

**Diploma Thesis**

**Postoperative pain after arthroscopic anterior  
cruciate ligament reconstruction.**

Submitted by

**Florian Falb**

In partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

**Doctor of medicine**

**(Dr. med. univ.)**

At the

**Medical University of Graz**

Conducted at the

**Department of Orthopaedics and Trauma**

Under supervision of

**Doz. Dr. Gerwin A. Bernhardt, MBA**

**And**

**Mag. PD DDr. Stefan F. Fischerauer**

Graz, 09.02.2022

## *Statutory Declaration*

*I hereby declare that this thesis is my own original work and that I have fully acknowledged by name all individuals and organizations that have contributed to the research for this thesis. Due acknowledgements have been made in the text to all other material used. Throughout this thesis and in all related publications I followed the guidelines of “Good Scientific Practice”.*

*Graz, 09.02.2022*

*Florian Falb eh.*

# Acknowledgment

I would like to thank my family, who always supported me and gave me the opportunity to study and do my doctorate at the Medical University of Graz.

Furthermore, I am especially grateful to my supervisors Doz. Dr. Gerwin Bernhardt and PD DDr. Stefan Fischerauer for giving me the opportunity to write this thesis and for the exceptional supervision and support they have given me.

# Table of Contents

<b>Abbreviations</b> .....	<b>vi</b>
<b>List of Figures</b> .....	<b>viii</b>
<b>List of Tables</b> .....	<b>ix</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>1</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Introduction</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Theoretical Background</b> .....	<b>6</b>
2.1 Anatomy of the Knee Joint.....	6
2.1.1 Bones / Articulating Surfaces.....	6
2.1.2 Menisci.....	6
2.1.3 Muscles.....	7
2.1.4 Extracapsular Ligaments.....	8
2.1.5 Intracapsular Ligaments.....	8
2.1.6 Infrapatellar Fat Pad (IPFP).....	9
2.1.7 Innervation.....	9
2.2 Anterior Cruciate Ligament Rupture.....	10
2.2.1 Injury mechanism.....	10
2.3 Anterior Cruciate Ligament Reconstruction (ACLR).....	10
2.3.1 History.....	10
2.3.2 Arthroscopically guided ACLR.....	11
2.3.3 Grafts.....	12
2.3.4 Outcome.....	13
2.4 Anterior Knee Pain (AKP).....	14
2.4.1 Pain Intensity and Localization.....	14
2.4.2 Causes of AKP.....	14
2.5 Psychological Influence.....	15
2.5.1 Kinesiophobia.....	15
2.5.2 Pain Catastrophizing.....	15
2.5.3 Self-efficacy.....	15
<b>3 Material and Methods</b> .....	<b>17</b>
3.1 Hypothesis of the Study.....	17
3.2 Study Population.....	17
3.2.1 Inclusion Criteria.....	17

3.2.2	Exclusion Criteria.....	17
3.2.3	Primary Study Population .....	18
3.3	Study Design .....	19
3.3.1	General Information.....	19
3.3.2	Data Sources and Collection .....	19
3.3.3	Data Collection Procedure.....	19
3.3.4	Ethics.....	21
3.3.5	Data Protection.....	21
3.4	Electronic Case Report Form (eCRF).....	21
3.4.1	Enrolment .....	21
3.4.2	Fragebogen LKH-Uniklinikum Graz .....	22
3.4.3	Knee Pain Map (KPM).....	22
3.4.4	International Knee Documentation Committee (IKDC).....	22
3.4.5	Tegner Activity Scale (TAS).....	23
3.4.6	Numeric Rating Scale (NRS) .....	23
3.4.7	Lysholm Score.....	24
3.4.8	Fragebogen zur Erfassung der schmerzspezifischen Selbstwirksamkeit (FESS) .....	24
3.4.9	Tampa Scale of Kinesiophobia (TSK).....	24
3.4.10	Pain Catastrophizing Scale (PCS) .....	25
3.4.11	Short Form-36 (SF-36) .....	25
3.5	Statistical Analysis.....	26
3.5.1	Software Tools.....	26
<b>4</b>	<b>Results .....</b>	<b>28</b>
4.1	Final Study Population.....	28
4.2	Descriptive Analysis .....	29
4.2.1	Demographics .....	29
4.2.2	Comorbidities.....	30
4.2.3	Surgical Characteristics .....	30
4.2.4	Injury Characteristics .....	31
4.2.5	Follow-up Period.....	31
4.2.6	Patient-reported Outcome Measurements (PROMs) .....	32
4.2.7	Short-Form 36 (SF-36) .....	32
4.2.8	Knee Pain Map (KPM).....	34
4.3	Medial Knee Joint Pain.....	40

4.3.1	Influencing Factors .....	40
4.3.2	Effects on Knee Function and Psychological State .....	41
4.3.3	Effects on Quality of Life .....	42
4.4	Popliteal Fossa Pain .....	43
4.4.1	Influencing Factors .....	43
4.4.2	Effects on Knee Function and Psychological State .....	44
4.4.3	Effects on Quality of Life .....	45
4.5	Psychological Influence on the Correlation between Pain and Function .....	47
4.6	Psychological Influence on the Correlation between Quality of Life and Pain/Function .....	49
<b>5</b>	<b>Discussion .....</b>	<b>50</b>
5.1	Limitations and Strengths .....	52
5.2	Conclusion.....	52
<b>6</b>	<b>References .....</b>	<b>54</b>
<b>7</b>	<b>Appendix – Letter, Template Telephone, Informed Consent, Questionnaires (RedCap).....</b>	<b>62</b>
7.1	Letter .....	62
7.2	Template_Telephone.....	64
7.3	Informed Consent.....	66
7.4	Questionnaires (RedCap) .....	71
7.4.1	Enrolment .....	71
7.4.2	Einverständniserklärung .....	72
7.4.3	“Fragebogen LKH-Uniklinikum Graz” .....	73
7.4.4	Knee Pain Map .....	75
7.4.5	IKDC.....	77
7.4.6	Tegner Activity Scale .....	80
7.4.7	Numeric Rating Scale .....	81
7.4.8	Lysholm Score.....	82
7.4.9	FESS.....	83
7.4.10	Tampa Scale of Kinesiophobia .....	85
7.4.11	PCS .....	87
7.4.12	SF-36.....	89

# Abbreviations

ACL	Anterior Cruciate Ligament
ACLR	Anterior Cruciate Ligament Reconstruction
AKP	Anterior Knee Pain
AM	Anteromedial
BMI	Body Mass Index
BP	Physical Pain
BPTB	Bone-patellar-tendon-bone
eCRF	Electronic Case Report Form
FESS	Fragebogen zur Erfassung der schmerzspezifischen Selbstwirksamkeit
GH	General Health
HT	Hamstring Tendon
IKDC	International Knee Documentation Committee
IPBSN	Infrapatellar Branch of Nervus Saphenous
IPFP	Infrapatellar Fat Pad
KPM	Knee Pain Map
LCL	Lateral Collateral Ligament
Lig.	Ligamentum
M.	Musculus
MCL	Medial Collateral Ligament
MCS*	Mental Component Summary
MH	Mental Health
NRS	Numeric Rating Scale
PCL	Posterior Cruciate Ligament
PCS	Pain Catastrophizing Scale
PCS*	Physical Component Summary
PF	Physical Functioning
PL	Posterolateral
PROM	Patient-reported Outcome Measurement
QoL	Quality of Life
QT	Quadriceps Tendon

RE	Role Emotional
ROM	Range of Motion
RP	Role Physical
RTS	Return to Sports
SBSN	Sartorial Branch of Nervus Saphenous
SF	Social Functioning
SF-36	Short-Form 36
TAS	Tegner Activity Scale
TDC	Time of Data Collection
TSK	Tampa Scale of Kinesiophobia
VKBR	Vordere Kreuzbandrekonstruktion
VKS	Vordere Knieschmerzen
VT	Vitality



# List of Figures

Figure 1: Primary study population .....	18
Figure 2: Data collection procedure .....	20
Figure 3: Final study population.....	28
Figure 4: SF-36 std. scores, Comparison to the US normal population .....	34
Figure 5: KPM, frontal view .....	35
Figure 6: KPM, view from behind.....	35
Figure 7: Knee Pain Map, areas .....	37
Figure 8: Knee pain map, regions.....	39
Figure 9: Medial knee joint pain, Gender difference .....	40
Figure 10: Medial knee joint pain, SF-36.....	43
Figure 11: Popliteal fossa pain, Gender difference .....	44
Figure 12: Popliteal fossa pain, SF-36.....	46
Figure 13: Correlation between pain and IKDC.....	48
Figure 14: Correlation between pain and Lysholm score.....	48

## List of Tables

Table 1: Muscles involved in knee joint motions .....	7
Table 2: Extracapsular ligaments of the knee joint.....	8
Table 3: Autografts, advantages and disadvantages .....	12
Table 4: Patient demographics .....	29
Table 5: Patient comorbidities.....	30
Table 6: Patient's surgical characteristics .....	30
Table 7: Patient injury characteristics .....	31
Table 8: Follow-up period.....	31
Table 9: Patient reported outcome measurements (PROMs), scores .....	32
Table 10: SF-36, scores.....	33
Table 11: SF-36, standardised scores.....	33
Table 12: KPM, pain frequency in anatomical areas.....	36
Table 13: KPM, anatomical regions.....	38
Table 14: KPM, pain frequency in anatomical regions.....	38
Table 15: Medial knee joint pain, effects .....	41
Table 16: Medial knee joint pain, SF-36 .....	42
Table 17: Popliteal fossa pain, effects .....	45
Table 18: Popliteal fossa pain, SF-36.....	46
Table 19: Association of pain and function, mediators.....	47

# Zusammenfassung

## **Einleitung:**

Vordere Knieschmerzen (VKS) sind eine sehr häufige Komplikation nach vorderer Kreuzbandrekonstruktion (VKBR). Obwohl VKS eine bekannte Komplikation sind, wurden Schmerzen nach VKBR nie spezifisch klassifiziert oder lokalisiert. Ziel dieser Studie war es, postoperative Schmerzen nach arthroskopischer VKBR zu klassifizieren und zu lokalisieren und deren Einfluss auf das subjektive funktionelle Ergebnis und die Lebensqualität, unter Berücksichtigung der psychologischen Verfassung der PatientInnen, zu untersuchen.

## **Material und Methoden:**

Dies ist eine prospektive Beobachtungsstudie mit 103 PatientInnen (Durchschnittsalter 32 Jahre), die sich einer arthroskopischen VKBR unterzogen haben. Das durchschnittliche Follow-up betrug 3.1 Jahre. Alle ProbandInnen wurden zwischen März 2010 und August 2019 an der Universitätsklinik Graz (Österreich) operiert. Die Daten wurden einmal postoperativ mittels eines selbst gestalteten elektronischen Fallberichtsformulars (eCRF) im Querschnitt erhoben.

## **Ergebnisse:**

Knieschmerzen traten hauptsächlich im medialen Kniegelenk (61,2 %) und in der Kniekehle (43,7 %) auf. Mediale Knieschmerzen traten häufiger bei Männern auf (67.1% vs. 44.1%). Schmerzen in der Kniekehle traten häufiger bei Männern (51.3% vs. 22.2%) und bei jüngeren PatientInnen auf. PatientInnen mit medialen Knieschmerzen und Schmerzen in der Kniekehle wiesen im Vergleich zur übrigen Studienpopulation signifikant schlechtere subjektive funktionelle Ergebnisse (IKDC, TAS, Lysholm-Score), niedrigere SF-36-Scores und mehr Kinesiophobie auf. Negative Korrelationen zwischen IKDC und Lysholm-Score mit der NRS-Skala wurden nicht durch psychologische Parameter (FESS, TSK, PCS) vermittelt.

**Diskussion:**

Schmerzempfindungen nach arthroskopischer VKBR sind ein chronisches Problem im medialen Kniegelenk und in der Kniekehle. Selbst bei geringer Schmerzintensität haben diese Schmerzempfindungen einen erheblichen Einfluss auf Funktion und Lebensqualität. Der Ursprung und die Prävalenz dieser Schmerzempfindungen sollten in künftigen Studien weiter untersucht werden, um die Qualität der arthroskopischen VKBR weiter zu verbessern.

# Abstract

## **Introduction:**

Anterior knee pain (AKP) is a very common complication after anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR). Although AKP is a well-known complication, pain after ACLR has never been specifically classified or localized. The aim of this study was to classify and localize postoperative pain after arthroscopic ACLR and to investigate its influence on the subjective functional outcome and quality of life, taking the psychological state of the patients into account.

## **Material and Methods:**

This is a prospective observational study of 103 patients (mean age 32 years) undergoing arthroscopic ACLR with a mean follow-up of 3.1 years. All subjects underwent surgery at the University hospital of Graz (Austria) between March 2010 and August 2019. The data were collected once postoperatively via a self-designed electronic Case Report Form (eCRF) at cross-section.

## **Results:**

Knee pain occurred mainly in the medial knee joint (61.2%) and in the popliteal fossa (43.7%). Medial knee pain was more common in men (67.1% vs. 44.1%). Popliteal knee pain was more common in men (51.3% vs. 22.2%) and younger patients. Patients with medial knee pain and popliteal fossa pain had significantly worse subjective functional outcome scores (IKDC, TAS, Lysholm score), lower SF-36 scores and more kinesiophobia compared to the rest of the study population. Negative correlations between IKDC and Lysholm score with the NRS scale were not mediated by psychological parameters (FESS, TSK, PCS).

## **Discussion:**

Pain sensations after arthroscopic ACLR are a chronic condition in the medial knee joint and the popliteal fossa. Even with low pain intensity, these pain sensations have a significant impact on function and quality of life. The origin and prevalence of these pain sensations should be further addressed in future studies to further improve the quality of arthroscopic ACLR.

# 1 Introduction

Ruptures of the anterior cruciate ligament (ACL) are the most common knee injuries (1). Surgical treatment of the ACL is associated with a higher Quality of Life (QoL), better function and better control of symptoms than non-surgical treatment (2). A very popular surgical technique nowadays is arthroscopically guided anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR). The most used grafts are hamstring tendon (HT) and bone-patellar-tendon-bone (BPTP) autografts (3, 4).

ACLR is one of the most successful operations in orthopedic surgery (5, 6). However, complications occur in 39% according to the literature (7). A common complication is anterior knee pain (AKP) (7, 8). The pain sensations can be mild, sporadic, or severe enough to limit daily and sports activities (8). According to a study of Vasconcelos et al. AKP, even if minimal, can have a detrimental effect on the outcome in the medium term (9). AKP appears to be more common in BPTB autografts compared to other types of grafts and seems to be related to the graft harvest site (8, 10-14). However, AKP also affects patients with other autografts implanted (8). The question arises whether there are clustered pain points and localizations that may be independent from the implanted device. According to the existing literature, AKP seems to be of high frequency in the early postoperative period. However, the prevalence seems to decrease over time (15, 16). Several authors have already studied the prevalence of AKP with percentages ranging between 5% and 19% of patients being affected (8, 17-19).

Until now, these pain sensations have never been classified and localized in more detail. To improve the quality of surgical procedures and the outcome by reducing postoperative complaints, further information on AKP is needed. Since pain is generally a very subjective sensation, it stands to reason that the psychological constitution can also make a significant contribution to the extent of postoperative pain. Psychological factors that influence outcome after ACLR include self-efficacy, pain catastrophizing and kinesiophobia that can be measured through specific questionnaires (20-22).

The aim of this prospective observational study was to investigate the prevalence, pain intensity and exact anatomical location of postoperative pain sensations after arthroscopic ACLR. Furthermore, we investigate the influence of postoperative pain

on function and QoL and test existing correlations for mediation by psychological parameters. Our hypothesis was that potential postoperative pain after ACLR might have a significant and clinical relevant influence on patients knee function and QoL.

## 2 Theoretical Background

### 2.1 Anatomy of the Knee Joint

The knee joint is the largest joint in the human body (23). It consists of the femorotibial joint and the femoropatellar joint (1). The two joints have a common joint capsule and lie in a contiguous joint cavity (1). The knee joint is called a transmission joint and is the special form of a movable hinge joint (23). In the knee joint, extension, flexion and rotation in the flexed state are possible. During flexion, rolling and sliding movements occur (23). Flexion and extension take place around a transverse axis (23). Rotation in the flexed position takes place around the lower leg axis (23). The range of extension is 5 to 10 degrees beyond the neutral position (1). Internal rotation is possible up to 10 degrees, external rotation is possible up to 30 to 40 degrees (1). Flexion ranges up to 120 to 150 degrees (1).

#### 2.1.1 Bones / Articulating Surfaces

The bones involved in the knee joint are the femur, the tibia and the patella (23). The articulating surfaces of the femorotibial joint are the two condyles of the femur and the two condyles of the tibia (23). They are incongruent in shape, which makes the joint weak from a mechanical point of view (1). Therefore, stability depends on the muscles and ligaments that surround and strengthen the joint (1). The condyles are covered by relatively thick cartilaginous tissue (23). The two tibial condyles are separated by the *Eminentia intercondylaris* and the two *Areae intercondylares* (23). The articular surfaces of the femoropatellar joint are the cartilaginous front of the femur and the cartilaginous back of the patella (1).

#### 2.1.2 Menisci

The two menisci (medial meniscus, lateral meniscus) help to compensate the incongruence of the joint surfaces (23). They are semi-lunar in shape and increase the load-bearing surface in the knee joint (1). In this way they help to distribute the joint pressure (1). The meniscal horns are anchored in the *Areae intercondylares* of the tibia by short ligaments (1). On the outside, the menisci are fused to the knee



joint capsule (23). They flatten out towards the inside (23). The medial meniscus is larger and firmly fused to the medial collateral ligament (23). The lateral meniscus is not fused to the lateral collateral ligament (23). The medial meniscus is therefore less mobile than the lateral meniscus (making it more susceptible to injury) (1, 23). The menisci consist of soft tissue with plenty of collagenous fibrous material (23). The collagenous fibers are arranged in two main directions (23). The stronger fibers run along the shape of the menisci (23). The weaker fibers run radially to an imaginary center of the menisci (23).

### 2.1.3 Muscles

A few muscles have an exclusive effect on the knee joint (23). Most muscles also have an additional effect on the ankle joint (23). In Table 1, the muscles are grouped according to their function in the knee joint (1):

<p><b>Extension:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Musculus (M.) quadriceps femoris</li> <li>- M. tensor fasciae latae</li> <li>- M. rectus femoris</li> </ul>	<p><b>External rotation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- M. biceps femoris</li> <li>- M. tensor fasciae latae</li> </ul>
<p><b>Flexion:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- M. semimembranosus</li> <li>- M. semitendinosus</li> <li>- M. biceps femoris</li> <li>- M. gracilis</li> <li>- M. sartorius</li> <li>- M. popliteus</li> <li>- M. gastrocnemius</li> </ul>	<p><b>Internal rotation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- M. semimembranosus</li> <li>- M. semitendinosus</li> <li>- M. biceps femoris</li> <li>- M. gracilis</li> <li>- M. sartorius</li> <li>- M. popliteus</li> </ul>

*Table 1: Muscles involved in knee joint motions*

## 2.1.4 Extracapsular Ligaments

The extracapsular ligaments serve to strengthen the joint capsule (23). Together with certain muscle tendons and the joint capsule, they form the capsule-ligament apparatus (1). The capsule-ligament apparatus on the front of the knee is mainly used to brace and position the patella (1). In Table 2, the extracapsular ligaments of the knee joint are grouped according to their anatomical position in the knee joint (1):

<p><b>Anterior:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ligamentum (Lig.) patellae</li> <li>- Retinaculum patellae longitudinalae mediale</li> <li>- Retinaculum patellae longitudinalae laterale</li> <li>- Retinaculum patellae transversale mediale</li> <li>- Retinaculum patellae transversale laterale</li> </ul>	<p><b>Posterior:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lig. popliteum obliquum</li> <li>- Lig. arcuatum</li> </ul> <hr/> <p><b>Medial/Lateral:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lig. collaterale mediale (MCL)</li> <li>- Lig. collaterale laterale (LCL)</li> </ul>
--	---

*Table 2: Extracapsular ligaments of the knee joint*

The patellar tendon (Lig. patellae) is the continuation of the quadriceps tendon and extends from the patella to the tibial tuberosity (23). Other important ligaments are the medial collateral ligament (MCL) and the lateral collateral ligament (LCL) (23). The collateral ligaments stabilize the knee joint in the horizontal plane (1).

## 2.1.5 Intracapsular Ligaments

The intracapsular ligaments of the knee are the cruciate ligaments. The cruciate ligaments consist of the anterior cruciate ligament (ACL) and the posterior cruciate ligament (PCL) (23). These are located intracapsularly but extraarticularly (23). The cruciate ligaments are stretched between the anterior and posterior intercondylar regions of the tibia and the intercondylar fossa of the femur (1).

In every joint position, at least parts of the cruciate ligaments are in tension (1). The cruciate ligaments stabilize the knee joint, especially in the sagittal plane, and

secure the joint contact between femur and tibia (1). They guide the knee joint especially in flexion as soon as the collateral ligaments become insufficient (23). During internal rotation, the cruciate ligaments wrap around each other (23). This inhibits excessive internal rotation (23). In external rotation, the cruciate ligaments wrap apart (23). External rotation is therefore primarily stopped by the collateral ligaments (23).

#### 2.1.5.1 Anterior Cruciate Ligament (ACL)

The anterior cruciate ligament (ACL) extends from the anterior intercondylar area of the tibia to the inner surface of the lateral femoral condyle (23). Up to 26% of knees have a single ACL bundle, while there are also knees that have two or three bundles (24). However, in the past it was generally accepted that the ACL consists of two bundles (24). A distinction is made between the anteromedial (AM) and a posterolateral (PL) fiber bundle (1). In recent years, reports have accumulated in which the anterior cruciate ligament is described as flat and "ribbon-like" (25, 26). The attachment points of the ACL are described as c-shaped on the tibia and crescent-shaped on the femur (26). The ACL is described as having a width of 12.6 mm and a mean thickness of 3.3 mm at the tibial attachment site and a width of 16 mm and a mean thickness of 3.54 mm at the femoral attachment site (26).

#### **2.1.6 Infrapatellar Fat Pad (IPFP)**

The Infrapatellar fat pad (IPFP) is located in the knee joint space inferior to the patella (23). It is located between the two layers of the joint capsule (*Membrana synovialis*, *Membrana fibrosa*). (23). The infrapatellar fat pad has various functions in the knee joint. It serves the vascular supply, cushions the patellar tendon and secretes inflammatory factors (27). A partial resection of the IPFP is often necessary as part of an arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction (27).

#### **2.1.7 Innervation**

An important nerve in the knee area is the saphenous nerve (23). The saphenous nerve supplies cutaneous sensation to the medial aspect of the knee, lower leg and

ankle (28). It originates from the posterior segment of the femoral nerve in the proximal femur (28). On exiting the adductor canal, the nerve immediately divides into its two terminal branches: the infrapatellar branch (IPBSN) and the sartorial branch (SBSN) (28). The IPBSN runs anteriorly and divides further into a superior and an inferior branch to supply the anteromedial side of the knee (28). The SBSN runs in close connection with the gracilis muscle and controls the sensitivity of the medial side of the leg and ankle (28).

## **2.2 Anterior Cruciate Ligament Rupture**

Rupture of the ACL is a typical sports injury. It is the most common knee injury. 70% of ruptures occur between the ages of 15 and 45 (1).

### **2.2.1 Injury mechanism**

Most ruptures of the ACL occur through a non-contact event (29). The mechanism of injury is flexion with internal or external rotation, forced external rotation or hyperextension in the knee joint (30). In addition, anterior tibial translation increases the risk of rupture (31, 32). Ruptures of the ACL often occur during sudden changes of direction when running (e.g. soccer) or as internal rotation trauma when the lower leg is stationary and the knee is strongly flexed (e.g. skiing) (1).

## **2.3 Anterior Cruciate Ligament Reconstruction (ACLR)**

Anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR) is recommended especially for people who are active in sports. The aim of reconstruction is to replace the destroyed structures in an anatomically correct way to restore stability. This should prevent long-term damage such as ligament, meniscus or cartilage damage (1).

### **2.3.1 History**

The first surgical reconstruction of the ACL was performed in 1917 using autogenous tissue (4). This was followed by a period that produced many different methods for reconstructing the ACL (4). Especially in the last 50 years, the methods

have improved considerably (3). In the 1980s, ACLR using the middle third of the patellar tendon became the gold standard (3). Due to secondary frequent knee pain, over time more and more surgeons decided to use the hamstring tendons as autograft (3). These two preparations are still among the most popular today (3). Initially, reconstructions were performed using the single-bundle technique (3). However, insufficient control of rotational laxity led to a new approach (3). Due to an increasingly better anatomical and biomechanical understanding of the ACL, the double-bundle technique was established (3). Nevertheless, there are still concerns about the choice of techniques to restore normal knee biomechanics (33). A present meta-analysis demonstrates that both techniques for ACLR are associated with restoration of normal knee kinematics (33). Since the C-shaped anatomy of the tibial tunnel has been known, there have also been surgical approaches to restore this natural anatomy with a special ACLR technique (25). Whether this technique can offer better long-term results in the future remains to be seen.

