anteil deutlich kenntlich gemacht zu haben. Die „Stellungnahme des Präsidiums der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) zum Einfluss generativer Modelle für die Text- und Bilderstellung auf die Wissenschaften und das Förderhandeln der DFG“ aus September 2023 wurde dabei beachtet.

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

Datum

Unterschrift