### **2.3.2 Arthroscopically guided ACLR**

The first arthroscopically guided ACLR was already performed in the 1980s (34). Over time, studies confirmed the advantage of arthroscopically performed ACLRs over open techniques (35). Reduced postoperative morbidity, improved cosmesis, faster recovery and greater range of motion (ROM) have been demonstrated (35). Originally, two incisions were required to perform arthroscopic surgery (36). One incision was required to allow removal of the graft and preparation of the tibial tunnel (4). The second incision was made over the lateral side of the femur to allow outside-in drilling of the femoral tunnel (4). By the end of the 1990s, most surgeons adopted a single incision technique (37). However, the single incision technique had disadvantages in the placement of the femoral tunnel (38, 39). There was a risk of a vertically aligned, non-anatomical graft that could not effectively control rotation (38, 40). This finding has led researchers to reconsider the advantages of a revised two-incision technique (41, 42).

### 2.3.3 Grafts

Many different grafts have been used over the past 100 years (4). The most commonly used grafts include hamstring-tendon (HT), bone-patellar-tendon-bone (BPTB) and quadriceps-tendon (QT) autografts, allografts and synthetic grafts (43). All of these grafts have their own specific advantages and disadvantages (43). Surgeons should choose the graft for each patient individually (43).

#### 2.3.3.1 Autografts

By using the patient's own tissue, the risk of graft infection is minimized, the local immune response is limited and faster integration of the graft is possible (43). Table 3 shows the advantages and disadvantages of the most used autografts (43-45):

Graft	Advantages	Disadvantages
HT- Tendon	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Small incision (harvest)</li> <li>+ Reduced anterior knee pain</li> <li>+ Great maximum load to failure</li> <li>+ Comparable strength to native ACL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hamstring weakness</li> <li>- Unpredictable graft size</li> <li>- Risk of saphenous nerve injury</li> <li>- Less stiffness than native ACL</li> </ul>
BPTB-Tendon	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Fast graft incorporation (bone-to-bone)</li> <li>+ Comparable stiffness to native ACL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Large incision (harvest)</li> <li>- Risk of AKP</li> <li>- Risk of patella fracture</li> <li>- Weaker than native ACL</li> </ul>
QT-Tendon	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Reduced anterior knee pain</li> <li>+ Reduced HT-weakness</li> <li>+ Large graft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Large incision (harvest)</li> <li>- Risk of patella fracture</li> </ul>

Table 3: Autografts, advantages and disadvantages

### 2.3.3.2 Allografts

Allografts have no morbidity at the harvest site, no risk of residual hamstring weakness or anterior knee pain (43). However, there is a risk of graft disease transmission, longer time to insertion and higher cost compared to autografts (43). The risk of rupture is three to four times higher compared to autografts (43). Allografts are therefore now more commonly used in revision surgery and patients with moderate to low functional requirements (43, 46, 47).

### 2.3.3.3 Synthetic grafts

In recent decades, synthetic grafts have been developed to replace or augment HT and BPTP autografts (43). Synthetic grafts can lead to a comparable return to athletic activity and functional performance as autografts in the short term (43, 48). However, in the long term, synthetic grafts have a high graft failure rate (43, 48).

## 2.3.4 **Outcome**

ACLR is one of the most successful operations in orthopedic surgery (5, 6). The risk of serious complications such as infections (0.47 %) or pulmonary embolisms (0.12 %) is low (49). However, complications such as anterior knee pain (16%) or stiffness (8.8%) are quite common (7).

The general outcome after ACLR is influenced by several factors. The literature reports that concurrent meniscal and cartilage damage worsens the prognosis after ACLR (50, 51). There are also gender differences. Women seem to do worse than men in subjective and functional outcomes and in the ability to return to sports (RTS) (52). The age of the patient (53) and the timing of surgery after injury (54) do not seem to play a role in the overall outcome.

The outcome is measured by several parameters. These include RTS and patient reported outcome measurements (PROM) (55-57). RTS is often considered the primary goal of ACLR (58). However, patients do not always reach their previous level of function at the time of RTS (59). Questionnaires such as the Lysholm score and the International Knee Documentation Committee (IKDC) questionnaire are used to measure function and symptoms (60). The general health and subjective

QoL of patients after ACLR are also of particular interest. This can be recorded and objectified with so-called Short-Form Health Surveys (61, 62). By answering various questionnaires, the general well-being of the patients can be recorded (60).

## **2.4 Anterior Knee Pain (AKP)**

The prevalence of anterior knee pain (AKP) is estimated in the literature to be between 5 and 19% (8, 17-19). However, the prevalence varies widely in the literature (8, 63). This could be due to the timing of data collection, as longer follow-ups lower the prevalence of AKP (15, 16). Pain can be mild, sporadic, or severe enough to limit daily and sports activities (8).

### **2.4.1 Pain Intensity and Localization**

Little is known in the existing literature about the precise location and pain intensity of AKP. The pain intensity is described as low (9, 64). Vasconcelos et al. pointed out that AKP after ACLR, even if minimal, can have a detrimental effect on the outcome in the medium term. They also described that patients with patellar tendon grafts most frequently had pain at the patellar tendon (37%) and patients with hamstring grafts most frequently had pain near the tibial tunnel (51%) (9).

### **2.4.2 Causes of AKP**

Some studies name postoperative deficits such as postoperative flexion contractures (18), postoperative extension deficits (8, 65, 66) and postoperative quadriceps weakness (67, 68) as causes of AKP. ACLR with BPTP autografts usually reports a higher incidence of AKP than ACLR with HT autografts (8, 10-14). Factors such as graft harvest site (10, 69, 70), IPFP size (19, 63, 71) or IPBSN injury (72, 73) have also been reported to influence the occurrence of AKP. The type of fixation, gender and age do not seem to have a significant influence on the occurrence of AKP after ACLR (8).



## **2.5 Psychological Influence**

Although function and stability of the knee joint usually improve significantly after ACLR, a large percentage of patients do not return to the same level of athletic performance compared to their activity before surgery (59, 74, 75). Psychological condition plays an important role in rehabilitation after ACLR (76-78). Some studies have found a positive relationship between RTS and psychological outcome (79-81). Psychological factors that influence the outcome after ACLR include self-efficacy, pain catastrophizing and kinesiophobia (20-22).

### **2.5.1 Kinesiophobia**

Kinesiophobia is described as an excessive and irrational fear of physical activity (20). It arises from a feeling of increased vulnerability to painful injury or re-injury (20). This leads to an overall negative attitude of the person affected towards their own body and movement (20). Kinesiophobia is associated with a lower RTS (82, 83), a higher risk of re-injury (82, 83) and lower subjective knee function (22, 84). Kinesiophobia is very common postoperatively but seems to decrease during postoperative rehabilitation. (85)

### **2.5.2 Pain Catastrophizing**

Pain catastrophizing, refers to an exaggerated negative cognitive and affective response to an expected or actual pain experience (86). Patients who catastrophize pain magnify the potentially negative aspects of pain, are unable to detach from thoughts about pain and feel helpless in coping with pain (87, 88). This often leads to avoidance, escape and protective behaviors (89). Pain catastrophizing causes delayed recovery after musculoskeletal injuries and surgery (89, 90). Higher levels of pain catastrophizing result in greater pain intensity and deteriorated knee function in the postoperative period (91, 92).

### **2.5.3 Self-efficacy**

Self-efficacy influences how people feel, think and act (93). It describes how people rate their ability to organize and execute courses of action in order to achieve certain

results (94). Determination to return to previous levels of physical performance is crucial for rehabilitation after ACL injury (95). Studies show that patients who return to their pre-injury sports level have higher self-efficacy of knee function (95-98).

## **3 Material and Methods**

### **3.1 Hypothesis of the Study**

#### Primary null hypothesis:

- Patients do not develop specific chronic knee pain/discomfort after arthroscopically guided anterior cruciate ligament reconstruction.

#### Alternative hypothesis:

- Patients develop specific chronic knee pain/discomfort after arthroscopically guided anterior cruciate ligament reconstruction.

#### Secondary hypothesis:

- The association of pain after arthroscopically guided anterior cruciate ligament reconstruction with function is mediated by psychological influence parameters (FESS, TSK, PCS).
- The correlation of Quality of Life after arthroscopically guided anterior cruciate ligament reconstruction with pain and function is mediated by psychological parameters (FESS, TSK, PCS).

### **3.2 Study Population**

#### **3.2.1 Inclusion Criteria**

Patients included in the study had to fulfil the following criteria:

- 1) Documented arthroscopic reconstruction of the ACL.
- 2) Surgery in the period from March 2010 to August 2019 at the University Hospital Graz (Austria).
- 3) Electronic signature of the informed consent form.

#### **3.2.2 Exclusion Criteria**

Patients were excluded from the study if one or more of the exclusion criteria applied:

- 1) ACL revision surgery on the index knee.
- 2) Patient age > 50 years at the time of surgery.

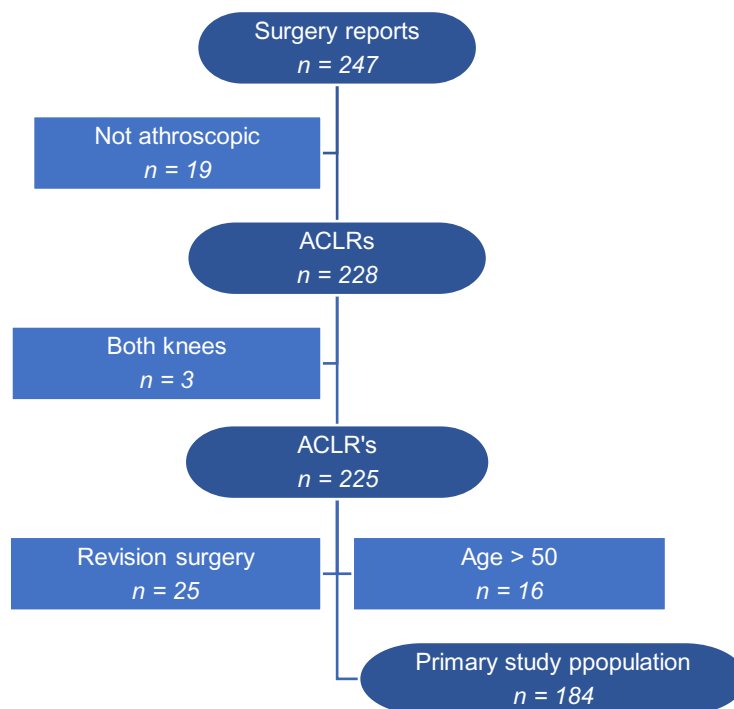
- 3) Postoperative fractures of the index knee.
- 4) Psychiatric illness that precludes informed consent.

### 3.2.3 Primary Study Population

Between March 2010 and August 2019, 247 ACL procedures were performed at the University Hospital Graz (Austria). Nineteen operative reports could not be used, leaving 228 documented arthroscopically guided ACLRs. Three patients had undergone ACLR on both knees in the specified period, with only the most recently operated knee being relevant. This left a total of 225 patients who had undergone arthroscopically guided ACLR at the University Hospital Graz (Austria) during the specified period.

Of these 225 patients, 25 patients were excluded because they had undergone ACL revision surgery on the knee relevant to the study. In addition, 16 patients were excluded because they were older than 50 years at the time of surgery. No patient was excluded because of severe secondary trauma or psychiatric illness. After applying the exclusion criteria, the primary study population consisted of 184 patients (Figure 1).

Figure 1: Primary study population



## **3.3 Study Design**

### **3.3.1 General Information**

This study is a prospective observational study of a patient population undergoing arthroscopically guided ACLR at the University Hospital Graz (Austria).

### **3.3.2 Data Sources and Collection**

Medical data were required as part of the study. First and last names, dates of birth, telephone numbers, addresses, dates of operations, checkups and other personal data were requested. These data were routinely collected, came from the hospital information system openMEDOCS (KAGES Group) and were stored in a Microsoft Excel spreadsheet.

An electronic Case Report Form (eCRF) was developed with the MedUni licensed online portal RedCap®. This eCRF consisted of 11 individual questionnaires. The patients' data were recorded with the eCRF postoperatively only once at the time of data collection. This resulted in individually different time intervals between surgery and data collection.

### **3.3.3 Data Collection Procedure**

On December 15, 2020, a letter was sent to each individual patient in the primary study population ( $n=184$ ) to inform about the study (see 7.1). This letter contained information about the study and the email address of a study investigator. If patients were interested in participating in the study, they were asked to send their full name to the email address provided. Patients were given three weeks to respond.

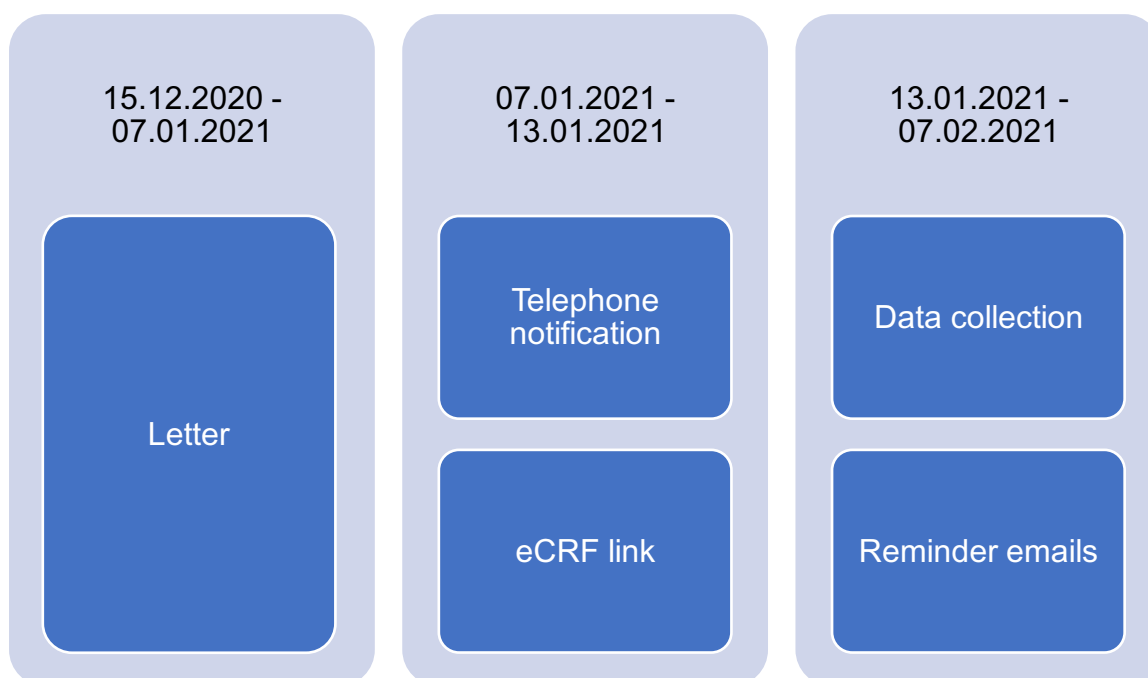
Telephone notification began on January 7, 2021. A template for notification was developed in advance (see 7.2). The telephone notification was only sent on weekdays between 9:00 and 16:00. The telephone numbers of the patients were taken from the hospital information system openMEDOCS (KAGES Group). Each patient was given a total of four attempts for consultation. The first call was made before lunchtime for each person. If patients did not answer the first call or called back, a second attempt was made in the afternoon. If neither call was answered, the same procedure was followed the following week. Patients who could not be

reached after four attempts were excluded from the study. The telephone notification ended on January 13, 2021.

If a patient could be reached by phone and expressed further interest in participating in the study, the email address was requested and noted in a Microsoft Excel document. Patients then received a special link to the email address they provided. This link led to the eCRF on the online portal RedCap® (see 7.4.2). The link led to the patient information and consent, which was digitally stored as a PDF file (see 7.3) on RedCap®. The consent to participate in the study had to be confirmed by a digital signature. There was also the option to return the signed consent form by post or scanned by email.

After the consent form was signed, the patients automatically received their individual link to the eCRF on RedCap® by email. Patients had almost four weeks to complete the eCRF. In case of inactivity, automatically generated reminder emails were sent every three days. The reminder emails were sent up to five times. The reminder emails contained a link that led directly to the incomplete part of the eCRF. This made it possible to interrupt the answering of the eCRF and continue later without losing progress. The data collection process ended on February 7, 2021 (Figure 2).

Figure 2: Data collection procedure



### **3.3.4 Ethics**

With their digital signature, the patients confirmed their consent to the data collection via the eCRF, the use and analysis of these data and the anonymized publication of these data. The patient information and consent form were reviewed by the responsible ethics committee. The ethics committee of the Medical University of Graz (Austria) approved this study with the project number 32-477 ex 19/20.

All patients are subject to the provisions of the Austrian Data Protection Act 2000 as amended. The data will be processed exclusively for scientific purposes.

### **3.3.5 Data Protection**

The study-specific data collection was only carried out by the study investigators. The patients' data in the Microsoft Excel spreadsheet and in the online portal RedCap® were password-protected and encrypted. The password was known only to the study operators. The data could therefore only be viewed by the operators of the study. In the statistical evaluation of the data, the patient data were anonymized by numerical codes.

## **3.4 Electronic Case Report Form (eCRF)**

The eCRF was created via the online portal RedCap®. The eCRF consisted of 11 individual questionnaires. The "Enrolment" questionnaire was filled out by the operators of the study. The patients started with the questionnaire "Fragebogen LKH-Uniklinikum Graz". The questionnaires listed below correspond to their chronological order in the eCRF and in the data collection process.

### **3.4.1 Enrolment**

The questionnaire "Enrolment" (see 7.4.1) was completed by the operators of the study themselves. The data for the questionnaire were taken from the hospital information system openMEDOCS (KAGES Group). To complete it, the email address, demographic data (gender, date of birth), known concomitant diseases (diabetes mellitus, hypertension, rheumatic diseases, etc.) and surgery-specific

data (date of surgery, structures treated) had to be entered by the operators. After completion, the patients received the access link to the eCRF by email.

### **3.4.2 Fragebogen LKH-Uniklinikum Graz**

The questionnaire "Fragebogen LKH-Uniklinikum Graz" (see 7.4.3) was the first questionnaire filled out by the patients. It consisted of questions about demographic data (age, weight, etc.), more specific questions about the patients themselves (educational status, employment status, marital status, smoking habits, etc.), questions about a possible intake of painkillers (type, frequency, duration, reason, etc.) and specific questions about the operation (operation side, previous operations, subsequent operations, re-ruptures, etc.).

### **3.4.3 Knee Pain Map (KPM)**

The Knee Pain Map (KPM) (see 7.4.4) is a self-designed questionnaire to localize and standardize knee pain. The questionnaire contains two pictures. One picture shows a left and a right knee in frontal view, the second picture also shows two knees, but viewed from behind. In both pictures, the knees were graphically divided into anatomical areas. Each area was labelled with a specific letter. For each picture there was a multiple-choice question to mark the areas affected by pain. For this questionnaire, only the knee that underwent ACLR at the University Hospital of Graz (Austria) was relevant. If ACLR was performed on both knees at the University Hospital Graz (Austria), only the most recently operated knee was relevant.

### **3.4.4 International Knee Documentation Committee (IKDC)**

The International Knee Documentation Committee (IKDC) (see 7.4.5) was first published in 2001 (99). The score has undergone several minor revisions. The IKDC is a Patient Reported Outcome (PRO) instrument. In the eCRF, the official German version of the questionnaire was used (100). The IKDC is used to assess various diseases and injuries of the knee joint. It contains a total of 19 questions. These questions are divided into 3 subgroups:

- Symptoms: 7 questions



- Sports and daily activities: 12 questions
- Function: 2 questions

The score ranges from 0 to 100, where 100 corresponds to unrestricted function of the knee in sports and daily activities, and absence of symptoms (101).

### **3.4.5 Tegner Activity Scale (TAS)**

The Tegner Activity Scale (TAS) (see 7.4.6) was developed as a supplement to the Lysholm Score and was published jointly with the latter in 1985 (102). The TAS is a PRO instrument. The validated German version was used for the eCRF (103). The TAS is used to assess the patient's activity status. There are ten different activity levels. These are assessed with a score from zero to ten. Zero describes the lowest activity level, ten the highest one possible (104).

In the eCRF, the TAS was duplicated to capture the activity status at the time of data collection (TAS, tdc) and the activity status at the time before the injury (TAS, before injury). To better represent the difference in performance before injury and at the time of data collection, the difference was calculated and expressed by a third variable (TAS, difference).

### **3.4.6 Numeric Rating Scale (NRS)**

The pain intensity in the study relevant knee at the time of data collection was assessed with a Numeric Rating Scale (NRS) (See 7.4.7). Patients were asked about the maximum pain intensity in the last few days. The pain intensity was rated with a numerical sequence from zero to ten. Zero stood for "no pain", ten for the "strongest pain imaginable" (105).

Two questions were created in the eCRF for this purpose. One question was about pain at rest (NRS, rest) and one question was about pain while walking (NRS, walking). For calculations, the mean of both values was calculated and expressed by a third variable (NRS, total).

### **3.4.7 Lysholm Score**

The Lysholm Score (see 7.4.8) was first published in 1982 (106). It was subsequently modified and made into a PRO instrument (102). The German version was used for the eCRF (107). The Lysholm Score is used to assess patients with diseases or injuries of the ACL or the knee joint. The questionnaire consists of a total of 8 questions.

These can be divided into 3 areas:

- Physical function: 6 questions
- Pain: 1 question
- Symptoms: 1 question

The answers have a pre-set number of points. The total number of points ranges from 0 to 100, where a score of zero describes the greatest possible impairment and a score of 100 means no impairment.

### **3.4.8 Fragebogen zur Erfassung der schmerzspezifischen Selbstwirksamkeit (FESS)**

The questionnaire "Fragebogen zur Erfassung der schmerzspezifischen Selbstwirksamkeit" (FESS) (see 7.4.9) is the German adaptation of the Pain Self-Efficacy Questionnaire (PSEQ) (108). The FESS was first introduced in 2009 (109). This questionnaire is used to assess self-efficacy in patients with chronic pain. The questionnaire contains ten items in the form of self-reports. The questions are answered in the form of a six-point scale. It ranges from "not at all convinced" to "completely convinced". The total score ranges from 10 to 60 points. The higher the score, the higher the patient's confidence to engage in activities despite existing pain (109).

### **3.4.9 Tampa Scale of Kinesiophobia (TSK)**

The Tampa Scale of Kinesiophobia (TSK) (see 7.4.10) was developed in 1990 by Mill et al. The validated German version was used for the eCRF (110). The questionnaire was developed for measuring fear of movement/(re)injury. The TSK consists of 11 items. The items are answered in the form of a four-point scale. One

stands for "do not agree at all", four stands for "completely agree". The total number of points ranges from 11 to 44. Eleven stands for no kinesiophobia, 44 for severe kinesiophobia (110).

#### **3.4.10 Pain Catastrophizing Scale (PCS)**

The Pain Catastrophizing Scale (PCS) (see 7.4.11) was first published in 1995 (111). The German version of the questionnaire was used for the eCRF (112). The PCS asks about the patient's feelings and thoughts when in pain. The questionnaire contains 13 items. The evaluation was carried out in subscales:

- Helplessness
- Magnification
- Rumination

Each item must be answered from zero ("not at all true") to four ("always true"). A high total score means a higher extent of catastrophizing. The total score ranges from 0 to 52 points and is calculated by summing the subscales (112).

#### **3.4.11 Short Form-36 (SF-36)**

The SF-36 (see 7.4.12) was first published in 1992 (113). The questionnaire was modified in 1996 with regard to some response options and item formulations, resulting in the SF-36 v.2 (114). The German translation of the questionnaire was used for the eCRF. The SF-36 questionnaire is a disease-unspecific measurement instrument to assess health-related Quality of Life. The questionnaire consists of a total of 36 items. It describes the patient's general state of health based on 8 different dimensions:

- Vitality (VT): 4 questions
- Mental Health (MH): 5 questions
- Physical Pain (BP): 2 questions
- General Health (GH): 5 questions
- Role Physical (RP): 4 questions
- Role Emotional (RE): 3 questions
- Social Functioning (SF): 2 questions
- Physical Functioning (PF): 10 questions

From these subscales, two so-called Component Summary Scores can be calculated:

- Physical Component Summary (PCS\*): PF, RP, BP, GH
- Mental Component Summary (MCS\*): VT, RE, SF, MH

There is no total score in the SF-36. A manual and interpretation guide is required for the analysis. The scores can be compared with the gender- and age-matched normal population through certain conversions (115).

## **3.5 Statistical Analysis**

The evaluation of the anatomical pain localization and pain intensity as well as the PROMs was initially descriptive (frequency distribution or mean and standard deviation / median and interquartile range). For better comparability, the results of the SF-36 were standardized according to the specifications and compared with the values of the US normal population. The anatomical areas that were most frequently affected by pain were grouped into anatomical regions for further calculations. Pain (NRS) in these regions was assessed for its impact on joint function (IKDC, TAS, Lysholm score) and QoL (SF-36) using bivariate analyses. Bivariate analyses were then performed to examine correlations between pain (NRS) and function (IKDC, TAS, Lysholm score) and correlations between QoL (SF-36) and pain (NRS) / function (IKDC, TAS, Lysholm score). Bivariate analyses were calculated using T-test, Bonferroni correction and Pearson product-moment correlations. Significant correlations were tested by partial analysis for FESS, PSEQ and TSK as mediators. A p-value < 0.05 was considered statistically significant, indicating that a significant relationship existed.

### **3.5.1 Software Tools**

Microsoft Excel (Microsoft, v16.53, 2021) was used to collect and store the personal data of the study patients. The eCRF was created via the online portal RedCap® (Vanderbilt University, v11.1.7). Data collected in RedCap® were extracted into a password-encrypted Microsoft Excel spreadsheet. Statistical analysis of the data was performed using Stata statistical software (StataCorp LLC, v17.0, BE-Basic edition). Microsoft Word (Microsoft, v16.53, 2021) was used to create the text

document. Citations were inserted using EndNote (Clarivate, X9, 2019). The PubMed search engine (National Center for Biotechnology Information) was used for the literature search.

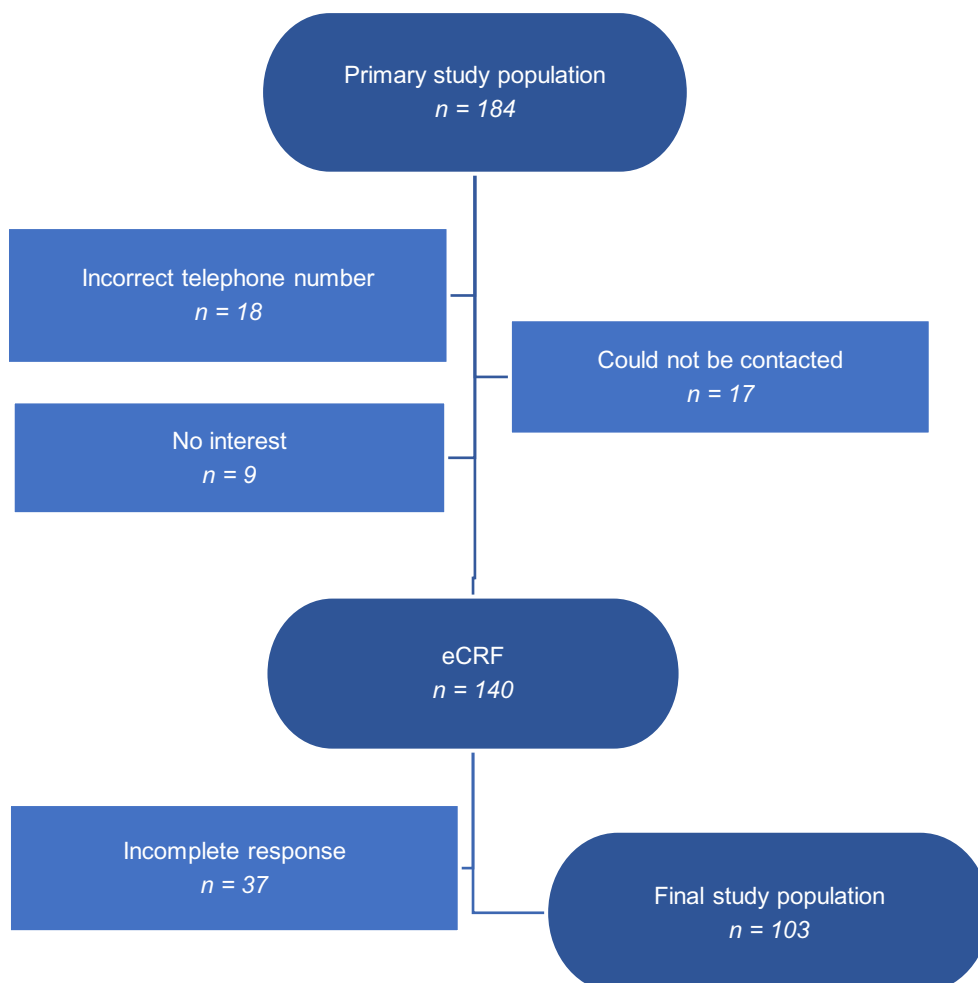
## 4 Results

### 4.1 Final Study Population

The primary study population comprised 184 patients. There was no response to the letters sent. Attempts were made to contact all 184 patients by telephone. Eighteen patients could not be contacted due to an incorrect telephone number, nine patients expressed no interest, 17 patients could not be reached after four attempts. The remaining 140 patients verbally agreed to participate in the study. An individual case was created in RedCap® for each patient and the consent forms were sent by email.

Of the 140 patients, 37 patients had to be excluded due to incomplete responses to the eCRF, 103 patients fully completed the eCRF (Figure 3).

Figure 3: Final study population



The following results refer to the final study population (n=103).

## 4.2 Descriptive Analysis

### 4.2.1 Demographics

Table 4 gives an overview of the patients' demographic data. These variables refer to the time of data collection (TDC): BMI, education status, employment status, marital status, smoking habits, pain medication.

Study population (n = 103)	
Gender	
male (n, (%))	76 (74)
female (n, (%))	27 (26)
Age at TDC (years, mean $\pm$ SD)	35.4 $\pm$ 9.2
BMI (mean $\pm$ SD)	25.5 $\pm$ 4.1
Educational status (years, mean $\pm$ SD)	13.8 $\pm$ 2.7
Employment status	
Student (n, (%))	13 (13)
Employed (n, (%))	87 (84)
Unemployed (n, (%))	2 (2)
Retired (n, (%))	1 (1)
Marital status	
Single (n, (%))	19 (18)
Liaised (n, (%))	79 (77)
Separate (n, (%))	5 (5)
Smoking (n, (%))	28 (27)
Pain medication (n, (%))	3 (3)

*Table 4: Patient demographics*

The educational status corresponds to the following educational levels: Compulsory school (8 years), apprenticeship/vocational school (10-12 years), Matura (12 years), Bachelor's degree (15 years), Master's degree (17 years), PhD (20 years). The

mean education level was between the completion of Matura and the completion of a Bachelor's degree ( $13.8 \pm 2.7$  (SD)).

Three patients were taking pain medication at the TDC, but one due to knee pain.

#### 4.2.2 Comorbidities

Table 5 shows the frequency of the most important comorbidities in the study population. Each of the following comorbidities refers to the time of surgery. The comorbidity data were taken from the preoperative anesthesia assessments.

	Study population (n = 103)
Obesity (n, (%))	4 (4)
Hypertonus (n, (%))	4 (4)

*Table 5: Patient comorbidities*

#### 4.2.3 Surgical Characteristics

Table 6 gives a brief overview about the most relevant surgical details of the study population.

	Study population (n = 103)
Operated knee	
Left (n, (%))	48 (47)
Right (n, (%))	55 (53)
Age at surgery (years, mean $\pm$ SD)	32.2 $\pm$ 9
Transplant	
Autograft (n, (%))	84 (82)
Allograft (n, (%))	19 (18)
Time to surgery (months, mean $\pm$ SD)	26.2 $\pm$ 49.2
Multiple surgeries (n, (%))	22 (21)
Surgery before ACLR (n, (%))	11 (11)
Surgery after ACLR (n, (%))	11 (11)

*Table 6: Patient's surgical characteristics*



The variable "Time to surgery" indicates the average time between injury and surgery in months. The variable "Multiple surgeries" describes whether the index knee had already been operated on more than once at the time of data collection. Eleven patients had already had knee joint surgery before ACLR, eleven more after the ACLR.

#### 4.2.4 Injury Characteristics

Table 7 refers to the extent of the knee joint injuries. It only describes the distribution of concomitant injuries detected at time of ACLR.

	Study population (n = 103)
Isolated ACL (n, (%))	55 (53)
ACL, medial meniscus (n, (%))	36 (35)
ACL, lateral meniscus (n, (%))	24 (23)
ACL, medial meniscus, lateral meniscus (n, (%))	12 (12)
ACL, MCL (n, (%))	2 (2)
ACL, LCL (n, (%))	2 (2)
ACL, PCL (n, (%))	1 (1)
ACL, MCL, medial meniscus (n, (%))	1 (1)

*Table 7: Patient injury characteristics*

#### 4.2.5 Follow-up Period

Table 8 provides information on the period between ACLR and the time of data collection.

	Study population (n = 103)
Follow-up period (years, mean $\pm$ SD)	3.1 $\pm$ 1.4
Re-ruptures (n, (%))	8 (8)
Time between surgery and re-rupture (months, mean $\pm$ SD)	24.5 $\pm$ 23.1

*Table 8: Follow-up period*

The "Follow-up period" describes the average time between ACLR and the time of data collection in years. "Re-ruptures" refers to the number of re-ruptures that occurred during the follow-up period.

#### 4.2.6 Patient-reported Outcome Measurements (PROMs)

The mean scores for the questionnaires used in the eCRF are shown in Table 9.

	Study population (n = 103)
IKDC, total score (mean ± SD)	79.7 ± 16.5
TAS, before injury (mean ± SD)	6.1 ± 2.1
TAS, tdc (mean ± SD)	4.8 ± 1.7
TAS, difference (mean ± SD)	-1.3 ± 2
NRS, rest (mean ± SD)	0.7 ± 1.3
NRS, walking (mean ± SD)	1.3 ± 1.9
NRS, total (mean ± SD)	1.0 ± 1.5
Lysholm Score (mean ± SD)	85.7 ± 15.0
FESS (mean ± SD)	54.7 ± 9.3
TSK (mean ± SD)	21.2 ± 6.9
PCS (mean ± SD)	8.9 ± 10.4

Table 9: Patient reported outcome measurements (PROMs), scores

#### 4.2.7 Short-Form 36 (SF-36)

The mean values of the eight subscales of the SF-36 questionnaire can be seen in Table 10.

	Study population (n = 103)
Physical Functioning (mean ± SD)	90 ± 14.5
Role-Physical (mean ± SD)	86.9 ± 18.1
Bodily Pain (mean ± SD)	82.7 ± 20.4
General Health (mean ± SD)	81.6 ± 17.4

Vitality (mean ± SD)	62.2 ± 12.3
Social Functioning (mean ± SD)	91.7 ± 16.7
Role-Emotional (mean ± SD)	87.2 ± 19.9
Mental Health (mean ± SD)	71.6 ± 11.9

Table 10: SF-36, scores

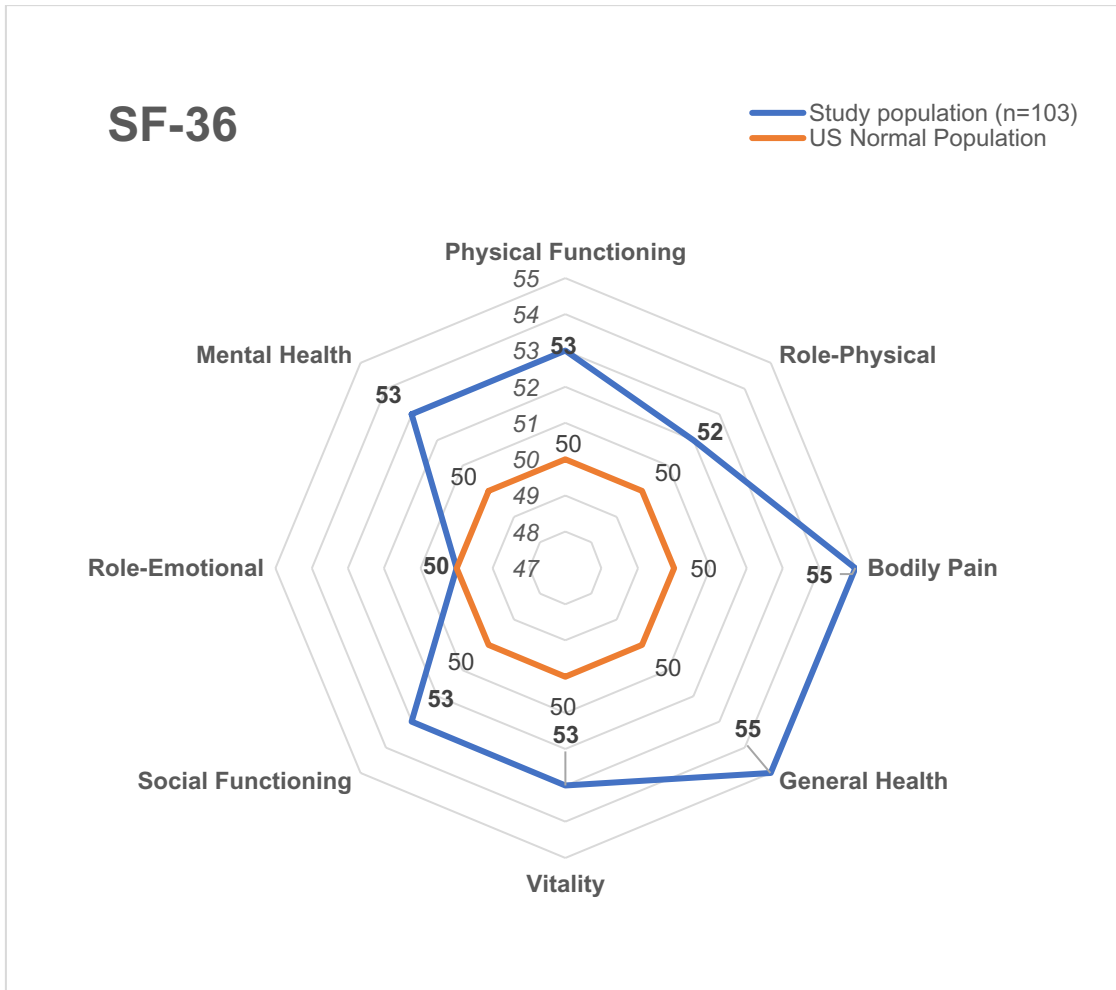
The values were normalized according to the guidelines and compared with the normal values of the US normal population. Values above 50 are above the US average, values below 50 are below the US average. In addition, the Physical Component Summary (PCS\*) and the Mental Component Summary (MCS\*) scores were calculated and listed. The Component Summary Scores are already standardized. The standardized values are listed in Table 11.

	Study population (n = 103)
Physical Functioning std. (mean ± SD)	52.8 ± 6.1
Role-Physical std. (mean ± SD)	51.7 ± 7.1
Bodily Pain std. (mean ± SD)	54.8 ± 8.6
General Health std. (mean ± SD)	55.1 ± 8.3
Vitality std. (mean ± SD)	53.5 ± 7.7
Social Functioning std. (mean ± SD)	53.2 ± 7.3
Role-Emotional std. (mean ± SD)	49.9 ± 9.3
Mental Health std. (mean ± SD)	52.5 ± 8.4
Physical Component Summary (mean ± SD)	54.1 ± 6.5
Mental Component Summary (mean ± SD)	47.3 ± 7.7

Table 11: SF-36, standardised scores

The rounded mean values from Table 11 were shown in Figure 4. Despite ACLR, the study population performed above average in almost all domains compared to the US normal population.

Figure 4: SF-36 std. scores, Comparison to the US normal population



#### 4.2.8 Knee Pain Map (KPM)

The following two figures (Figure 5, Figure 6) were taken directly from the KPM questionnaire and are intended to clarify the anatomical areas and their designation by the corresponding letters.

Figure 5 shows a right and a left knee in frontal view. The knees were divided into anatomical areas. The areas were labelled with letters. The areas of the right knee were labelled with capital letters. The areas of the left knee were labelled with lower case letters in mirror image of the right knee.

Figure 5: KPM, frontal view

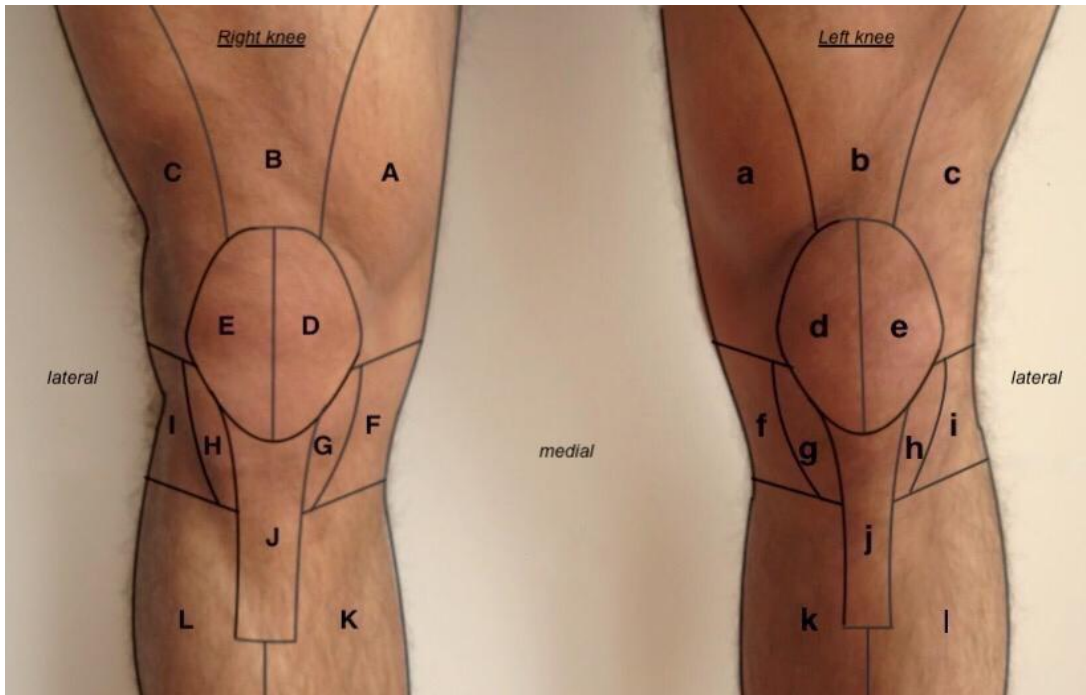


Figure 6 shows a left and a right knee as seen from behind. The anatomical areas are again labelled with letters. The areas of the right knee were labelled with capital letters. The areas of the left knee were labelled with lower case letters in mirror image of the right knee.

Figure 6: KPM, view from behind

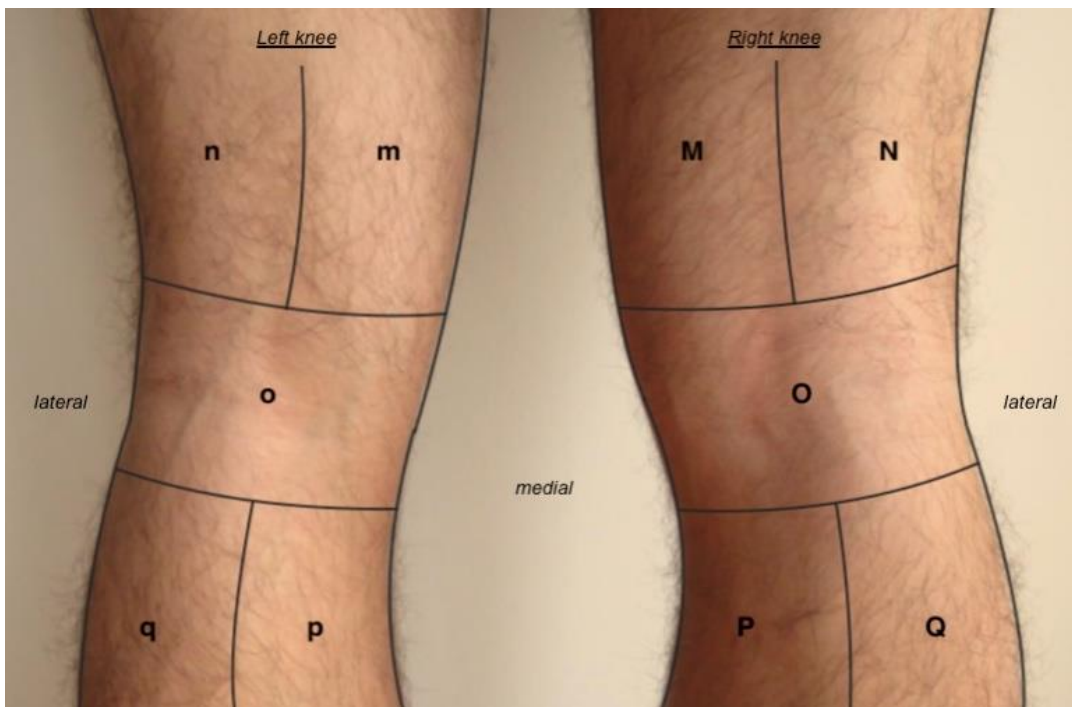


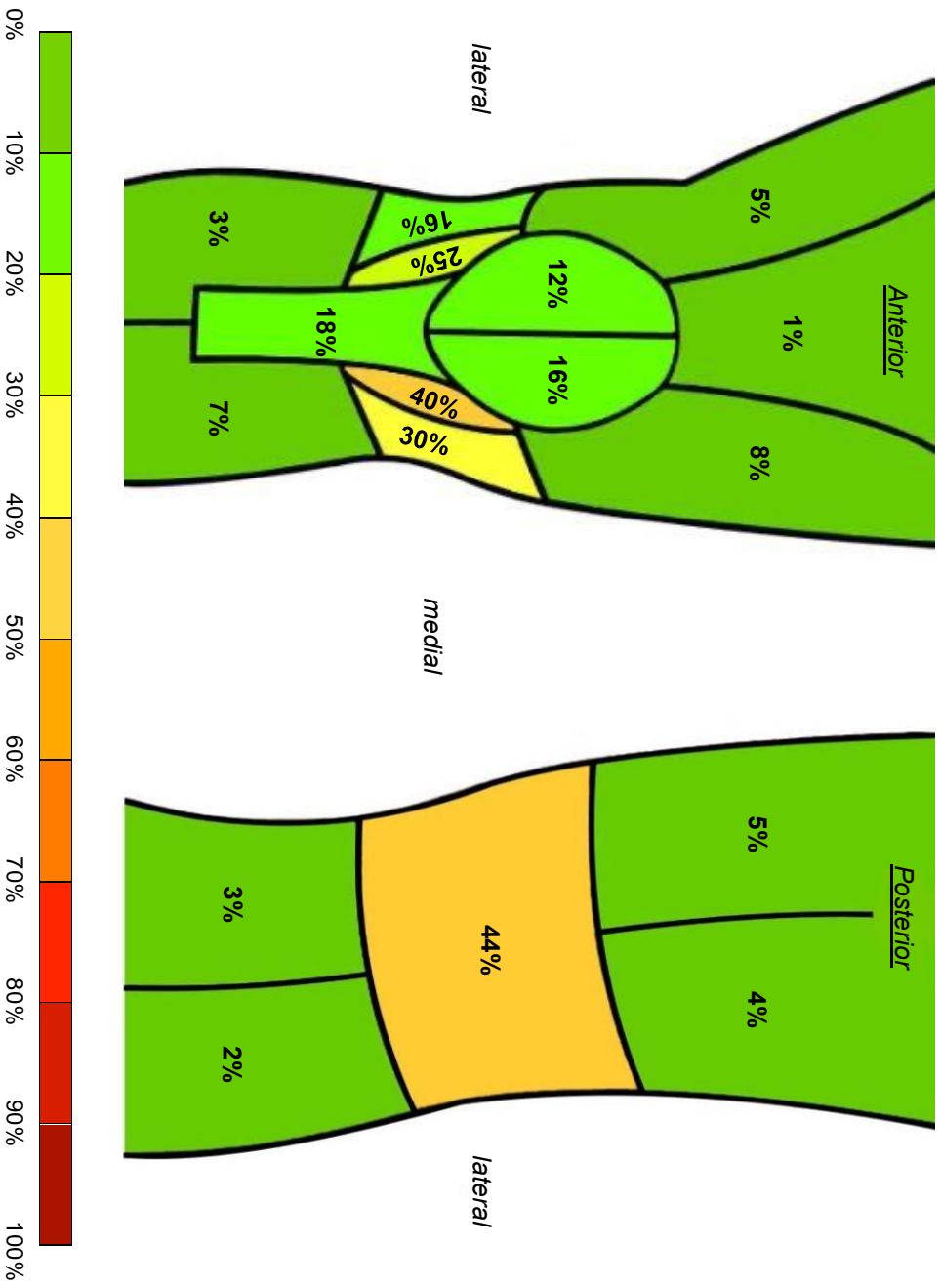
Table 12 describes how frequently each area was affected by pain in the study population. These areas were described as painful by the patients with the indicated frequency. The anatomically identical areas of the left and right leg were statistically combined into one variable.

	Study population (n=103)
Area A* (n, (%))	8 (7.8)
Area B* (n, (%))	1 (1)
Area C* (n, (%))	5 (4.9)
Area D* (n, (%))	16 (15.5)
Area E* (n, (%))	12 (11.7)
Area F* (n, (%))	31 (30.1)
<b>Area G* (n, (%))</b>	<b>41 (39.8)</b>
Area H* (n, (%))	26 (25.2)
Area I* (n, (%))	16 (15.5)
Area J* (n, (%))	19 (18.5)
Area K* (n, (%))	7 (6.8)
Area L* (n, (%))	3 (2.9)
Area M* (n, (%))	5 (4.9)
Area N* (n, (%))	4 (3.8)
<b>Area O* (n, (%))</b>	<b>45 (43.7)</b>
Area P* (n, (%))	3 (2.9)
Area Q* (n, (%))	2 (1.9)

*Table 12: KPM, pain frequency in anatomical areas*

To illustrate the results graphically, the individual areas were highlighted in color. The individual areas were colored according to the frequency of pain using a visual color analogue scale. The rounded percentages were entered in the corresponding areas (Figure 7). The percentages indicate how often the individual areas were reported as painful in the study population. The percentages were taken from Table 12. In Figure 7, only the right knee is shown in front and back view for graphical illustration. The percentages refer to the anatomically corresponding areas of both knees.

Figure 7 : Knee Pain Map, areas



To improve clinical usefulness of the results, certain anatomical areas were grouped into anatomical regions and given new names (Table 13).

Regions	Areas
Knee anterior	A*, B*, C*, D*, E*, F*, G*, H*, I*, J*
Knee posterior	K*, L*, M*, N*, O*, P*
Medial joint	G*, F*
Popliteal fossa	O*
Tuberositas	J*
Patella	D*, E*
Quadriceps	A*, B*, C*
Pes anserinus	K*
Lateral joint	H*, I*

Table 13: KPM, anatomical regions

In addition, it was statistically examined how many of the patients experienced pain in these regions (Table 14).

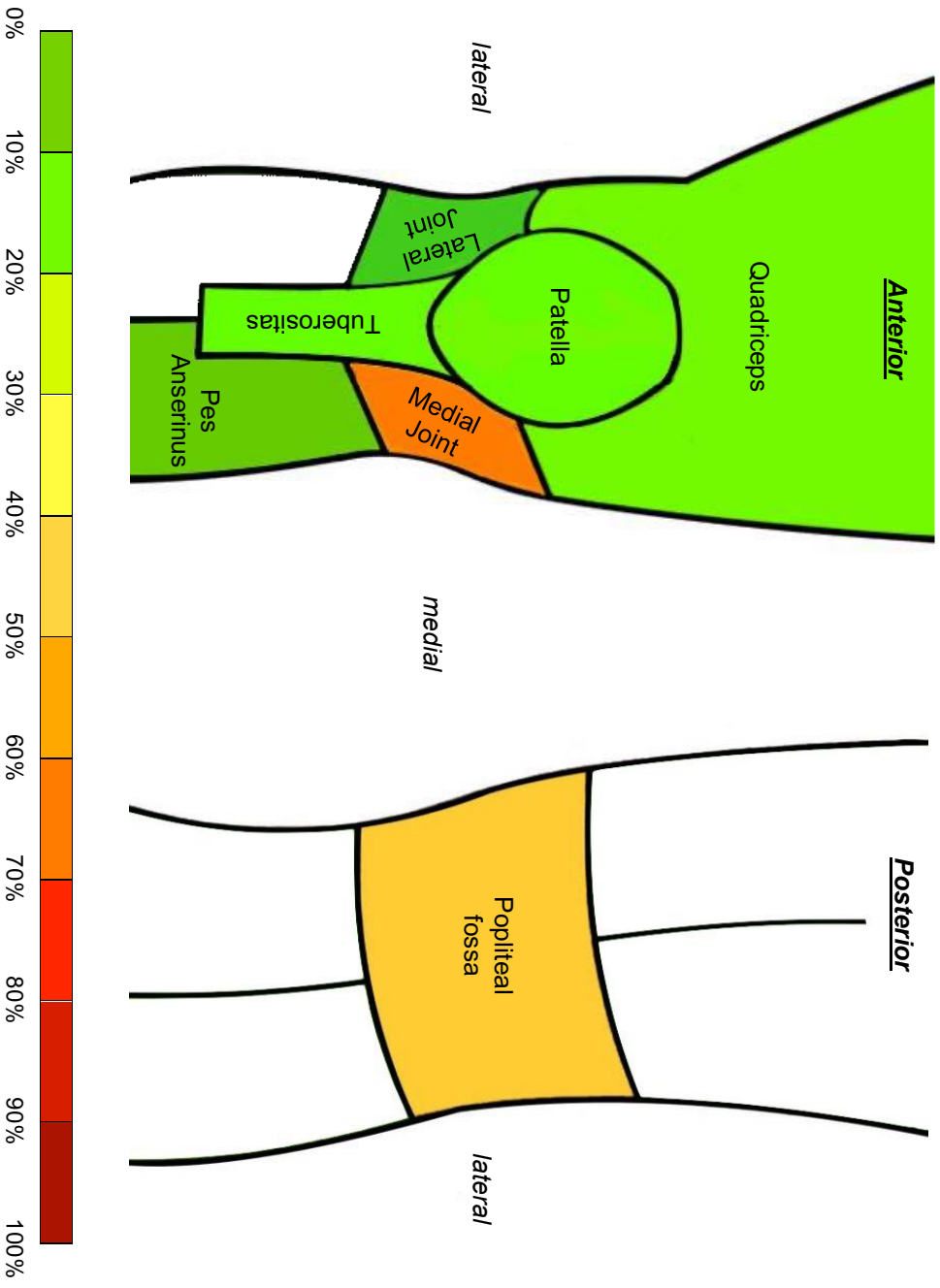
	Study population (n=103)
Knee anterior (n, (%))	72 (69.9)
Knee posterior (n, (%))	48 (46.6)
Medial joint (n, (%))	<b>63 (61.2)</b>
Popliteal fossa (n, (%))	<b>45 (43.7)</b>
Tuberositas (n, (%))	19 (18.5)
Patella (n, (%))	20 (19.4)
Quadriceps (n, (%))	12 (11.7)
Pes anserinus (n, (%))	7 (6.8)
Lateral joint (n, (%))	0 (0)

Table 14: KPM, pain frequency in anatomical regions

In particular, the medial knee joint space and the popliteal fossa were the most painful areas. Therefore, these regions were selected for further statistical evaluation (Figure 8).



Figure 8: Knee pain map, regions



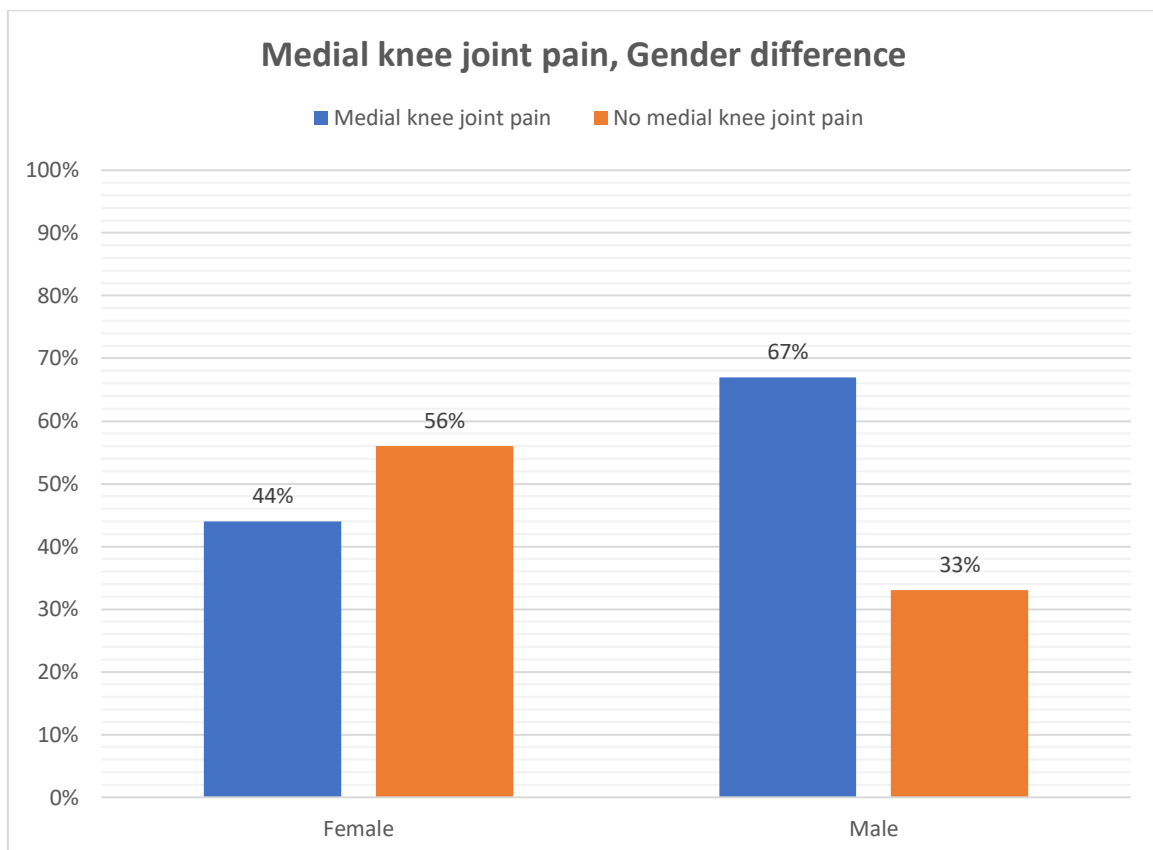
## 4.3 Medial Knee Joint Pain

### 4.3.1 Influencing Factors

The following factors have a significant influence on the frequency of medial knee joint pain after ACLR: gender, medial meniscus damage, surgery after ACLR.

Men (51 of 76) are more frequently affected by medial knee joint pain after ACLR than women (12 of 27) [ $\chi^2$  (1, N = 103) = 4.31, p = .038] (Figure 9). Patients who also had a medial meniscal injury at the time of surgery were also more likely to suffer from medial knee joint pain [ $\chi^2$  (1, N = 103) = 4.46, p = .035]. Patients who had another knee surgery on the affected knee after ACLR were more likely to suffer from medial knee joint pain [ $\chi^2$  (1, N = 103) = 4.59, p = .032].

Figure 9: Medial knee joint pain, Gender difference



### 4.3.2 Effects on Knee Function and Psychological State

Table 15 describes the effects of medial knee joint pain on knee function (IKDC, TAS, Lysholm score) and psychological state (FESS, TSK, PCS) of the patients in the study population. The mean score for the level of general knee pain intensity (NRS, total) was also reported. The study population was divided into two groups. One group was patients with medial knee joint pain (n=63) and the other was patients with pain outside the medial knee joint region or generally without pain (n=40).

	No medial knee joint pain (n=40)	Medial knee joint pain (n=63)	P - value
IKDC, total score (mean ± SD)	89.1 ± 14.6	73.6 ± 14.8	<b>&lt; 0.001</b>
TAS, before injury	5.7 ± 2.4	6.3 ± 2.0	0.173
TAS, tdc (mean ± SD)	5.2 ± 2.0	4.5 ± 1.5	0.061
TAS, difference (mean ± SD)	-0.5 ± 2.0	-1.8 ± 1.7	<b>0.001</b>
Lysholm Score (mean ± SD)	92.2 ± 14.6	81.6 ± 13.9	<b>0.001</b>
FESS (mean ± SD)	56.6 ± 10.6	53.6 ± 8.0	0.138
TSK (mean ± SD)	19.5 ± 6.7	22.3 ± 6.8	<b>0.039</b>
PCS (mean ± SD)	8.0 ± 10.4	9.6 ± 10.5	0.459
NRS, total (mean ± SD)	0.39 ± 1.0	1.4 ± 1.6	<b>&lt; 0.001</b>

Table 15: Medial knee joint pain, effects

Patients with medial knee joint pain scored lower, on average in the IKDC and Lysholm scores, resulting in inferior knee function. The decrease in performance between the athletic level before and after the ACL injury was more considerable in patients with medial knee joint pain (TAS, difference). Patients with medial knee joint pain had more fear of exercise and re-injury (TSK). Patients with medial knee joint pain had significantly higher levels of knee pain (NRS, total).

### 4.3.3 Effects on Quality of Life

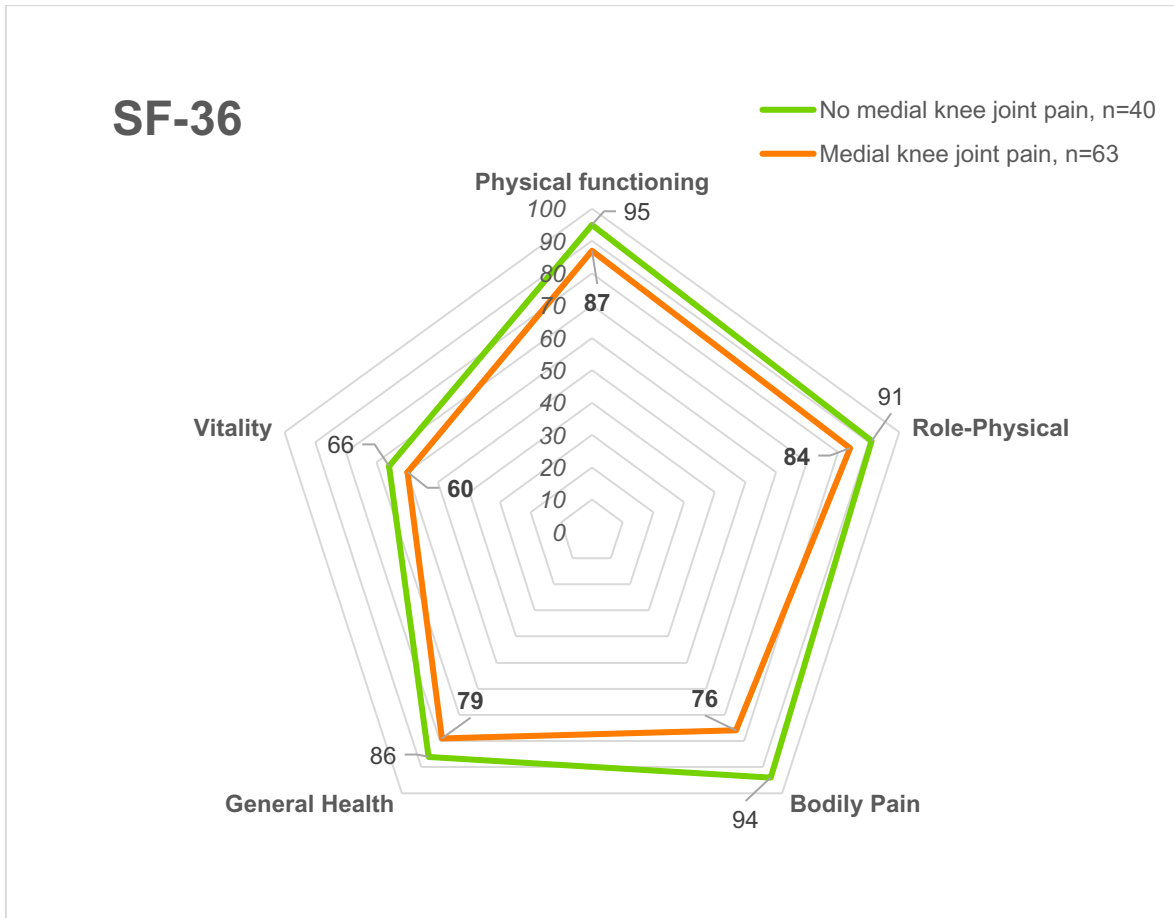
Medial knee joint pain had a significant effect on five of the eight subscales of the SF-36. There were significant differences in the subscales Physical Function, Role-Physical, Bodily Pain, General Health, and Vitality (Table 16).

	No medial knee joint pain (n=40)	Medial knee joint pain (n=63)	P - value
Physical functioning (mean $\pm$ SD)	95.0 $\pm$ 16.1	86.8 $\pm$ 12.5	<b>0.008</b>
Role-Physical (mean $\pm$ SD)	91.4 $\pm$ 18.1	84.0 $\pm$ 17.6	<b>0.045</b>
Bodily Pain (mean $\pm$ SD)	93.5 $\pm$ 16.9	75.8 $\pm$ 19.5	<b>&lt; 0.001</b>
General Health (mean $\pm$ SD)	86.3 $\pm$ 13.9	78.7 $\pm$ 18.8	<b>0.021</b>
Vitality (mean $\pm$ SD)	66.1 $\pm$ 10.6	59.8 $\pm$ 12.8	<b>0.007</b>
Social Functioning (mean $\pm$ SD)	94.1 $\pm$ 18.3	90.3 $\pm$ 15.5	0.282
Role-Emotional (mean $\pm$ SD)	90.8 $\pm$ 18.3	84.9 $\pm$ 20.7	0.133
Mental Health (mean $\pm$ SD)	74.0 $\pm$ 10.7	70.1 $\pm$ 12.4	0.093

Table 16: Medial knee joint pain, SF-36

The data from Table 16 is presented in Figure 10. Only the significant differences between patients with and without medial knee joint pain were shown.

Figure 10: Medial knee joint pain, SF-36



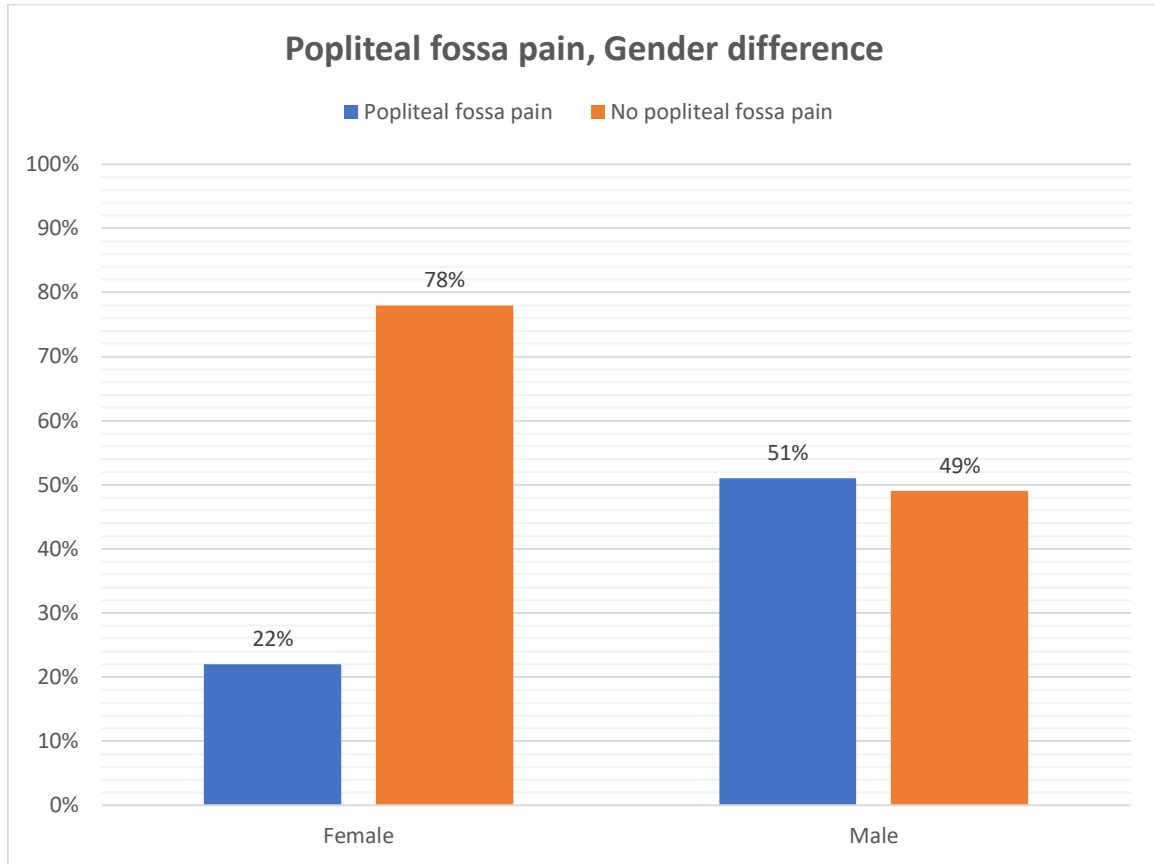
## 4.4 Popliteal Fossa Pain

### 4.4.1 Influencing Factors

The following factors have a significant influence on the frequency of pain in the popliteal fossa: gender, age at surgery, age at TDC, re-ruptures.

Men (39 of 76) are more frequently affected by popliteal pain than women (6 of 27) after ACLR [ $\chi^2$  (1, N = 103) = 6.85,  $p = .009$ ] (Figure 11). Popliteal pain was most common in younger patients. Patients with popliteal pain were younger at the time of surgery [ $t$  (102) = 2.44,  $p = .017$ ]. Patients with ACL re-ruptures had significantly more popliteal pain than those without [ $\chi^2$  (1, N = 103) = 11.2,  $p = .001$ ].

Figure 11: Popliteal fossa pain, Gender difference



#### 4.4.2 Effects on Knee Function and Psychological State

Table 17 describes the impact of popliteal pain on knee function (IKDC, TAS, Lysholm score) and psychological state (FESS, TSK, PCS) of the patients in the study population. The mean score for the level of general knee pain intensity (NRS, total) was also reported. The study population was divided into two groups. One group was patients with pain in the popliteal fossa region (n=45), the other group was patients with pain outside the popliteal fossa or generally without pain (n=58).

	No Popliteal fossa pain (n=58)	Popliteal fossa pain (n=45)	P - value
IKDC, total score (mean ± SD)	84.2 ± 16.5	73.8 ± 14.8	<b>0.001</b>
TAS, before injury	5.5 ± 2.0	6.9 ± 2.1	<b>0.001</b>
TAS, tdc (mean ± SD)	4.9 ± 1.7	4.8 ± 1.8	0.761

TAS, difference (mean ± SD)	-0.6 ± 1.7	-2.1 ± 1.9	<b>&lt; 0.001</b>
Lysholm Score (mean ± SD)	89 ± 15.2	81.4 ± 13.8	<b>0.009</b>
FESS (mean ± SD)	56.2 ± 9.2	52.8 ± 9.1	0.065
TSK (mean ± SD)	19.6 ± 6.1	23.3 ± 7.3	<b>0.008</b>
PCS (mean ± SD)	8.2 ± 10.4	9.9 ± 10.5	0.420
NRS, total (mean ± SD)	0.8 ± 1.4	1.2 ± 1.6	0.164

Table 17: Popliteal fossa pain, effects

Patients with popliteal pain scored lower on average in the IKDC and Lysholm scores, resulting in worse knee function. The decrease in performance between the athletic level before and after the ACL injury was greater in patients with popliteal pain (TAS, difference). Patients with popliteal pain had more fear of exercise and re-injury (TSK).

#### 4.4.3 Effects on Quality of Life

Popliteal pain had a significant effect on four of the eight subscales of the SF-36. There were significant differences in the subscales Physical Functioning, Role-Physical, Bodily Pain, Vitality (Table 18).

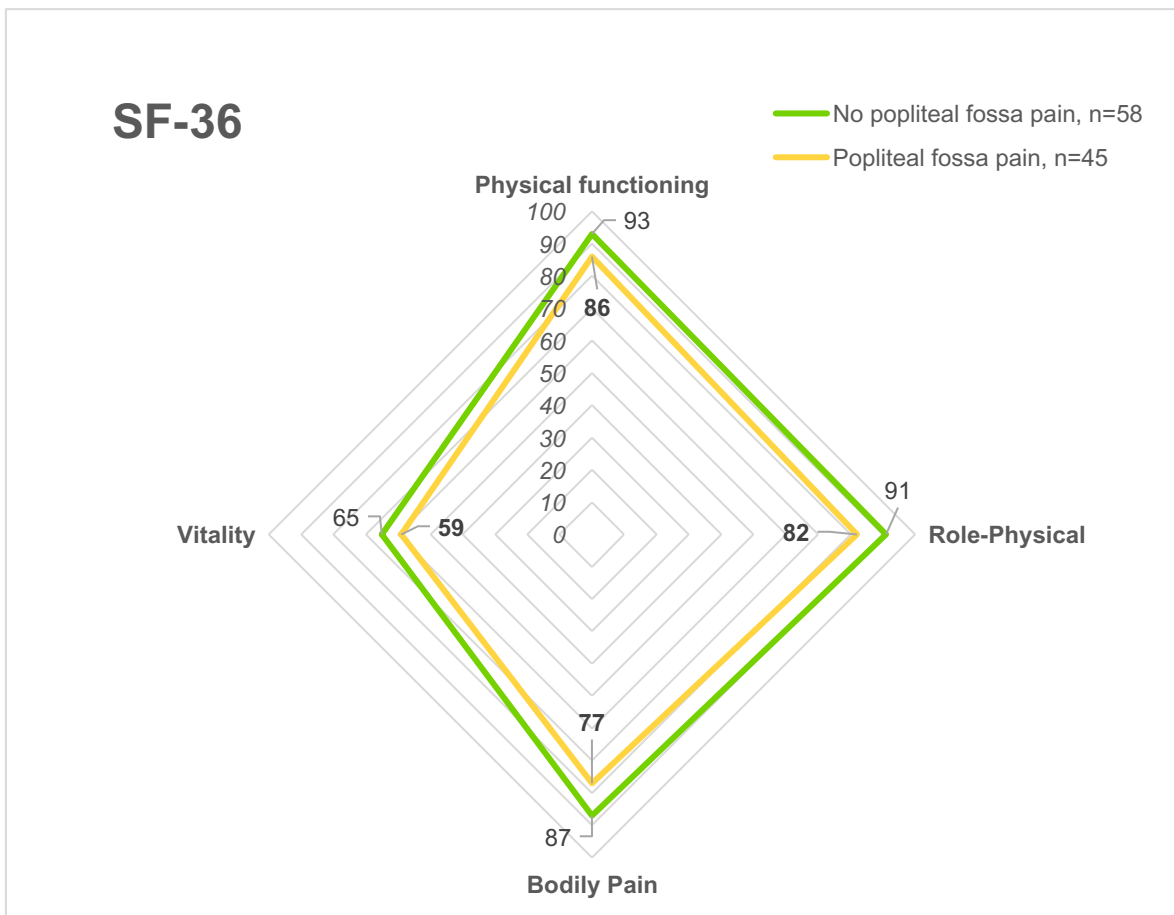
	No Popliteal fossa pain (n=58)	Popliteal fossa pain (n=45)	P - value
Physical functioning (mean ± SD)	92.8 ± 15.0	86.3 ± 13.0	<b>0.020</b>
Role-Physical (mean ± SD)	90.7 ± 17.7	82.0 ± 17.6	<b>0.014</b>
Bodily Pain (mean ± SD)	87.3 ± 19.3	76.7 ± 20.3	<b>0.009</b>
General Health (mean ± SD)	84.3 ± 15.2	78.2 ± 19.5	0.087

Vitality (mean ± SD)	64.7 ± 10.7	59.1 ± 13.7	<b>0.028</b>
Social Functioning (mean ± SD)	93.1 ± 17.1	90 ± 16.1	0.347
Role-Emotional (mean ± SD)	90.7 ± 17.9	82.8 ± 21.6	0.052
Mental Health (mean ± SD)	73.2 ± 11.0	69.6 ± 12.7	0.137

Table 18: Popliteal fossa pain, SF-36

The data from Table 18 is presented in Figure 12. Only the significant differences between patients with and without pain in the popliteal fossa were shown.

Figure 12: Popliteal fossa pain, SF-36





## 4.5 Psychological Influence on the Correlation between Pain and Function

The pain intensity (NRS, total) was examined for correlations with the functional parameters (IKDC, TAS, Lysholm score). Each of the functional parameters showed a significant correlation with pain intensity.

Patients with more severe pain scored correspondingly lower on the "IKDC, total score" ( $r = -.741$ ,  $p = <.001$ ), "Lysholm score" ( $r = -.681$ ,  $p = <.001$ ), "TAS, tdc" ( $r = -.422$ ,  $p = <.001$ ) and the "TAS, difference" ( $r = -.262$ ,  $p = .007$ ).

These correlations were then tested for mediation by the psychological parameters (FESS, TSK, PCS) using partial correlations (Table 19).

Correlations		Mediator
NRS, total	IKDC, total score	-
NRS, total	Lysholm Score	-
NRS, total	TAS, tdc	FESS, TSK
NRS, total	TAS, difference	FESS

Table 19: Association of pain and function, mediators

The FESS significantly mediated the correlations of "NRS, total" and "TAS, tdc" ( $r = -.184$ ,  $p = .064$ ) and "NRS, total" and "TAS, difference" ( $r = -.063$ ,  $p = .528$ ). The TSK mediated the correlations between the "NRS, total" and the "TAS, difference" ( $r = -.081$ ,  $p = .421$ ). The PCS did not mediate any of the correlations.

Figure 13 shows the correlation between knee pain intensity and knee function measured with the IKDC. This correlation was not mediated by any of the psychological parameters (FESS, TSK, PCS).

Figure 13: Correlation between pain and IKDC

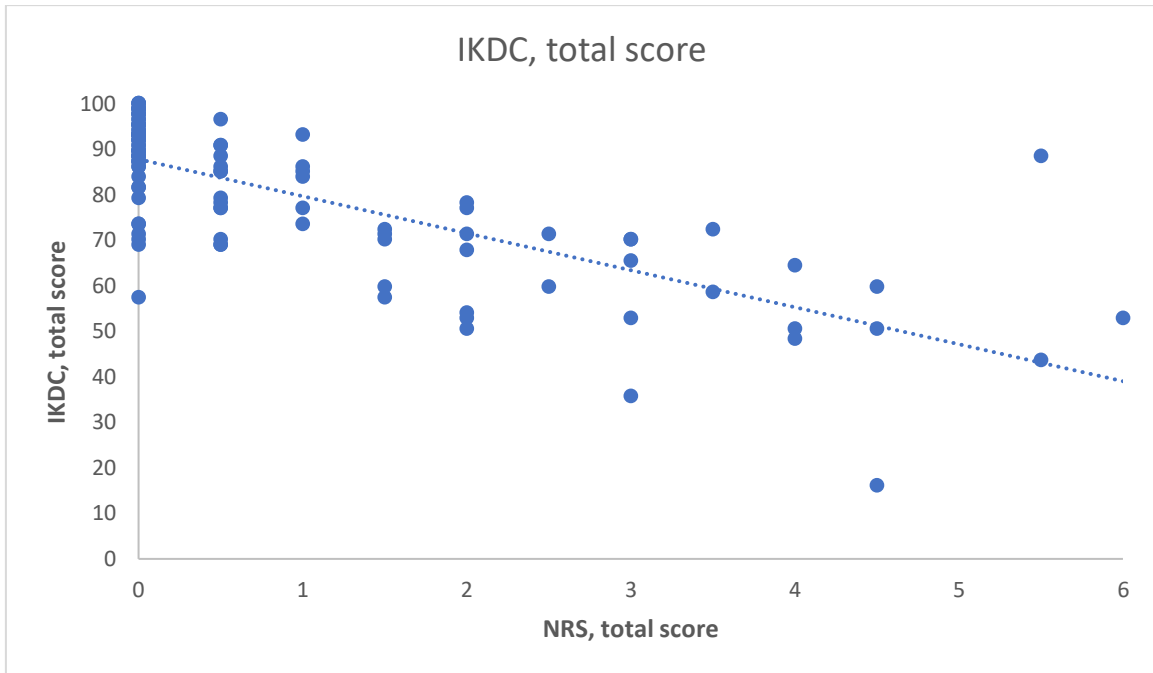
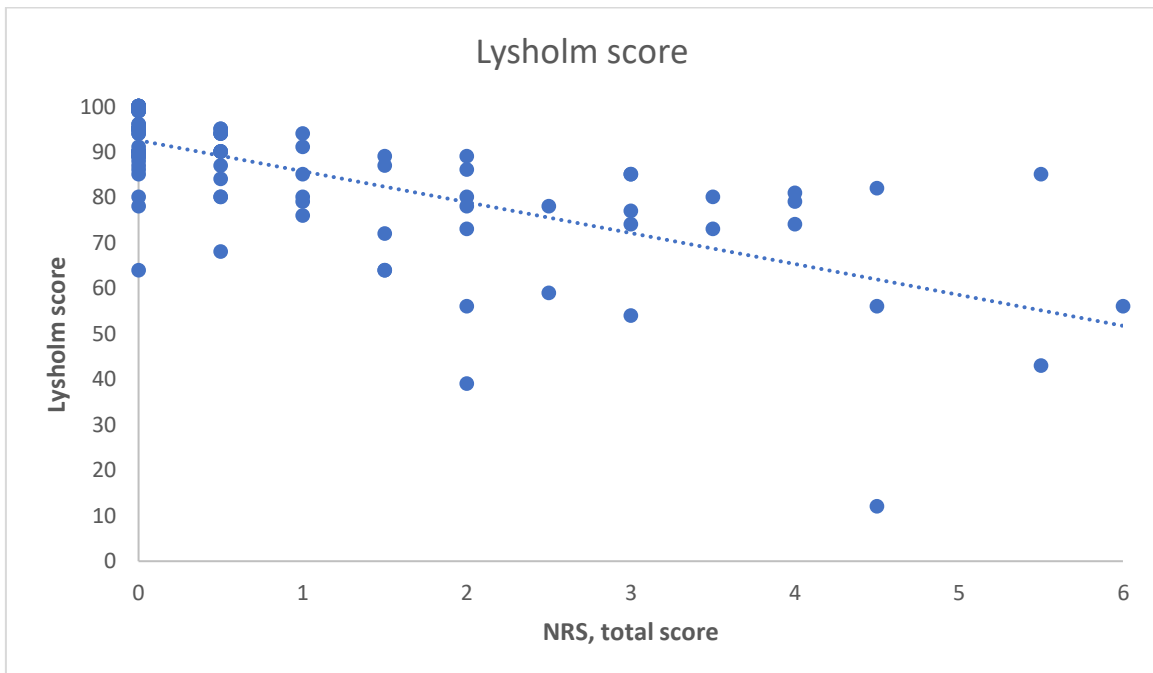


Figure 14 depicts the correlation between knee pain intensity and knee function as measured by the Lysholm score. This correlation was not mediated by any of the psychological parameters (FESS, TSK, PCS).

Figure 14: Correlation between pain and Lysholm score



## 4.6 Psychological Influence on the Correlation between Quality of Life and Pain/Function

The QoL (SF-36) measured by the MCS\* and PCS\* was examined for correlations with the knee pain intensity (NRS\_total) and the functional parameters (IKDC, TAS, Lysholm score). The significant correlations were then tested for mediation by the psychological parameters (FESS, TSK, PCS) using partial analysis.

There were the following significant correlations with the MCS\*:

- Positive correlation between MCS\* and NRS\_total ( $r = .216$ ,  $p = .028$ ).
- Negative correlation between MCS\* and IKDC ( $r = -.283$ ,  $p = .004$ )
- Negative correlation between MCS\* and TAS\_difference ( $r = -.237$ ,  $p = .016$ )
- Negative correlation between MCS\* and Lysholm score ( $r = -.248$ ,  $p = .012$ )

There were the following significant correlations with the PCS\*:

- Negative correlation between PCS\* and NRS\_total ( $r = -.709$ ,  $p = .000$ ).
- Positive correlation between PCS\* and IKDC ( $r = .839$ ,  $p = .000$ )
- Positive correlation between PCS\* and TAS\_difference ( $r = .413$ ,  $p = .000$ )
- Positive correlation between PCS\* and Lysholm score ( $r = .864$ ,  $p = .000$ )

The partial analyses showed that none of the above correlations were mediated by psychological parameters (FESS, TSK, PCS). Due to the non-sensible correlations of MCS\* with pain/function, a regression analysis was performed to reevaluate the results.

In the multiple linear regression analysis, only a small percentage of the MCS\* could be explained by the functional parameters and pain intensity ( $F(4, 98) = 2.68$ ,  $p = .036$ ,  $R^2 = .062$ ). None of the variables showed a significant influence on the MCS\* in the model.

The PCS\* could be explained to a high percentage by the functional parameters and the pain intensity in the multiple linear regression analysis ( $F(4, 98) = 97.34$ ,  $p = .000$ ,  $R^2 = .791$ ). Each of the variables showed a significant influence on the PCS\* in the model.

## 5 Discussion

This study is one of the first to classify and locate postoperative knee pain after arthroscopic ACLR. Furthermore, its effects on function and QoL were investigated, taking patients' psychological state into account. Previous studies on knee pain after ACLR have mainly focused on the prevalence, incidence and causes of AKP, but pain sensations have never been classified or localized more precisely in the long term.

AKP is one of the most common complications after ACLR (7). It occurs more frequently with BPTB grafts and has been associated with the graft harvest site in the past (8, 10-14). However, AKP is also a common postoperative complication with other autografts such as HT grafts (8). The existing literature lacks a more detailed description and classification of postoperative knee pain. The terminology used for postoperative knee pain after ACLR varies. Most studies refer to postoperative pain conditions as anterior knee pain (AKP), others as patellofemoral pain or knee pain with no further descriptive term (15, 116). In our study, we show that there are specific chronic pain areas after arthroscopic ACLR in the long term. Furthermore, we were able to show that pain in certain anatomical regions, even if the average pain intensity is low, has a significant negative impact on patients' knee function and QoL.

In the literature, the prevalence of AKP is estimated at 5-19% (8, 17-19). However, data on the prevalence varies widely (8, 63). This could also be explained by the different lengths of follow-up. According to previous studies, the prevalence of AKP decreases during the postoperative period (15, 16). In our study, the prevalence of AKP alone was close to 70% (Knee anterior) with a mean follow-up of 3.1 years. Despite the long follow-up time, most patients were subjectively affected by chronic pain sensations, although the pain intensity was low on average. The mean pain intensity in the study population was 1.0 out of 10 on the numerical rating scale (NRS\_total). On average, the study population showed good results in the subjective functional outcome scores (IKDC, TAS, Lysholm score) and the QoL (SF-36), which indicates a generally satisfactory surgical outcome. The QoL measured

by the SF-36 showed above-average results in almost all domains in the study population compared to the US normal population (Figure 4). However, due to cultural and geographical differences in the comparison groups, the results must be viewed with caution.

With this study we were able to show for the first time that chronic postoperative pain after ACLR occurs more frequently in certain anatomical regions. To the best of our knowledge, Vasconcelos et al. were the only ones so far to go into more detail about the localization of these chronic pain sensations after ACLR (9). They explored the gross anatomical localization of AKP after ACLR comparing HT autografts and BPTB autografts at a mean follow-up of 28 months. In our study, a precise classification into anatomical areas and regions was made. The pain sensations occurred mainly in the medial knee joint (61.2%) and in the popliteal fossa (43.7%). The prevalence of pain in the remaining anatomical regions was < 20% (Figure 8). These regions were not considered for further investigation. Medial knee joint pain occurred more often in male patients and patients with coherent medial meniscus damage or subsequent surgery. Pain sensations in the popliteal fossa was more common in men and in young patients. Patients with pain in one of the two regions expressed significantly worse subjective functional outcomes (IKDC, TAS, Lysholm score), as well as significantly lower outcomes in certain subdomains of the SF-36, even if the mean pain intensity was low. Vasconcelos et al. came to similar conclusions in their study (9). However, they reported higher mean pain scores with a mean pain intensity of 2.9 out of 10 in the numerical rating scale and a lower prevalence of 28% in their study population.

It is known that the psychological constitution contributes significantly to recovery (76-78). Psychological factors such as kinesiophobia, pain-catastrophizing or patient self-efficacy influence the outcome after surgery in the postoperative course (20-22). In our study population, patients with medial knee joint pain or popliteal pain showed significantly increased levels of kinesiophobia compared to the rest of the study population. This could be exacerbated or triggered by the chronic complaints and in turn have a negative impact on the overall knee function and QoL. Furthermore, we investigated whether the association between function and pain intensity in our study population was mediated by these psychological factors. We

demonstrated that the level of RTS (TAS\_tdc) was mediated by self-efficacy (FESS) and kinesiophobia (TSK). The association between pain and function, measured with the IKDC and Lysholm score, was independent of psychological factors. We were also able to show that the association between QoL and pain/function is not mediated by psychological factors. In our calculations, however, inconclusive correlations with the MCS\* were missing.

## **5.1 Limitations and Strengths**

A major limitation of our study is the heterogeneity of our study population. Many of the patients also had concomitant injuries at the time of surgery on the affected knee joint. These were individually treated during surgery. In addition, the patients were operated on by different surgeons with different grafts. Some patients already had untreated re-ruptures at the TDC or had already had several operations on the affected knee.

Another limitation is the retrospective bias in the data collection. The patients' operations often took place several years ago and the assessment of their condition at that time could be biased. To better assess the QoL of patients' after ACLR, a more homogenous comparison group would have been needed.

One of the most considerable strengths of our study is that it is the first prospective observational study to classify and localize chronic knee pain after arthroscopic ACLR in more detail. In addition, we investigated whether the relationship between chronic pain sensations and subjective functional outcome and QoL is mediated by psychological factors for the first time. Another strength is the above-average length of the mean follow-up time, which provides further insights into the long-term outcome after arthroscopic ACLR.

## **5.2 Conclusion**

This study is the first to show that chronic postoperative knee pain after arthroscopic ACLR occurs more frequently in the medial knee joint and the popliteal fossa. Chronic pain sensations occur more often than assumed in previous literature and, despite relatively low pain intensity, have a significant effect on the subjective functional outcome as well as on the patients' QoL. The negative correlation

between chronic pain and functional outcome (IKDC, Lysholm score) cannot be explained by psychological factors such as kinesiophobia, self-efficacy or pain-catastrophizing. Due to the impact of chronic pain sensations on long-term outcome after arthroscopic ACLR, future studies should further address the prevalence and origin of these chronic pain sensations to further improve the quality of surgical care.

## 6 References

1. Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus LernAtlas der Anatomie. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. 4 ed. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag; 2014. xv, 613 p.
2. Ardern CL, Sonesson S, Forssblad M, Kvist J. Comparison of patient-reported outcomes among those who chose ACL reconstruction or non-surgical treatment. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2017;27(5):535-44.
3. Chambat P, Guier C, Sonnery-Cottet B, Fayard JM, Thaunat M. The evolution of ACL reconstruction over the last fifty years. *Int Orthop*. 2013;37(2):181-6.
4. Schindler OS. Surgery for anterior cruciate ligament deficiency: a historical perspective. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2012;20(1):5-47.
5. Conteduca F, Caperna L, Ferretti A, Iorio R, Civitenga C, Ponzio A. Knee stability after anterior cruciate ligament reconstruction in patients older than forty years: comparison between different age groups. *Int Orthop*. 2013;37(11):2265-9.
6. Toanen C, Demey G, Ntagiopoulos PG, Ferrua P, Dejour D. Is There Any Benefit in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Patients Older Than 60 Years? *Am J Sports Med*. 2017;45(4):832-7.
7. Rousseau R, Labruyere C, Kajetanek C, Deschamps O, Makridis KG, Djian P. Complications After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Their Relation to the Type of Graft: A Prospective Study of 958 Cases. *Am J Sports Med*. 2019;47(11):2543-9.
8. Marques FDS, Barbosa PHB, Alves PR, Zelada S, Nunes R, de Souza MR, et al. Anterior Knee Pain After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Orthop J Sports Med*. 2020;8(10):2325967120961082.
9. Vasconcelos W, Santos C, Ferracini AM, Dejour D. INFLUENCE OF ANTERIOR PAIN ON RESULTS FROM ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT RECONSTRUCTION. *Rev Bras Ortop*. 2011;46(1):40-4.
10. Kartus J, Ejerhed L, Sernert N, Brandsson S, Karlsson J. Comparison of traditional and subcutaneous patellar tendon harvest. A prospective study of donor site-related problems after anterior cruciate ligament reconstruction using different graft harvesting techniques. *Am J Sports Med*. 2000;28(3):328-35.
11. Poehling-Monaghan KL, Salem H, Ross KE, Secrist E, Ciccotti MC, Tjoumakaris F, et al. Long-Term Outcomes in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review of Patellar Tendon Versus Hamstring Autografts. *Orthop J Sports Med*. 2017;5(6):2325967117709735.
12. Li S, Su W, Zhao J, Xu Y, Bo Z, Ding X, et al. A meta-analysis of hamstring autografts versus bone-patellar tendon-bone autografts for reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Knee*. 2011;18(5):287-93.
13. Spindler KP, Kuhn JE, Freedman KB, Matthews CE, Dittus RS, Harrell FE, Jr. Anterior cruciate ligament reconstruction autograft choice: bone-tendon-bone versus hamstring: does it really matter? A systematic review. *Am J Sports Med*. 2004;32(8):1986-95.
14. Tan SHS, Lau BPH, Krishna L. Outcomes of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Females Using Patellar-Tendon-Bone versus Hamstring Autografts: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Knee Surg*. 2019;32(8):770-87.



15. Janani G, Suresh P, Prakash A, Parthiban J, Anand K, Arumugam S. Anterior knee pain in ACL reconstruction with BPTB graft - Is it a myth? Comparative outcome analysis with hamstring graft in 1,250 patients. *J Orthop.* 2020;22:408-13.
16. Kovindha K, Ganokroj P, Lertwanich P, Vanadurongwan B. Quantifying anterior knee pain during specific activities after using the bone-patellar tendon-bone graft for arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Asia Pac J Sports Med Arthrosc Rehabil Technol.* 2019;15:6-12.
17. Aglietti P, Buzzi R, D'Andria S, Zaccherotti G. Patellofemoral problems after intraarticular anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Orthop Relat Res.* 1993(288):195-204.
18. Sachs RA, Daniel DM, Stone ML, Garfein RF. Patellofemoral problems after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 1989;17(6):760-5.
19. Niki Y, Matsumoto H, Hakozaki A, Kanagawa H, Toyama Y, Suda Y. Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction using bone-patellar tendon-bone and gracilis tendon graft: a comparative study with 2-year follow-up results of semitendinosus tendon grafts alone or semitendinosus-gracilis tendon grafts. *Arthroscopy.* 2011;27(9):1242-51.
20. Tichonova A, Rimdeikienė I, Petruševičienė D, Lendraitienė E. The relationship between pain catastrophizing, kinesiophobia and subjective knee function during rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction and meniscectomy: A pilot study. *Medicina (Kaunas).* 2016;52(4):229-37.
21. Brand E, Nyland J. Patient outcomes following anterior cruciate ligament reconstruction: the influence of psychological factors. *Orthopedics.* 2009;32(5):335.
22. Chmielewski TL, Jones D, Day T, Tillman SM, Lentz TA, George SZ. The association of pain and fear of movement/reinjury with function during anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38(12):746-53.
23. Platzer W. *Taschenatlas Anatomie. Band 1 Bewegungsapparat.* 11 ed. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag; 2013. xii, 467 p.
24. Hassebrock JD, Gulbrandsen MT, Asprey WL, Makovicka JL, Chhabra A. Knee Ligament Anatomy and Biomechanics. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2020;28(3):80-6.
25. Fink C, Smigielski R, Siebold R, Abermann E, Herbort M. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using a Ribbon-Like Graft With a C-Shaped Tibial Bone Tunnel. *Arthrosc Tech.* 2020;9(2):e247-e62.
26. Śmigielski R, Zdanowicz U, Drwięga M, Ciszek B, Williams A. The anatomy of the anterior cruciate ligament and its relevance to the technique of reconstruction. *Bone Joint J.* 2016;98-b(8):1020-6.
27. Asai K, Nakase J, Oshima T, Shimozaki K, Yoshimizu R, Tsuchiya H. Partial resection of the infrapatellar fat pad during anterior cruciate ligament reconstruction has no effect on clinical outcomes including anterior knee pain. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2020;140(11):1751-7.
28. Sabat D, Kumar V. Nerve injury during hamstring graft harvest: a prospective comparative study of three different incisions. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(9):2089-95.
29. Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA, Bahr R, Beynon BD, Demaio M, et al. Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. *Am J Sports Med.* 2006;34(9):1512-32.

30. Deehan DJ, Cawston TE. The biology of integration of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87(7):889-95.
31. Kiapour AM, Demetropoulos CK, Kiapour A, Quatman CE, Wordeman SC, Goel VK, et al. Strain Response of the Anterior Cruciate Ligament to Uniplanar and Multiplanar Loads During Simulated Landings: Implications for Injury Mechanism. *Am J Sports Med.* 2016;44(8):2087-96.
32. Kim SY, Spritzer CE, Utturkar GM, Toth AP, Garrett WE, DeFrate LE. Knee Kinematics During Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury as Determined From Bone Bruise Location. *Am J Sports Med.* 2015;43(10):2515-21.
33. Oh JY, Kim KT, Park YJ, Won HC, Yoo JI, Moon DK, et al. Biomechanical comparison of single-bundle versus double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a meta-analysis. *Knee Surg Relat Res.* 2020;32(1):14.
34. Dandy DJ, Flanagan JP, Steenmeyer V. Arthroscopy and the management of the ruptured anterior cruciate ligament. *Clin Orthop Relat Res.* 1982(167):43-9.
35. Bray RC, Dandy DJ. Comparison of arthroscopic and open techniques in carbon fibre reconstruction of the anterior cruciate ligament: long-term follow-up after 5 years. *Arthroscopy.* 1987;3(2):106-10.
36. DeHaven KE. Arthroscopy in the diagnosis and management of the anterior cruciate ligament deficient knee. *Clin Orthop Relat Res.* 1983(172):52-6.
37. Hardin GT, Bach BR, Jr., Bush-Joseph CA, Farr J. Endoscopic single-incision anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon autograft: surgical technique. 1992 [classical article]. *J Knee Surg.* 2003;16(3):135-44; discussion 45-7.
38. Behrendt S, Richter J. Anterior cruciate ligament reconstruction: drilling a femoral posterolateral tunnel cannot be accomplished using an over-the-top step-off drill guide. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18(9):1252-6.
39. Fu FH, Karlsson J. A long journey to be anatomic. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18(9):1151-3.
40. Kopf S, Forsythe B, Wong AK, Tashman S, Anderst W, Irrgang JJ, et al. Nonanatomic tunnel position in traditional transtibial single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction evaluated by three-dimensional computed tomography. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92(6):1427-31.
41. Garofalo R, Mouhsine E, Chambat P, Siegrist O. Anatomic anterior cruciate ligament reconstruction: the two-incision technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14(6):510-6.
42. Gill TJ, Steadman JR. Anterior cruciate ligament reconstruction the two-incision technique. *Orthop Clin North Am.* 2002;33(4):727-35, vii.
43. Baawa-Ameyaw J, Plastow R, Begum FA, Kayani B, Jeddy H, Haddad F. Current concepts in graft selection for anterior cruciate ligament reconstruction. *EFORT Open Rev.* 2021;6(9):808-15.
44. Murawski CD, van Eck CF, Irrgang JJ, Tashman S, Fu FH. Operative treatment of primary anterior cruciate ligament rupture in adults. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96(8):685-94.
45. Mouarbes D, Menetrey J, Marot V, Courtot L, Berard E, Cavaignac E. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis of Outcomes for Quadriceps Tendon Autograft Versus Bone-Patellar Tendon-Bone and Hamstring-Tendon Autografts. *Am J Sports Med.* 2019;47(14):3531-40.
46. Maletis GB, Chen J, Inacio MC, Funahashi TT. Age-Related Risk Factors for Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Cohort Study of 21,304

Patients From the Kaiser Permanente Anterior Cruciate Ligament Registry. *Am J Sports Med.* 2016;44(2):331-6.

47. Kraeutler MJ, Bravman JT, McCarty EC. Bone-patellar tendon-bone autograft versus allograft in outcomes of anterior cruciate ligament reconstruction: a meta-analysis of 5182 patients. *Am J Sports Med.* 2013;41(10):2439-48.

48. Smolle MA, Fischerauer SF, Zötsch S, Kiegerl AV, Sadoghi P, Gruber G, et al. Long-term outcomes of surgery using the Ligament Advanced Reinforcement System as treatment for anterior cruciate ligament tears. *Bone Joint J.* 2022;104-b(2):242-8.

49. Abram SGF, Judge A, Beard DJ, Price AJ. Rates of Adverse Outcomes and Revision Surgery After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Study of 104,255 Procedures Using the National Hospital Episode Statistics Database for England, UK. *Am J Sports Med.* 2019;47(11):2533-42.

50. Filardo G, de Caro F, Andriolo L, Kon E, Zaffagnini S, Marcacci M. Do cartilage lesions affect the clinical outcome of anterior cruciate ligament reconstruction? A systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(10):3061-75.

51. Pedersen M, Johnson JL, Grindem H, Magnusson K, Snyder-Mackler L, Risberg MA. Meniscus or Cartilage Injury at the Time of Anterior Cruciate Ligament Tear Is Associated With Worse Prognosis for Patient-Reported Outcome 2 to 10 Years After Anterior Cruciate Ligament Injury: A Systematic Review. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2020;50(9):490-502.

52. Tan SH, Lau BP, Khin LW, Lingaraj K. The Importance of Patient Sex in the Outcomes of Anterior Cruciate Ligament Reconstructions: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2016;44(1):242-54.

53. Corona K, Ronga M, Morris BJ, Tamini J, Zappalà G, Cherubino M, et al. Comparable clinical and functional outcomes after anterior cruciate ligament reconstruction over and under 40 years of age. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2020;28(6):1932-45.

54. Ferguson D, Palmer A, Khan S, Oduoza U, Atkinson H. Early or delayed anterior cruciate ligament reconstruction: Is one superior? A systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2019;29(6):1277-89.

55. Davis JC, Bryan S. Patient Reported Outcome Measures (PROMs) have arrived in sports and exercise medicine: Why do they matter? *Br J Sports Med.* 2015;49(24):1545-6.

56. Ellman MB, Sherman SL, Forsythe B, LaPrade RF, Cole BJ, Bach BR, Jr. Return to play following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Am Acad Orthop Surg.* 2015;23(5):283-96.

57. Graziano J, Chiaia T, de Mille P, Nawabi DH, Green DW, Cordasco FA. Return to Sport for Skeletally Immature Athletes After ACL Reconstruction: Preventing a Second Injury Using a Quality of Movement Assessment and Quantitative Measures to Address Modifiable Risk Factors. *Orthop J Sports Med.* 2017;5(4):2325967117700599.

58. Lynch AD, Logerstedt DS, Grindem H, Eitzen I, Hicks GE, Axe MJ, et al. Consensus criteria for defining 'successful outcome' after ACL injury and reconstruction: a Delaware-Oslo ACL cohort investigation. *Br J Sports Med.* 2015;49(5):335-42.

59. Ardern CL, Webster KE, Taylor NF, Feller JA. Return to the preinjury level of competitive sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery: two-thirds

of patients have not returned by 12 months after surgery. *Am J Sports Med.* 2011;39(3):538-43.

60. Agarwalla A, Puzzitiello RN, Liu JN, Cvetanovich GL, Gowd AK, Verma NN, et al. Timeline for Maximal Subjective Outcome Improvement After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med.* 2019;47(10):2501-9.

61. Makhni EC, Padaki AS, Petridis PD, Steinhaus ME, Ahmad CS, Cole BJ, et al. High Variability in Outcome Reporting Patterns in High-Impact ACL Literature. *J Bone Joint Surg Am.* 2015;97(18):1529-42.

62. Nwachukwu BU, Hamid KS, Bozic KJ. Measuring Value in Orthopaedic Surgery. *JBJS Rev.* 2013;1(1).

63. Kanamoto T, Tanaka Y, Yonetani Y, Kita K, Amano H, Kusano M, et al. Anterior knee symptoms after double-bundle ACL reconstruction with hamstring tendon autografts: an ultrasonographic and power Doppler investigation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(11):3324-9.

64. Aglietti P, Giron F, Buzzi R, Biddau F, Sasso F. Anterior cruciate ligament reconstruction: bone-patellar tendon-bone compared with double semitendinosus and gracilis tendon grafts. A prospective, randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86(10):2143-55.

65. Shelbourne KD, Trumper RV. Preventing anterior knee pain after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 1997;25(1):41-7.

66. Järvelä T, Kannus P, Järvinen M. Anterior knee pain 7 years after an anterior cruciate ligament reconstruction with a bone-patellar tendon-bone autograft. *Scand J Med Sci Sports.* 2000;10(4):221-7.

67. Condouret J, Cohn J, Ferret J, Lemonsu A, Vasconcelos W, Dejour D, et al. Isokinetic assessment with two years follow-up of anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon or hamstring tendons. *Revue de chirurgie orthopedique et reparatrice de l'appareil moteur.* 2008;94(8 Suppl):375-82.

68. Natri A, Järvinen M, Latvala K, Kannus P. Isokinetic muscle performance after anterior cruciate ligament surgery. Long-term results and outcome predicting factors after primary surgery and late-phase reconstruction. *Int J Sports Med.* 1996;17(3):223-8.

69. Weiss R, Re L, Rintz K. Incidence of anterior knee pain after treatment for anterior cruciate ligament rupture. *Arthroscopy.* 1993;9(1):366-7.

70. Kartus J, Movin T, Karlsson J. Donor-site morbidity and anterior knee problems after anterior cruciate ligament reconstruction using autografts. *Arthroscopy.* 2001;17(9):971-80.

71. Zaffagnini S, Marcacci M, Lo Presti M, Giordano G, Iacono F, Neri MP. Prospective and randomized evaluation of ACL reconstruction with three techniques: a clinical and radiographic evaluation at 5 years follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14(11):1060-9.

72. Bertram C, Porsch M, Hackenbroch MH, Terhaag D. Saphenous neuralgia after arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction with a semitendinosus and gracilis tendon graft. *Arthroscopy.* 2000;16(7):763-6.

73. Pinar H, Ozkan M, Akseki D, Yörükoğlu K. Traumatic prepatellar neuroma: an unusual cause of anterior knee pain. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1996;4(3):154-6.

74. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. Return-to-sport outcomes at 2 to 7 years after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Am J Sports Med.* 2012;40(1):41-8.

75. Ardern CL, Webster KE, Taylor NF, Feller JA. Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and meta-analysis of the state of play. *Br J Sports Med.* 2011;45(7):596-606.
76. Beynon BD, Johnson RJ, Abate JA, Fleming BC, Nichols CE. Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part I. *Am J Sports Med.* 2005;33(10):1579-602.
77. Kvist J, Gillquist J. Sagittal plane knee translation and electromyographic activity during closed and open kinetic chain exercises in anterior cruciate ligament-deficient patients and control subjects. *Am J Sports Med.* 2001;29(1):72-82.
78. Mikkelsen C, Werner S, Eriksson E. Closed kinetic chain alone compared to combined open and closed kinetic chain exercises for quadriceps strengthening after anterior cruciate ligament reconstruction with respect to return to sports: a prospective matched follow-up study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000;8(6):337-42.
79. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Whitehead TS, Webster KE. Psychological responses matter in returning to preinjury level of sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Am J Sports Med.* 2013;41(7):1549-58.
80. Everhart JS, Best TM, Flanagan DC. Psychological predictors of anterior cruciate ligament reconstruction outcomes: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(3):752-62.
81. Webster KE, Nagelli CV, Hewett TE, Feller JA. Factors Associated With Psychological Readiness to Return to Sport After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Surgery. *Am J Sports Med.* 2018;46(7):1545-50.
82. Ardern CL, Österberg A, Tagesson S, Gauffin H, Webster KE, Kvist J. The impact of psychological readiness to return to sport and recreational activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med.* 2014;48(22):1613-9.
83. Ardern CL. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction-Not Exactly a One-Way Ticket Back to the Preinjury Level: A Review of Contextual Factors Affecting Return to Sport After Surgery. *Sports Health.* 2015;7(3):224-30.
84. Czuppon S, Racette BA, Klein SE, Harris-Hayes M. Variables associated with return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2014;48(5):356-64.
85. Theunissen W, van der Steen MC, Liu WY, Janssen RPA. Timing of anterior cruciate ligament reconstruction and preoperative pain are important predictors for postoperative kinesiophobia. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2020;28(8):2502-10.
86. Sullivan MJ, Thorn B, Haythornthwaite JA, Keefe F, Martin M, Bradley LA, et al. Theoretical perspectives on the relation between catastrophizing and pain. *Clin J Pain.* 2001;17(1):52-64.
87. Sturgeon JA, Zautra AJ. Psychological resilience, pain catastrophizing, and positive emotions: perspectives on comprehensive modeling of individual pain adaptation. *Curr Pain Headache Rep.* 2013;17(3):317.
88. Flink IL, Boersma K, Linton SJ. Pain catastrophizing as repetitive negative thinking: a development of the conceptualization. *Cogn Behav Ther.* 2013;42(3):215-23.
89. Quartana PJ, Campbell CM, Edwards RR. Pain catastrophizing: a critical review. *Expert Rev Neurother.* 2009;9(5):745-58.
90. Leeuw M, Goossens ME, Linton SJ, Crombez G, Boersma K, Vlaeyen JW. The fear-avoidance model of musculoskeletal pain: current state of scientific evidence. *J Behav Med.* 2007;30(1):77-94.

91. George SZ, Lentz TA, Zeppieri G, Lee D, Chmielewski TL. Analysis of shortened versions of the Tampa scale for kinesiophobia and pain catastrophizing scale for patients after anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin J Pain*. 2012;28(1):73-80.
92. Tripp DA, Stanish WD, Reardon G, Coady C, Sullivan MJ. Comparing Postoperative Pain Experiences of the Adolescent and Adult Athlete After Anterior Cruciate Ligament Surgery. *J Athl Train*. 2003;38(2):154-7.
93. Bandura A. Comments on the crusade against the causal efficacy of human thought. *J Behav Ther Exp Psychiatry*. 1995;26(3):179-90.
94. Bandura A. Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychol Rev*. 1977;84(2):191-215.
95. Thomeé P, Währborg P, Börjesson M, Thomeé R, Eriksson BI, Karlsson J. Self-efficacy of knee function as a pre-operative predictor of outcome 1 year after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2008;16(2):118-27.
96. Beischer S, Hamrin Senorski E, Thomeé C, Samuelsson K, Thomeé R. How Is Psychological Outcome Related to Knee Function and Return to Sport Among Adolescent Athletes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction? *Am J Sports Med*. 2019;47(7):1567-75.
97. Hamrin Senorski E, Samuelsson K, Thomeé C, Beischer S, Karlsson J, Thomeé R. Return to knee-strenuous sport after anterior cruciate ligament reconstruction: a report from a rehabilitation outcome registry of patient characteristics. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017;25(5):1364-74.
98. Crossman J. Psychological rehabilitation from sports injuries. *Sports Med*. 1997;23(5):333-9.
99. Irrgang JJ, Anderson AF, Boland AL, Harner CD, Kurosaka M, Neyret P, et al. Development and validation of the international knee documentation committee subjective knee form. *Am J Sports Med*. 2001;29(5):600-13.
100. Grevnerts HT, Terwee CB, Kvist J. The measurement properties of the IKDC-subjective knee form. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015;23(12):3698-706.
101. Higgins LD, Taylor MK, Park D, Ghodadra N, Marchant M, Pietrobon R, et al. Reliability and validity of the International Knee Documentation Committee (IKDC) Subjective Knee Form. *Joint Bone Spine*. 2007;74(6):594-9.
102. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res*. 1985(198):43-9.
103. Wirth B, Meier N, Koch PP, Swanenburg J. [Development and evaluation of a German version of the Tegner activity scale for measuring outcome after anterior cruciate ligament injury]. *Sportverletz Sportschaden*. 2013;27(1):21-7.
104. Briggs KK, Lysholm J, Tegner Y, Rodkey WG, Kocher MS, Steadman JR. The reliability, validity, and responsiveness of the Lysholm score and Tegner activity scale for anterior cruciate ligament injuries of the knee: 25 years later. *Am J Sports Med*. 2009;37(5):890-7.
105. Hjermstad MJ, Fayers PM, Haugen DF, Caraceni A, Hanks GW, Loge JH, et al. Studies comparing Numerical Rating Scales, Verbal Rating Scales, and Visual Analogue Scales for assessment of pain intensity in adults: a systematic literature review. *J Pain Symptom Manage*. 2011;41(6):1073-93.
106. Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sports Med*. 1982;10(3):150-4.

107. Wirth B, Liffert F, de Bruin ED. [Development and evaluation of a German version of the Lysholm score for measuring outcome after anterior cruciate ligament injuries]. *Sportverletz Sportschaden*. 2011;25(1):37-43.
108. Nicholas MK. The pain self-efficacy questionnaire: Taking pain into account. *Eur J Pain*. 2007;11(2):153-63.
109. Mangels M, Schwarz S, Sohr G, Holme M, Rief W. Der Fragebogen zur Erfassung der schmerzspezifischen Selbstwirksamkeit (FESS). *Diagnostica*. 2009;55(2):84-93.
110. Rusu AC, Kreddig N, Hallner D, Hülsebusch J, Hasenbring MI. Fear of movement/(Re)injury in low back pain: confirmatory validation of a German version of the Tampa Scale for Kinesiophobia. *BMC Musculoskelet Disord*. 2014;15:280.
111. Sullivan M, Bishop S, Pivik J. The Pain Catastrophizing Scale: Development and validation. *Psychological Assessment*. 1995;7:524-32.
112. Meyer K, Sprott H, Mannion AF. Cross-cultural adaptation, reliability, and validity of the German version of the Pain Catastrophizing Scale. *J Psychosom Res*. 2008;64(5):469-78.
113. Brazier JE, Harper R, Jones NM, O'Cathain A, Thomas KJ, Usherwood T, et al. Validating the SF-36 health survey questionnaire: new outcome measure for primary care. *Bmj*. 1992;305(6846):160-4.
114. Ware JE, Jr. SF-36 health survey update. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;25(24):3130-9.
115. Lins L, Carvalho FM. SF-36 total score as a single measure of health-related quality of life: Scoping review. *SAGE Open Med*. 2016;4:2050312116671725.
116. Culvenor AG, Collins NJ, Vicenzino B, Cook JL, Whitehead TS, Morris HG, et al. Predictors and effects of patellofemoral pain following hamstring-tendon ACL reconstruction. *J Sci Med Sport*. 2016;19(7):518-23.

## 7 Appendix – Letter, Template Telephone, Informed Consent, Questionnaires (RedCap)

### 7.1 Letter



Sehr geehrter Herr/Frau \_\_\_\_\_,

im Rahmen eines Forschungsprojekts der Medizinischen Universität Graz wird Ihnen die Möglichkeit zur Teilnahme an einer Studie, Thema „Postoperative Schmerzen nach arthroskopischer vorderer Kreuzbandrekonstruktion“ nach erfolgter chirurgischer Versorgung, geboten.

Das Ziel dieser Studie ist es, die Häufigkeit von Schmerzen im Kniegelenksbereich nach arthroskopischer vorderer Kreuzbandrekonstruktion zu ermitteln. Weiters sollen die Schmerzen/Beschwerden näher beschrieben und lokalisiert werden. Außerdem werden die Auswirkungen der Schmerzen/Beschwerden auf die Funktion Ihres Kniegelenks und Ihre Lebensqualität ermittelt.

Gesucht werden:

**Frauen und Männer bei welchen am LKH Graz im Zeitraum von März 2010 bis zum August 2019 das vordere Kreuzband arthroskopisch operiert wurde.**

Da Sie im gegebenen Zeitraum solch eine Operation hatten, würden Sie in diese Patientengruppe fallen. Aus diesem Grund erlauben wir uns, Sie zur Teilnahme an dieser Studie einzuladen.

Bei Interesse bitten wir Sie uns kurz per E-Mail an [florian.falb@stud.medunigraz.at](mailto:florian.falb@stud.medunigraz.at) Ihren vollständigen Namen zu senden. Sie erhalten daraufhin eine E-Mail zur Aufklärung und Zustimmung (bitte überprüfen Sie auch den Spam-Ordner). Wenn Sie der Teilnahme offiziell zugestimmt haben, erhalten Sie umgehend den Fragebogen ebenfalls per E-Mail zugesandt. Der Fragebogen kann ungezwungen, ohne zeitliche und räumliche Bindung ausgefüllt werden. Insgesamt sollte ein **Zeitaufwand von ca. 15 Minuten** eingeplant werden.

Durch die Teilnahme an der Studie könnte eine Häufung von gewissen Schmerzen/Beschwerden nach arthroskopischer Kreuzbandrekonstruktion nachgewiesen werden. Diese Erkenntnisse könnten die präoperative Aufklärung verbessern und dazu dienen mögliche postoperative Komplikationen besser zu verstehen und danach zu handeln.

Die Durchführung der Studie erfolgt durch das Universitätsklinikum Graz, Abteilung Orthopädie und Traumatologie, Ambulanz, Auenbruggerplatz 5, 8036 Graz.



Um weitere, ausführliche Informationen zur Studie zu erhalten, dürfen wir Sie bitten, sich unter untenstehender Kontaktadresse mit uns in Verbindung zu setzen.

Email: [florian.falb@stud.medunigraz.at](mailto:florian.falb@stud.medunigraz.at)

Mit freundlichen Grüßen,

OA Priv.-Doz Dr.med.univ. Gerwin Alexander Bernhardt  
PD Mag. DDr.Stefan Franz Fischerauer  
Florian Falb

## 7.2 Template\_Telephone

### **Template für die telefonische Kontaktaufnahme:**

#### Begrüßung und Vorstellung:

Sehr geehrte/r Frau/Herr \_\_\_\_\_,  
Hier spricht Florian Falb, Student der Medizinischen Universität Graz.

#### Grund des Anrufs:

Ich rufe bei Ihnen an, da Sie im [Monat und Jahr] eine operative Versorgung Ihres vorderen Kreuzbandes an der Universitätsklinik für Orthopädie und Traumatologie am LKH Graz hatten.

#### Anliegen:

Im Rahmen eines Forschungsprojekts der Medizinischen Universität Graz möchte ich Ihnen nun die Möglichkeit zur Teilnahme an einer Studie zum Thema „Postoperative Schmerzen nach arthroskopischer vorderer Kreuzbandrekonstruktion“ nach erfolgter chirurgischer Versorgung bieten.

#### Ziel der Studie:

Das Ziel dieser Studie ist es, die Häufigkeit von Schmerzen im Kniegelenksbereich nach arthroskopischer vorderer Kreuzbandrekonstruktion zu ermitteln. Weiters sollen die Schmerzen/Beschwerden näher klassifiziert und lokalisiert werden. Es werden außerdem die Auswirkungen der Schmerzen/Beschwerden auf die Funktion des Kniegelenks und die Lebensqualität eruiert.

#### Mögliche Vorteil für den/die Patienten/Patientin:

Durch die Teilnahme an der Studie könnte eine Häufung von gewissen Schmerzen/Beschwerden nach arthroskopischer Kreuzbandrekonstruktion nachgewiesen werden. Diese Erkenntnisse könnten die präoperative Aufklärung verbessern und dazu dienen, mögliche postoperative Komplikationen besser zu verstehen und danach zu handeln.

#### Mögliche Risiken für den/die Patienten/Patientin:

Rein studienbezogen bestehen keine Risiken.

#### Durchführung und Zeitaufwand:

Die Durchführung der Studie erfolgt durch das Universitätsklinikum Graz, Abteilung Orthopädie und Traumatologie, Ambulanz, Auenbruggerplatz 5, 8036 Graz.

Ihre Teilnahme erfolgt nach ausführlicher Aufklärung und Zustimmung. Sie werden danach gebeten, einen Fragebogen auszufüllen. (Dieser Prozess dauert ungefähr 15-20 Minuten.) Dieser Fragebogen wird Ihnen digital per E-Mail zugesandt. Es ist somit möglich, diesen, ohne zeitliche und räumliche Bindung auszufüllen. Insgesamt sollte somit ein Zeitaufwand von ca. 15-20 Minuten eingeplant werden.

Hätten Sie grundsätzlich daran Interesse? Ja/Nein

*Bei keinem Interesse:*

Bedankung und Verabschiedung.

*Bei Interesse:*

Zusendung des digitalen Fragebogens per E-Mail.

Hinweis zur Kontaktaufnahme:

Für weitere, ausführliche Informationen zur Studie können Sie sich gerne mit uns in Verbindung zu setzen.

OA Priv.-Doz Dr.med.univ. Gerwin Alexander Bernhardt DW 81912

Ass. Arzt Mag. DDr. Stefan Fischerauer DW 80335

Florian Falb 0676/4652165

Email: [florian.falb@stud.medunigraz.at](mailto:florian.falb@stud.medunigraz.at)

Bedankung und Verabschiedung

## 7.3 Informed Consent

### **PatientInneninformation und Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der Studie**

#### **Postoperative Schmerzen nach arthroskopischer vorderer Kreuzbandrekonstruktion.**

##### Untertitel:

(Engl.: Postoperative pain after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction.)

Sehr geehrte Teilnehmerin, sehr geehrter Teilnehmer!

Wir laden Sie ein, an der oben genannten Studie teilzunehmen.

Ihre Teilnahme an dieser Studie erfolgt freiwillig. Sie können jederzeit ohne Angabe von Gründen aus der Studie ausscheiden. Die Ablehnung der Teilnahme oder ein vorzeitiges Ausscheiden aus dieser Studie hat keine nachteiligen Folgen für Ihre medizinische Betreuung.

Studien sind notwendig, um verlässliche neue medizinische Forschungsergebnisse zu gewinnen. Unverzichtbare Voraussetzung für die Durchführung einer Studie ist jedoch, dass Sie Ihr Einverständnis zur Teilnahme an dieser Studie schriftlich erklären. Bitte lesen Sie den folgenden Text als Ergänzung zum Informationsgespräch sorgfältig durch und zögern Sie nicht Fragen zu stellen.

Bitte unterschreiben Sie die Einwilligungserklärung nur

- wenn Sie Art und Ablauf der Studie vollständig verstanden haben,
- wenn Sie bereit sind, der Teilnahme zuzustimmen und
- wenn Sie sich über Ihre Rechte als TeilnehmerIn an dieser Studie im Klaren sind.

Zu dieser Studie, sowie zur Patienteninformation und Einwilligungserklärung wurde von der zuständigen Ethikkommission eine befürwortende Stellungnahme abgegeben.

**1. Was ist der Zweck der Studie?**

Das Ziel dieser Studie ist die Häufigkeit von Schmerzen im Kniegelenksbereich, nach arthroskopischer vorderer Kreuzbandrekonstruktion, zu ermitteln. Weiters sollen die Schmerzen/Beschwerden näher klassifiziert und lokalisiert werden. Es werden außerdem die Auswirkungen der Schmerzen/Beschwerden, auf die Funktion und die Lebensqualität, eruiert.

**2. Worin liegt der Nutzen einer Teilnahme an der Studie?**

Die arthroskopische vordere Kreuzbandrekonstruktion nach Kreuzbandrissen, ist eine der häufigsten Operationen der orthopädischen Sportchirurgie. Zu den häufigsten Komplikationen zählen postoperative Schmerzen. Durch die Teilnahme an der Studie könnte eine Häufung von gewissen postoperativen Schmerzen/Beschwerden nachgewiesen werden. Diese Erkenntnisse könnten die präoperative Aufklärung verbessern und dazu dienen mögliche postoperative Komplikationen besser zu verstehen und danach zu handeln. Ein direkter persönlicher Nutzen ist für den Teilnehmer selbst nicht zu erwarten.

**3. Wie läuft die Studie ab?**

Ihre Teilnahme erfolgt nach ausführlicher Aufklärung und Zustimmung. Sie werden danach gebeten, einen Fragebogen auszufüllen. (Dieser Prozess dauert ungefähr 15-20 Minuten.) Dieser Fragebogen wird Ihnen digital per E-Mail zugesandt. Es ist somit möglich, diesen, ohne zeitliche und räumliche Bindung, auszufüllen. Insgesamt sollte somit ein Zeitaufwand von ca. 15-20 Minuten eingeplant werden.

**4. Entstehen Risiken, Beschwerden oder Begleiterscheinungen durch eine Teilnahme?**

Rein studienbezogen bestehen keine Risiken.

**5. Gibt es durch eine Teilnahme einen potentiellen Benefit?**

Um statistisch genaue Aussagen über mögliche gehäufte postoperative Komplikationen treffen zu können, ist eine hohe Teilnehmeranzahl notwendig. Das Auffinden von gewissen Schmerz-/Beschwerdemustern könnte bei stark gehäuften Beschwerdeprofil auch Grund und Ansatz für eine Anpassung des Operationsverfahrens bzw. eine mögliche postoperative Therapie darstellen.

**6. Datenschutz: In welcher Weise werden die im Rahmen dieser Studie erhobenen Daten verwendet und geschützt?**

Bei den Daten, die über Sie im Rahmen dieser klinischen Studie erhoben und verarbeitet werden,

ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen

- 1) jenen personenbezogenen Daten, anhand derer Sie direkt identifizierbar sind (z.B. Name, Geburtsdatum, Adresse, Bildaufnahmen...),
- 2) pseudonymisierten (verschlüsselten) personenbezogenen Daten, bei denen alle Informationen, die direkte Rückschlüsse auf Ihre Identität zulassen, durch einen Code (z. B. eine Zahl) ersetzt und unkenntlich gemacht werden. Dies bewirkt, dass die Daten ohne Hinzuziehung zusätzlicher Informationen und ohne unverhältnismäßig großen Aufwand nicht mehr Ihrer Person zugeordnet werden können und
- 3) anonymisierten Daten, bei denen eine Rückführung auf Ihre Person nicht mehr möglich ist.

Der Code zur Verschlüsselung wird von den verschlüsselten Datensätzen streng getrennt und nur an Ihrem Prüfzentrum aufbewahrt.

Zugang zu Ihren nicht verschlüsselten Daten haben der Prüfarzt und andere Mitarbeiter des Studienzentrums, die an der klinischen Studie oder Ihrer medizinischen Versorgung mitwirken. Die Daten sind gegen unbefugten Zugriff geschützt. Zusätzlich können autorisierte und zur Verschwiegenheit verpflichtete Beauftragte des Sponsors (Medizinische Universität Graz) sowie Beauftragte von in- und/oder ausländischen Gesundheitsbehörden und jeweils zuständige Ethikkommissionen in die nicht verschlüsselten Daten Einsicht nehmen, soweit dies für die Überprüfung der ordnungsgemäßen Durchführung der klinischen Studie notwendig bzw. vorgeschrieben ist.

Eine Weitergabe der Daten, insbesondere an den Sponsor (Medizinische Universität Graz) erfolgt nur in verschlüsselter oder anonymisierter Form. Auch für etwaige Publikationen werden nur die verschlüsselten oder anonymisierten Daten verwendet.

Sämtliche Personen, die Zugang zu Ihren verschlüsselten und nicht verschlüsselten Daten erhalten, unterliegen im Umgang mit den Daten der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) sowie den österreichischen Anpassungsvorschriften in der jeweils gültigen Fassung.

Im Rahmen dieser klinischen Studie ist keine Weitergabe von Daten in Länder außerhalb der EU vorgesehen.

Sie können Ihre Einwilligung zur Erhebung und Verarbeitung Ihrer Daten jederzeit widerrufen. Nach Ihrem Widerruf werden keine weiteren Daten mehr über Sie erhoben. Die bis zum Widerruf erhobenen Daten können allerdings weiter im Rahmen dieser klinischen Studie verwendet werden.

Aufgrund der gesetzlichen Vorgaben haben Sie außerdem, sofern dies nicht die Durchführung der klinischen Studie voraussichtlich unmöglich macht oder ernsthaft beeinträchtigt, das Recht auf

Einsicht in die Ihre Person betreffenden Daten und die Möglichkeit der Berichtigung, falls Sie Fehler feststellen.

Sie haben auch das Recht, bei der österreichischen Datenschutzbehörde eine Beschwerde über den Umgang mit Ihren Daten einzubringen ([www.dsb.gv.at](http://www.dsb.gv.at)).

Die Dauer der Speicherung Ihrer Daten über das Ende der klinischen Studie hinaus ist durch Rechtsvorschriften geregelt.

Falls Sie Fragen zum Umgang mit Ihren Daten in dieser klinischen Studie haben, wenden Sie sich zunächst an den/die Versuchsleiter/in. Dieser kann Ihr Anliegen ggf. an die Personen, die beim Sponsor oder am Studienzentrum für den Datenschutz verantwortlich sind, weiterleiten.

Kontaktstelle zum Datenschutz in den Krankenanstalten der KAGES: [datenschutz@kages.at](mailto:datenschutz@kages.at)

Kontaktstelle zum Datenschutz am LKH-Univ.Klinikum: [datenschutz@medunigraz.at](mailto:datenschutz@medunigraz.at)

#### **7. Wann wird die Studie vorzeitig beendet?**

Sie können jederzeit auch ohne Angabe von Gründen, Ihre Teilnahmebereitschaft widerrufen und aus der klinischen Prüfung ausscheiden ohne dass Ihnen dadurch irgendwelche Nachteile für Ihre weitere medizinische Betreuung entstehen. Ihre bis dahin erhobenen Daten werden gelöscht, es sei denn, sie stimmen der weiteren Verwendung ihrer Daten explizit zu.

#### **8. Entstehen für die Teilnehmer Kosten? Gibt es einen Kostenersatz oder eine Vergütung?**

Durch Ihre Teilnahme an dieser Studie entstehen für Sie keine zusätzlichen Kosten. Ein Kostenersatz oder eine Vergütung sind nicht vorgesehen.

#### **9. Möglichkeit zur Diskussion weiterer Fragen**

Für weitere Fragen im Zusammenhang mit der Studie stehen Ihnen alle Durchführenden der Studie zur Verfügung. Auch Fragen, die Ihre Rechte als Patient und Teilnehmer an dieser Studie betreffen, werden Ihnen gerne beantwortet.

Namen der Kontaktpersonen und deren Durchwahlnummern (unter der Nummer 0316 - 385 DW 82156 ist ständig jemand erreichbar):

OA Priv.-Doz Dr.med.univ. Gerwin Alexander Bernhardt DW 81912

PD Mag. DDr. Stefan Fischerauer DW 80335

**10. Einwilligungserklärung**

Name des/r Patienten/in in Druckbuchstaben (oder PatientInnenetikett)

\_\_\_\_\_ Geb.Datum: \_\_\_\_\_

**Ich erkläre mich bereit, an der Studie „Postoperative Schmerzen nach arthroskopischer vorderer Kreuzbandrekonstruktion - (Engl.: Postoperative pain after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction.)“ teilzunehmen.**

Ich bin von Herrn/Frau \_\_\_\_\_ ausführlich und verständlich über mögliche Belastungen und Risiken aufgeklärt, sowie über das Wesen, die Bedeutung und Tragweite der Studie aufgeklärt worden. Ich habe darüber hinaus den Text dieser Patientenaufklärung und Einwilligungserklärung, die insgesamt 5 Seiten umfasst gelesen. Aufgetretene Fragen wurden mir von dem/der Versuchsleiter/in verständlich und genügend beantwortet. Ich hatte ausreichend Zeit, mich zu entscheiden. Ich habe zurzeit keine weiteren Fragen mehr.

Ich werde den Anordnungen, die für die Durchführung der klinischen Prüfung erforderlich sind, Folge leisten, behalte mir jedoch das Recht vor, meine freiwillige Mitwirkung jederzeit zu beenden, ohne dass mir daraus Nachteile für meine weitere medizinische Betreuung entstehen.

Ich stimme ausdrücklich zu, dass meine im Rahmen dieser klinischen Prüfung erhobenen Daten, wie im Abschnitt „Datenschutz“ dieses Dokuments beschrieben, verwendet werden.

Eine Kopie dieser Patienteninformation und Einwilligungserklärung habe ich erhalten. Das Original verbleibt am Klinikum.

\_\_\_\_\_  
(Datum und Unterschrift des/r Patienten/in)

\_\_\_\_\_  
(Datum, Name und Unterschrift des/r Versuchsleiters/in)  
(Der/die Patient/in erhält auf Wunsch eine unterschriebene Kopie der Patienteninformation und Einwilligungserklärung, das Original verbleibt im Studienordner.)



## 7.4 Questionnaires (RedCap)

### 7.4.1 Enrolment

Confidential

Page 1

#### Enrollment

Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen.

Vielen Dank!

Würden Sie gerne Follow-up Fragen per Email beantworten?  Ja  
 Nein  
(aktiviert automatischen E-Mail versandt)

bevorzugte Email-Adresse \_\_\_\_\_

Geburtsdatum \_\_\_\_\_

Geschlecht  weiblich  
 männlich  
 anderes

Bekannte Begleiterkrankungen  Diabetes Mellitus  
 Bluthochdruck  
 Rheumatische Erkrankung  
 Keine der obigen.

Andere Begleiterkrankungen \_\_\_\_\_

#### Operationsspezifische Daten

Operationsdatum (Kreuzbandoperation am LKH Graz) \_\_\_\_\_  
(Jahr und Monat grundsätzlich ausreichend)

Wurden während der Kreuzbandoperation noch weitere Strukturen operativ mitbehandelt?

- Innenmeniskus
- Außenmeniskus
- Innenband
- Außenband
- Hinteres Kreuzband
- Unbekannt
- Keine

## 7.4.2 Einverständniserklärung

Confidential

Page 2

### Einverständniserklärung

Vielen Dank für die Bereitschaft zur Studienteilnahme an der Universitätsklinik für Orthopädie und Traumatologie - LKH Graz

Bitte füllen Sie die folgenden Punkte aus und klicken Sie anschließend auf "next page" bzw. "Submit".

**Bitte öffnen und lesen Sie die PatientInneninformation und Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der Studie. Bei Bedarf speichern Sie das Dokument auf Ihrem Rechner ab. Für Rückfragen stehen wir Ihnen zur Verfügung.**

[Attachment: "Patienten\_Info\_Einwilligung\_v1.1.pdf"]

- 9) Wenn Sie zur Teilnahme an der Studie zustimmen, bestätigen Sie bitte Ihr Einverständnis durch Ihre Unterschrift mit dem Finger im Textfeld. Klicken Sie hierzu auf "add signature".
- 
- 10) Wenn Sie der Teilnahme zugestimmt und die Einverständniserklärung unterschrieben haben klicken Sie bitte auf "Yes".

- Yes  
 No

Nach Überprüfung der Teilnahmeberechtigung senden wir Ihnen umgehend eine Benachrichtigung an Ihre Email-adresse.

## 7.4.3 “Fragebogen LKH-Uniklinikum Graz”

Confidential

Page 3

### Fragebogen LKH-Uniklinikum Graz

Sehr geehrte Studienteilnehmerin, sehr geehrter Studienteilnehmer,

der folgende Fragebogen besteht aus 10 Abschnitten. Bitte nehmen Sie sich 10-20 Minuten zur Beantwortung der Fragen Zeit.

Vielen Dank!

Größe (cm)

\_\_\_\_\_

Gewicht (kg)

\_\_\_\_\_

BMI

\_\_\_\_\_

Bildungsstand (in Jahren)

(Pflichtschule (8), Lehre/Berufsschule (10-12),  
Matura (12), Bachelor (15), Master (17), Doktorat  
(20))

Berufsstatus

- Student  
 Berufstätig  
 Arbeitslos  
 Ruhestand

Familienstatus

- Single  
 Liert/Verheiratet  
 Getrennt/Geschieden  
 Verwitwet  
(Liert = in einer Beziehung)

Rauchgewohnheiten (regelmäßiger Konsum)

- Ja  
 Nein

Nehmen Sie momentan Schmerzmittel ein?

- Ja  
 Nein

Nehmen Sie das/die Schmerzmittel auf Grund des Kreuzband operierten Beines ein?

- Ja  
 Nein

Seit wann nehmen Sie die Schmerzmittel ungefähr ein? (optional)

\_\_\_\_\_ (Monat und Jahr ausreichend)

---

Wie oft nehmen Sie das/die Schmerzmittel momentan ein? (optional)

mehr als 2x täglich  2x täglich  1x täglich  bei Bedarf

---

Welches/Welche Schmerzmittel nehmen Sie momentan ein? (optional)

---

---

**Operationsspezifische Daten**

Operiertes Knie (im Falle einer beidseitigen Kreuzbandoperation beziehen Sie sich auf die zuletzt operierte Seite)

Links  
 Rechts

---

War die Kreuzbandoperation Ihr erster operativer Eingriff am betroffenen Knie?

Ja  
 Nein

---

Hatten Sie nach der Kreuzbandoperation noch einmal einen operativen Eingriff am betroffenen Knie?

Ja  
 Nein

---

Ist das operierte vordere Kreuzband seit der primären Operation erneut gerissen?

Ja  
 Nein

---

Falls ja, wann? (optional)

---

(Jahr und Monat ausreichend)

---

Wie viele Monate lagen ungefähr zwischen der Verletzung und der Operation des Kreuzbandes?

---

(Bitte eine Zahl für die Monate angeben)

## 7.4.4 Knee Pain Map

Confidential

Page 5

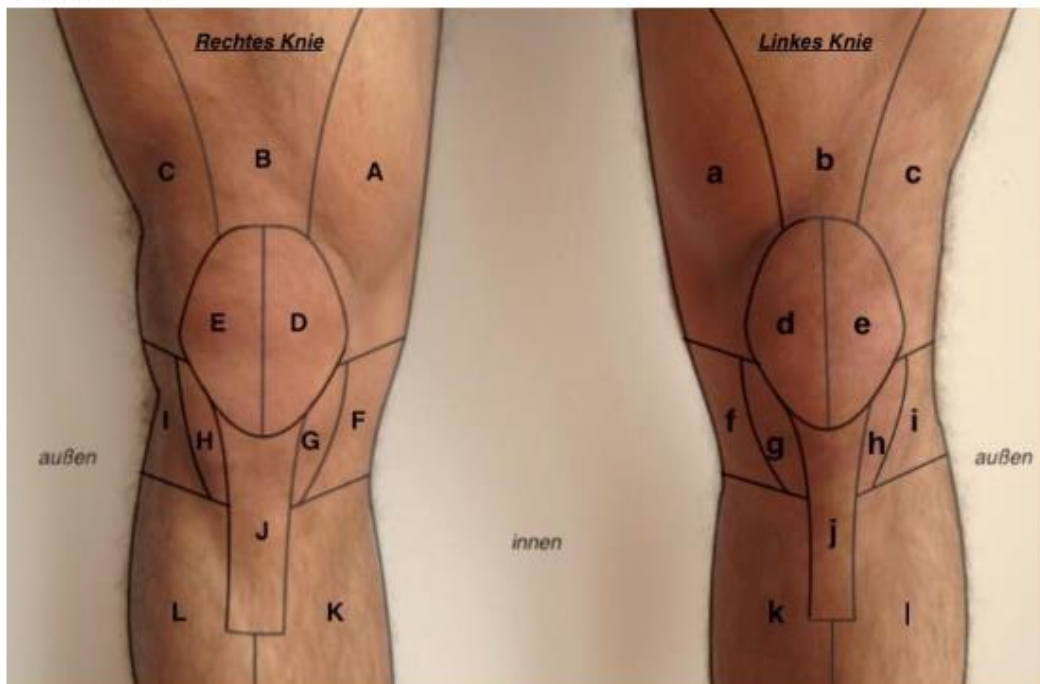
### "Knee Pain Map"

Die "Knee-Pain-Map" soll dazu dienen Ihren Schmerzpunkt/Ihre Schmerzpunkte möglichst genau lokalisieren zu können. Die folgenden Abbildungen zeigen jeweils ein linkes und ein rechtes Bein, die durch Buchstaben in Areale unterteilt wurden.

Für diesen Fragebogen sind nur die Schmerzen, die am Kreuzband operierten Bein vorhanden sind, relevant. Bitte geben Sie bei dem nicht operierten Bein "Nicht relevantes Bein." an.

Sie können eines oder auch mehrere Areale angeben um die Schmerzen zu lokalisieren. Es kann sich dabei um ein größeres von Schmerzen betroffenes Areal handeln oder auch um mehrere separate Schmerzpunkte.

Ansicht von vorne:



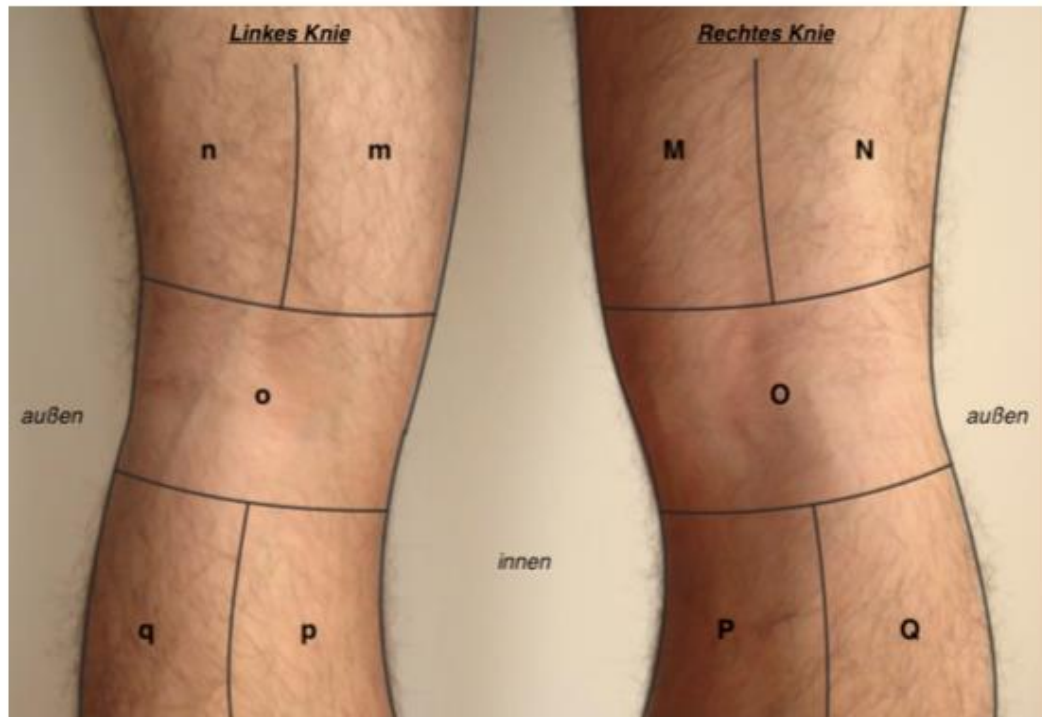
29) Rechtes Knie (von vorne)

- A  B  C  D  E  F  G  H  I  J  K  L  Keine Schmerzen.  
 Nicht relevantes Bein.

30) Linkes Knie (von vorne)

- a  b  c  d  e  f  g  h  i  j  k  l  Keine Schmerzen.  
 Nicht relevantes Bein.

Ansicht von hinten:



31) Rechtes Knie (von hinten)

- M  N  O  P  Q  Keine Schmerzen.  Nicht relevantes Bein.

32) Linkes Knie (von hinten)

- m  n  o  p  q  Keine Schmerzen.  Nicht relevantes Bein.

## 7.4.5 IKDC

Confidential

**IKDC**

Page 7

### SYMPTOME:\*

**\*Wählen Sie zur Beurteilung der Symptome die höchste Aktivitätsstufe, die Sie Ihrer Meinung nach ohne erhebliche Symptome ausüben könnten, selbst wenn Sie auf dieser Stufe keine Aktivitäten ausüben.**

- 33) Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie ohne erhebliche Schmerzen im Knie ausüben können?
- Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)
  - Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis
  - Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen
  - Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit
  - Ich kann aufgrund meiner Schmerzen im Knie keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.
- 
- 34) Wie oft hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen oder seit dem Auftreten Ihrer Verletzung Schmerzen?  
(0 = Nie und 10 = Ständig)
- 0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10
- 
- 35) Wie stark sind Ihre Schmerzen?  
(0 = Keine Schmerzen und 10 = unerträgliche Schmerz)
- 0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10
- 
- 36) Wie steif oder geschwollen war Ihr Knie während der vergangenen 4 Wochen oder seit dem Auftreten Ihrer Verletzung?
- überhaupt nicht
  - etwas
  - ziemlich
  - sehr
  - extrem
- 
- 37) Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie ohne erhebliches Anschwellen des Knies ausüben können?
- Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)
  - Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis
  - Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen
  - Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit
  - Ich kann aufgrund meines geschwollenen Knies keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.
- 
- 38) Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen oder seit dem Auftreten Ihrer Verletzung ein gesperrtes Knie oder ist Ihr Knie aus- und wieder eingeknackt?
- Ja  Nein

39) Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie ohne erhebliche durch Knieschwäche verursachte Gangunsicherheit einhalten können?

- Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)  
 Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis  
 Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen  
 Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit  
 Ich kann aufgrund der Knieschwäche keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

#### SPORTLICHE BETÄTIGUNG:

40) Was ist die höchste Aktivitätsstufe, an der Sie regelmäßig teilnehmen können?

- Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)  
 Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis  
 Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen  
 Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit  
 Ich kann aufgrund der Knieschwäche keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

#### Wie schwierig sind aufgrund Ihres Knies die folgenden Aktivitäten für Sie?

41) Treppensteigen

Überhaupt nicht schwierig  
 minimal schwierig  
 ziemlich schwierig  
 extrem schwierig  
 unmöglich

42) Treppe hinuntergehen

Überhaupt nicht schwierig  
 minimal schwierig  
 ziemlich schwierig  
 extrem schwierig  
 unmöglich

43) Auf dem vorderen Knie knien

Überhaupt nicht schwierig  
 minimal schwierig  
 ziemlich schwierig  
 extrem schwierig  
 unmöglich

44) Hockstellung

Überhaupt nicht schwierig  
 minimal schwierig  
 ziemlich schwierig  
 extrem schwierig  
 unmöglich

45) Normal sitzen

Überhaupt nicht schwierig  
 minimal schwierig  
 ziemlich schwierig  
 extrem schwierig  
 unmöglich

46) Vom Stuhl aufstehen

Überhaupt nicht schwierig  
 minimal schwierig  
 ziemlich schwierig  
 extrem schwierig  
 unmöglich



- 
- 47) Geradeaus laufen
- Überhaupt nicht schwierig
  - minimal schwierig
  - ziemlich schwierig
  - extrem schwierig
  - unmöglich
- 
- 48) Hochspringen und auf dem betroffenen Bein landen
- Überhaupt nicht schwierig
  - minimal schwierig
  - ziemlich schwierig
  - extrem schwierig
  - unmöglich
- 
- 49) Beim Gehen (bzw. Laufen, wenn Sie Sportler/in sind) schnell anhalten und starten
- Überhaupt nicht schwierig
  - minimal schwierig
  - ziemlich schwierig
  - extrem schwierig
  - unmöglich

**FUNKTION:**

**Wie würden Sie die Funktionsfähigkeit Ihres Knies auf einer Skala von 0 bis 10 beurteilen, wobei 10 eine normale und ausgezeichnete Funktionsfähigkeit bezeichnet und 0 die Unfähigkeit, irgendeine Ihrer normalen täglichen Aktivitäten, darunter möglicherweise auch Sport, auszuführen?**

- 50) Funktionsfähigkeit vor der Knieverletzung:  
(Wobei 0 = Kann keine täglichen Aktivitäten ausführen und 10 = Keine Einschränkung der täglichen Aktivitäten)
- 0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10
- 
- 51) Derzeitige Funktionsfähigkeit Ihres Knies:  
(Wobei 0 = Kann keine täglichen Aktivitäten ausführen und 10 = Keine Einschränkung der täglichen Aktivitäten)
- 0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10

## 7.4.6 Tegner Activity Scale

Confidential

Page 10

### Tegner Activity Scale

Mit den nachfolgenden Fragen möchten wir untersuchen, wie gut Ihre Alltags- und sportartspezifische Funktion ist.

Bitte lesen Sie die nachfolgenden Aufstellungen [von unten nach oben] durch. Beurteilen Sie einmal Ihren momentanen Aktivitätsstatus und einmal Ihren damaligen Aktivitätsstatus vor der Verletzung. Klicken Sie bitte jeweils die betreffende Spalte an.

Momentaner Aktivitätsgrad / Tätigkeit

- 10 - Wettkampfsport - auf nationalen und internationalem Niveau (z.B. Fußball, Ski alpin)
- 9 - Wettkampfsport auf regionalem Niveau (z.B. Eishockey, Ringen, Turnen, Fußball, Ski alpin)
- 8 - Wettkampfsport in Sprungdisziplinen (z.B. Snowboard, Badminton, Squash, Leichtathletik)
- 7 - Wettkampfsport in Lauf- und Wurfdisziplinen (z.B. Tennis, Leichtathletik, Geräteturnen, Handball, Basketball, Orientierungslauf, Crosslauf) ODER Freizeitsport wie Eishockey, Fußball, Skialpin
- 6 - Freizeitsport wie Badminton, Tennis, Squash, Basketball, Handball, Volleyball, Orientierungslauf, Crosslauf, Snowboard, Aerobic (high impact), Joggen (mindestens 5x die Woche)
- 5 - Wettkampfsport wie Radfahren, Skilanglauf, Eiskunstlauf ODER Freizeitsport wie Turnen, Gymnastik, In-line-skating, Klettern, Bergsteigen, Skitouren, Schneeschuhlaufen, Joggen auf unebenem Boden (mindestens 2x die Woche) ODER Schwere körperliche Arbeit (Bauarbeit, Waldarbeit)
- 4 - Freizeitsport wie Skilanglauf, Radfahren, Tanzen, Aerobic (low impact), , Bergwandern (abwärts), Joggen auf ebenem Boden (mind. 2x die Woche) ODER Mittelschwere körperliche Arbeit (schwere Hausarbeit)
- 3 - Wettkampf- und Freizeitsport wie Schwimmen, Wandern, Walking, Kegeln, Bowling ODER Leichte körperliche Arbeit ODER Gehen querfeldein ist möglich
- 2 - Arbeit vorwiegend in sitzender Tätigkeit ODER Gehen auf unebenem Boden möglich
- 1 - Arbeit nur in sitzender Tätigkeit ODER Gehen nur auf einem ebenen Boden möglich
- 0 - Arbeitsunfähig oder berentet aufgrund von Knieproblemen ODER Gehen nur eingeschränkt möglich

Aktivitätsgrad / Tätigkeit vor dem Kreuzbandriss

- 10 - Wettkampfsport - auf nationalen und internationalem Niveau (z.B. Fußball, Ski alpin)
- 9 - Wettkampfsport auf regionalem Niveau (z.B. Eishockey, Ringen, Turnen, Fußball, Ski alpin)
- 8 - Wettkampfsport in Sprungdisziplinen (z.B. Snowboard, Badminton, Squash, Leichtathletik)
- 7 - Wettkampfsport in Lauf- und Wurfdisziplinen (z.B. Tennis, Leichtathletik, Geräteturnen, Handball, Basketball, Orientierungslauf, Crosslauf) ODER Freizeitsport wie Eishockey, Fußball, Skialpin
- 6 - Freizeitsport wie Badminton, Tennis, Squash, Basketball, Handball, Volleyball, Orientierungslauf, Crosslauf, Snowboard, Aerobic (high impact), Joggen (mindestens 5x die Woche)
- 5 - Wettkampfsport wie Radfahren, Skilanglauf, Eiskunstlauf ODER Freizeitsport wie Turnen, Gymnastik, In-line-skating, Klettern, Bergsteigen, Skitouren, Schneeschuhlaufen, Joggen auf unebenem Boden (mindestens 2x die Woche) ODER Schwere körperliche Arbeit (Bauarbeit, Waldarbeit)
- 4 - Freizeitsport wie Skilanglauf, Radfahren, Tanzen, Aerobic (low impact), , Bergwandern (abwärts), Joggen auf ebenem Boden (mind. 2x die Woche) ODER Mittelschwere körperliche Arbeit (schwere Hausarbeit)
- 3 - Wettkampf- und Freizeitsport wie Schwimmen, Wandern, Walking, Kegeln, Bowling ODER Leichte körperliche Arbeit ODER Gehen querfeldein ist möglich
- 2 - Arbeit vorwiegend in sitzender Tätigkeit ODER Gehen auf unebenem Boden möglich
- 1 - Arbeit nur in sitzender Tätigkeit ODER Gehen nur auf einem ebenen Boden möglich
- 0 - Arbeitsunfähig oder berentet aufgrund von Knieproblemen ODER Gehen nur eingeschränkt möglich

## 7.4.7 Numeric Rating Scale

Confidential

Page 11

### Numeric rating scale

---

Wie stark war das Höchstmaß an Schmerzen\* in den letzten Tagen beim Gehen?  
(\*am operierten Bein)

- 10 Stärkster vorstellbarer Schmerz
- 9
- 8
- 7
- 6
- 5
- 4
- 3
- 2
- 1
- 0 Kein Schmerz

---

Wie stark war das höchstmaß an Schmerzen\* in den letzten Tagen in Ruhe?  
(\*am operierten Bein)

- 10 Stärkster vorstellbarer Schmerz
- 9
- 8
- 7
- 6
- 5
- 4
- 3
- 2
- 1
- 0 Kein Schmerz

## 7.4.8 Lysholm Score

Confidential

Page 12

### Lysholm Score

- 
- 56) Hinken  nein  
 wenig oder zeitweise  
 stark oder immer
- 
- 57) Belastung  Vollbelastung  
 Gehstützen oder Stock  
 Belastung nicht möglich
- 
- 58) Blockierung  
 keine Blockierung und kein Gefühl der Einklemmung  
 Gefühl der Einklemmung aber keine Blockierung  
 gelegentliche Blockierung  
 häufige Blockierung  
 blockiertes Gelenk bei Untersuchung
- 
- 59) Instabilität  
("giving way" = Weggleiten bzw. Wegknicken des Kniegelenks bei geringer bis normaler Belastung)  
 Niemals "giving way" Phänomen  
 "giving way" selten während des Sports oder anderer schwerer Anstrengung  
 "giving way" häufig während des Sports oder anderer schwerer Anstrengung (oder unmöglich, daran teilzunehmen)  
 "giving way" gelegentlich während Tätigkeiten des Alltags  
 "giving way" oft während Tätigkeiten des Alltags  
 "giving way" bei jedem Schritt
- 
- 60) Schmerzen  
 keine  
 unregelmäßig and gering während schwerer Anstrengung  
 deutlich/ausgeprägt während schwerer Anstrengung  
 deutlich während oder nach dem Gehen von mehr als 2km  
 deutlich während oder nach dem Gehen von weniger als 2km  
 ständig
- 
- 61) Schwellung  keine  
 bei schwerer Anstrengung  
 bei gewöhnlicher Anstrengung  
 ständig
- 
- 62) Treppensteigen  kein Problem  
 ein wenig beeinträchtigt  
 Schritt für Schritt  
 nicht möglich
- 
- 63) Hocken  kein Problem  
 wenig beeinträchtigt  
 nicht über 90°  
 nicht möglich

## 7.4.9 FESS

Confidential

Page 13

### FESS

#### Mit Schmerzen umgehen

**Bitte bewerten Sie wie sicher Sie folgende Dinge machen können, trotz der Schmerzen. Zur Beantwortung klicken Sie auf das entsprechende Feld zwischen 0 = "Überhaupt nicht sicher" und 6 "Absolut sicher".**

**Beachten Sie: Dieser Fragebogen erfragt nicht wie zuverlässig Sie diese Dinge machen konnten, sondern wie zuverlässig Sie diese Dinge jetzt machen können, trotz der Schmerzen.**

- 64) Ich kann Dinge trotz der Schmerzen genießen.
- 0 Überhaupt nicht sicher  
 1  
 2  
 3  
 4  
 5  
 6 Absolut sicher
- 
- 65) Ich kann die meisten Dinge im Haushalt tun (z.B. aufräumen, abwaschen) trotz der Schmerzen.
- 0 Überhaupt nicht sicher  
 1  
 2  
 3  
 4  
 5  
 6 Absolut sicher
- 
- 66) Ich kann mich mit meinen Freunden oder Familienangehörigen trotz der Schmerzen so oft treffen, wie ich es früher getan habe / wie ich es gewohnt bin.
- 0 Überhaupt nicht sicher  
 1  
 2  
 3  
 4  
 5  
 6 Absolut sicher
- 
- 67) Ich werde mit meinen Schmerzen in den meisten Situationen fertig.
- 0 Überhaupt nicht sicher  
 1  
 2  
 3  
 4  
 5  
 6 Absolut sicher
- 
- 68) Ich kann irgendeine Form von Arbeit ausüben trotz der Schmerzen ("Arbeit" beinhaltet dabei Hausarbeit, bezahlte und unbezahlte Arbeit).
- 0 Überhaupt nicht sicher  
 1  
 2  
 3  
 4  
 5  
 6 Absolut sicher

- 
- 69) Ich kann trotz der Schmerzen immer noch viele Dinge tun, die ich gerne mache, wie z.B. Hobbies oder Freizeitaktivitäten.
- 0 Überhaupt nicht sicher  
 1  
 2  
 3  
 4  
 5  
 6 Absolut sicher
- 
- 70) Ich werde mit meinen Schmerzen auch ohne Medikamente fertig.
- 0 Überhaupt nicht sicher  
 1  
 2  
 3  
 4  
 5  
 6 Absolut sicher
- 
- 71) Ich kann trotz der Schmerzen noch die meisten meiner Ziele im Leben erreichen.
- 0 Überhaupt nicht sicher  
 1  
 2  
 3  
 4  
 5  
 6 Absolut sicher
- 
- 72) Ich kann trotz der Schmerzen noch ein normales Leben führen.
- 0 Überhaupt nicht sicher  
 1  
 2  
 3  
 4  
 5  
 6 Absolut sicher
- 
- 73) Ich kann nach und nach aktiver werden trotz der Schmerzen.
- 0 Überhaupt nicht sicher  
 1  
 2  
 3  
 4  
 5  
 6 Absolut sicher

## 7.4.10 Tampa Scale of Kinesiophobia

Confidential

Page 15

### Tampa Scale of Kinesiophobia

**Mit den nachfolgenden Fragen möchten wir untersuchen, wie Sie selbst zu Ihren Schmerzen stehen.**

**Bitte geben Sie an, in welchem Maße Sie mit den vorgegebenen Aussagen einverstanden sind.**

- 74) Ich habe Angst davor, dass ich mich möglicherweise verletze, wenn ich Sport treibe.
- überhaupt nicht einverstanden  
 mehr oder weniger nicht einverstanden  
 mehr oder weniger einverstanden  
 völlig einverstanden
- 
- 75) Wenn ich versuchen würde, mich über die Schmerzen hinweg zu setzen, werden sie noch schlimmer.
- überhaupt nicht einverstanden  
 mehr oder weniger nicht einverstanden  
 mehr oder weniger einverstanden  
 völlig einverstanden
- 
- 76) Mein Körper sagt mir, dass ich etwas sehr Schlimmes habe.
- überhaupt nicht einverstanden  
 mehr oder weniger nicht einverstanden  
 mehr oder weniger einverstanden  
 völlig einverstanden
- 
- 77) Mein Gesundheitszustand wird von anderen nicht ernst genug genommen.
- überhaupt nicht einverstanden  
 mehr oder weniger nicht einverstanden  
 mehr oder weniger einverstanden  
 völlig einverstanden
- 
- 78) Wegen des Schmerzproblems ist mein Körper für den Rest meines Lebens gefährdet.
- überhaupt nicht einverstanden  
 mehr oder weniger nicht einverstanden  
 mehr oder weniger einverstanden  
 völlig einverstanden
- 
- 79) Schmerz bedeutet immer, dass ich mich verletzt habe.
- überhaupt nicht einverstanden  
 mehr oder weniger nicht einverstanden  
 mehr oder weniger einverstanden  
 völlig einverstanden
- 
- 80) Die sicherste Art, zu verhindern, dass meine Schmerzen schlimmer werden, ist einfach darauf zu achten, dass ich keine unnötigen Bewegungen mache.
- überhaupt nicht einverstanden  
 mehr oder weniger nicht einverstanden  
 mehr oder weniger einverstanden  
 völlig einverstanden

---

81) Ich hätte nicht so viel Schmerzen, wenn nicht etwas Bedenkliches in meinem Körper vor sich ginge.

- überhaupt nicht einverstanden
- mehr oder weniger nicht einverstanden
- mehr oder weniger einverstanden
- völlig einverstanden

---

82) Meine Schmerzen sagen mir, wann ich mit dem Training aufhören muss, um mich nicht zu verletzen.

- überhaupt nicht einverstanden
- mehr oder weniger nicht einverstanden
- mehr oder weniger einverstanden
- völlig einverstanden

---

83) Ich kann nicht all die Dinge tun, die gesunde Menschen machen, da ich mich zu leicht verletzen könnte.

- überhaupt nicht einverstanden
- mehr oder weniger nicht einverstanden
- mehr oder weniger einverstanden
- völlig einverstanden

---

84) Niemand sollte Sport treiben müssen, wenn er/sie Schmerzen hat.

- überhaupt nicht einverstanden
- mehr oder weniger nicht einverstanden
- mehr oder weniger einverstanden
- völlig einverstanden



## 7.4.11 PCS

Confidential

### PCS

Page 17

**Irgendwann im Leben erleidet jeder Mensch einmal Schmerzen. Dies können z.B. Kopf-, Zahn-, Gelenk- oder Muskelschmerzen sein. Menschen sind oft Situationen ausgesetzt, die Schmerzen verursachen, wie Krankheiten, Verletzungen, Zahnbehandlungen oder Operationen. Wir sind an den Gedanken und Gefühlen interessiert, die Sie haben, wenn Sie Schmerzen erleiden. Die folgenden 13 Sätze beschreiben verschiedene Gedanken und Gefühle, die bei Schmerzen auftreten können. Bitte markieren Sie auf der folgenden Skala, wie stark diese Gedanken und Gefühle auf Sie zutreffen, wenn Sie Schmerzen haben.**

**Wenn ich Schmerzen habe, beschäftigen mich folgende Gedanken...**

- |  |   |
|--|---|
| 85) Ich mache mir ständig Sorgen, ob die Schmerzen wohl jemals wieder aufhören werden. | <input type="radio"/> trifft überhaupt nicht zu<br><input type="radio"/> trifft eher nicht zu<br><input type="radio"/> teils-teils<br><input type="radio"/> trifft eher zu<br><input type="radio"/> trifft immer zu |
| 86) Ich denke, ich kann nicht mehr.  | <input type="radio"/> trifft überhaupt nicht zu<br><input type="radio"/> trifft eher nicht zu<br><input type="radio"/> teils-teils<br><input type="radio"/> trifft eher zu<br><input type="radio"/> trifft immer zu |
| 87) Der Zustand ist schrecklich und ich denke, dass es nie mehr besser wird.           | <input type="radio"/> trifft überhaupt nicht zu<br><input type="radio"/> trifft eher nicht zu<br><input type="radio"/> teils-teils<br><input type="radio"/> trifft eher zu<br><input type="radio"/> trifft immer zu |
| 88) Der Zustand ist furchtbar und droht mich zu überwältigen.                          | <input type="radio"/> trifft überhaupt nicht zu<br><input type="radio"/> trifft eher nicht zu<br><input type="radio"/> teils-teils<br><input type="radio"/> trifft eher zu<br><input type="radio"/> trifft immer zu |
| 89) Ich habe das Gefühl, ich halte es nicht mehr aus.                                  | <input type="radio"/> trifft überhaupt nicht zu<br><input type="radio"/> trifft eher nicht zu<br><input type="radio"/> teils-teils<br><input type="radio"/> trifft eher zu<br><input type="radio"/> trifft immer zu |
| 90) Ich bekomme Angst, dass die Schmerzen noch stärker werden.                         | <input type="radio"/> trifft überhaupt nicht zu<br><input type="radio"/> trifft eher nicht zu<br><input type="radio"/> teils-teils<br><input type="radio"/> trifft eher zu<br><input type="radio"/> trifft immer zu |
| 91) Ich denke ständig an andere Situationen, in denen ich Schmerzen hatte.             | <input type="radio"/> trifft überhaupt nicht zu<br><input type="radio"/> trifft eher nicht zu<br><input type="radio"/> teils-teils<br><input type="radio"/> trifft eher zu<br><input type="radio"/> trifft immer zu |

- 
- 92) Ich wünsche mir verzweifelt, dass die Schmerzen weggehen.
- trifft überhaupt nicht zu  
 trifft eher nicht zu  
 teils-teils  
 trifft eher zu  
 trifft immer zu
- 
- 93) Ich kann nicht aufhören, an die Schmerzen zu denken.
- trifft überhaupt nicht zu  
 trifft eher nicht zu  
 teils-teils  
 trifft eher zu  
 trifft immer zu
- 
- 94) Ich denke ständig daran, wie sehr es schmerzt.
- trifft überhaupt nicht zu  
 trifft eher nicht zu  
 teils-teils  
 trifft eher zu  
 trifft immer zu
- 
- 95) Ich denke ständig daran, wie sehr ich mir ein Ende der Schmerzen herbeiwünsche.
- trifft überhaupt nicht zu  
 trifft eher nicht zu  
 teils-teils  
 trifft eher zu  
 trifft immer zu
- 
- 96) Es gibt nichts, was ich tun kann, um die Schmerzen zu lindern.
- trifft überhaupt nicht zu  
 trifft eher nicht zu  
 teils-teils  
 trifft eher zu  
 trifft immer zu
- 
- 97) Ich mache mir Sorgen, dass die Schmerzen auf etwas Schlimmes hindeuten.
- trifft überhaupt nicht zu  
 trifft eher nicht zu  
 teils-teils  
 trifft eher zu  
 trifft immer zu

## 7.4.12 SF-36

Confidential

**SF36**

Page 19

**Abschließend geht es in diesem Fragebogen um die Beurteilung Ihres Gesundheitszustandes. Der Bogen ermöglicht es, im Zeitverlauf nachzuvollziehen, wie Sie sich fühlen und wie Sie im Alltag zurechtkommen.**

98) Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?

- Ausgezeichnet  Sehr gut  Gut  Weniger gut  Schlecht

99) Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?

- Derzeit viel besser als vor einem Jahr  
 Derzeit etwas besser als vor einem Jahr  
 Etwa so wie vor einem Jahr  
 Derzeit etwas schlechter als vor einem Jahr  
 Derzeit viel schlechter als vor einem Jahr

**Die folgenden Fragen beschreiben Tätigkeiten, die Sie vielleicht an einem normalen Tag ausüben. Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt? Wenn ja, wie stark?**

100) anstrengende Tätigkeiten, z.B. schnell laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sport treiben

- Ja, stark eingeschränkt  
 Ja, etwas eingeschränkt  
 Nein, überhaupt nicht eingeschränkt

101) mittelschwere Tätigkeiten, z.B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen

- Ja, stark eingeschränkt  
 Ja, etwas eingeschränkt  
 Nein, überhaupt nicht eingeschränkt

102) Einkaufstaschen heben oder tragen

- Ja, stark eingeschränkt  
 Ja, etwas eingeschränkt  
 Nein, überhaupt nicht eingeschränkt

103) mehrere Stiegenstufen steigen

- Ja, stark eingeschränkt  
 Ja, etwas eingeschränkt  
 Nein, überhaupt nicht eingeschränkt

104) eine Stiegenstufe steigen

- Ja, stark eingeschränkt  
 Ja, etwas eingeschränkt  
 Nein, überhaupt nicht eingeschränkt

105) sich beugen, knien, bücken

- Ja, stark eingeschränkt  
 Ja, etwas eingeschränkt  
 Nein, überhaupt nicht eingeschränkt

106) mehr als einen Kilometer zu Fuß gehen

- Ja, stark eingeschränkt  
 Ja, etwas eingeschränkt  
 Nein, überhaupt nicht eingeschränkt

107) mehrere hundert Meter zu Fuß gehen

- Ja, stark eingeschränkt  
 Ja, etwas eingeschränkt  
 Nein, überhaupt nicht eingeschränkt

108) einhundert Meter zu Fuß gehen

Ja, stark eingeschränkt  
 Ja, etwas eingeschränkt  
 Nein, überhaupt nicht eingeschränkt

109) sich baden oder anziehen

Ja, stark eingeschränkt  
 Ja, etwas eingeschränkt  
 Nein, überhaupt nicht eingeschränkt

**Wie oft hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund Ihrer körperlichen Gesundheit irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause?**

110) Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein

Immer  
 Meistens  
 Manchmal  
 Selten  
 Nie

111) Ich habe weniger geschafft als ich wollte

Immer  
 Meistens  
 Manchmal  
 Selten  
 Nie

112) Ich konnte nur bestimmte Dinge tun

Immer  
 Meistens  
 Manchmal  
 Selten  
 Nie

113) Ich hatte Schwierigkeiten bei der Ausführung (z.B. ich musste mich besonders anstrengen)

Immer  
 Meistens  
 Manchmal  
 Selten  
 Nie

**Wie oft hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund seelischer Probleme irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause (z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten)?**

114) Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein

Immer  
 Meistens  
 Manchmal  
 Selten  
 Nie

115) Ich habe weniger geschafft als ich wollte

Immer  
 Meistens  
 Manchmal  
 Selten  
 Nie

116) Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten

Immer  
 Meistens  
 Manchmal  
 Selten  
 Nie

---

117) Wie sehr haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre normalen Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt?

- Überhaupt nicht    Etwas    Mäßig    Ziemlich    Sehr
- 

118) Wie stark waren Ihre Schmerzen in den vergangenen 4 Wochen?

- Keine Schmerzen    Sehr leicht    Leicht    Mäßig    Stark    Sehr stark
- 

119) Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den vergangenen 4 Wochen bei der Ausübung Ihrer Alltagsaktivitäten zu Hause und im Beruf behindert?

- Überhaupt nicht    Etwas    Mäßig    Ziemlich    Sehr
- 

**In diesen Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in den vergangenen 4 Wochen gegangen ist. (Bitte klicken Sie in jeder Zeile die Antwort an, die Ihrem Befinden am ehesten entspricht). Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen...**

120) voller Schwung?

- Immer  
 Meistens  
 Manchmal  
 Selten  
 Nie
- 

121) sehr nervös?

- Immer  
 Meistens  
 Manchmal  
 Selten  
 Nie
- 

122) so niedergeschlagen, dass nichts Sie aufheitern konnte?

- Immer  
 Meistens  
 Manchmal  
 Selten  
 Nie
- 

123) ruhig und gelassen?

- Immer  
 Meistens  
 Manchmal  
 Selten  
 Nie
- 

124) voller Energie?

- Immer  
 Meistens  
 Manchmal  
 Selten  
 Nie
- 

125) entmutigt und traurig?

- Immer  
 Meistens  
 Manchmal  
 Selten  
 Nie

---

126) erschöpft?

- Immer
- Meistens
- Manchmal
- Selten
- Nie

---

127) glücklich?

- Immer
- Meistens
- Manchmal
- Selten
- Nie

---

128) müde?

- Immer
- Meistens
- Manchmal
- Selten
- Nie

---

129) Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt?

Immer  Meistens  Manchmal  Selten  Nie

**Inwieweit trifft jede der folgenden Aussagen auf Sie zu?**

---

130) Ich scheine etwas leichter als andere krank zu werden

- Trifft ganz zu
- Trifft weitgehend zu
- Weiß nicht
- Trifft weitgehend nicht zu
- Trifft überhaupt nicht zu

---

131) Ich bin genauso gesund wie andere Menschen, die ich kenne

- Trifft ganz zu
- Trifft weitgehend zu
- Weiß nicht
- Trifft weitgehend nicht zu
- Trifft überhaupt nicht zu

---

132) Ich erwarte, dass mein Gesundheitszustand sich verschlechtert

- Trifft ganz zu
- Trifft weitgehend zu
- Weiß nicht
- Trifft weitgehend nicht zu
- Trifft überhaupt nicht zu

---

133) Mein Gesundheitszustand ist ausgezeichnet

- Trifft ganz zu
- Trifft weitgehend zu
- Weiß nicht
- Trifft weitgehend nicht zu
- Trifft überhaupt nicht zu