

Ruhr-Universität Bochum
Prof. Dr. med. Metin Senkal
Dienstort: Marien Hospital Witten
Abteilung für Allgemein- und Viszeralchirurgie

Follow-up-Ergebnisse nach Lasertherapie bei Sinus pilonidalis

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades der Medizin
einer
Hohen Medizinischen Fakultät
der Ruhr-Universität Bochum

vorgelegt von
Nils Lappe
aus Viersen
2023

Dekanin: Prof. Dr. med. Andrea Tannapfel
Referent: Prof. Dr. med. Metin Senkal
Korreferent: Prof. Dr. med. Orlin Belyaev

Tag der mündlichen Prüfung: 15.06.2023

Abstrakt

Lappe

Nils

Follow-up-Ergebnisse nach Lasertherapie bei Sinus pilonidalis

Einleitung:

Die Auswahl des optimalen Therapieverfahrens stellt bei Sinus pilonidalis Patienten eine Herausforderung dar. Nach wie vor gilt die komplette Exzision des betroffenen Gewebes trotz langer Wundheilungsdauern als chirurgischer Goldstandard [1]. Weniger invasive Verfahren gewinnen jedoch zunehmend an Popularität. Bisher existieren nur wenige Arbeiten über die Langzeitergebnisse der minimalinvasiven Lasertherapie bei Sinus pilonidalis.

Methode:

Diese Arbeit untersuchte die Langzeitergebnisse der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis. In die Studie konnten 64 Probanden aufgenommen werden, die zwischen 2013 und 2018 eine Lasertherapie an einem abszessfreien Sinus pilonidalis erhielten. Die Daten wurden aus den Krankenakten und Operationsberichten erhoben und durch einen standardisierten Fragebogen ergänzt. Den primären Endpunkt dieser Studie stellte die Heilungs- und Rezidivrate der Lasertherapie dar. Sekundäre Endpunkte waren die Dauer der Arbeitsunfähigkeit und der Wundheilung. Als Kovariaten wurden Lebensgewohnheiten wie der Alkohol- und Nikotinkonsum, der Body-Mass-Index sowie die Größe des Befundes hinsichtlich ihres Einflusses auf die Langzeitergebnisse untersucht.

Ergebnis:

Die Heilungsrate nach der Lasertherapie eines abszessfreien Sinus pilonidalis betrug 95,3 %. Die Rezidivrate lag bei 9,8 % bei einer medianen Wundheilungsdauer von 21 Tagen. Die postoperative Schmerzdauer belief sich im Median auf 2,5 Tage und die mediane Dauer der Arbeitsunfähigkeit betrug acht Tage.

Diskussion:

Die vorliegende Arbeit bestätigt die Lasertherapie des Sinus pilonidalis als vielversprechende Behandlungsmethode mit einer hohen Heilungs- und geringen Rezidivrate bei gleichzeitig schneller Wundheilung. Die mittlere Nachbeobachtungszeit von 44,8 Monaten ermöglichte eine Erfassung des langfristigen Therapieerfolges. Weitere Untersuchungen mit einer größeren Anzahl an Probanden sind sinnvoll. Hierbei sollte besonders die Lasertherapie bei Probanden mit Rezidiven oder Voroperationen am Sinus pilonidalis betrachtet werden.

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	8
1.1	Definition	8
1.2	Epidemiologie	8
1.3	Ätiologie und Pathogenese	8
1.4	Einteilung	10
1.4.1	Asymptomatischer Sinus pilonidalis	10
1.4.2	Akut abszedierender Sinus pilonidalis	10
1.4.3	Chronischer Sinus pilonidalis	10
1.5	Diagnostik	10
1.6	Differenzialdiagnosen	11
1.7	Therapieoptionen	11
1.7.1	Konservative Therapieoptionen	12
1.7.2	Operative Therapieformen	12
1.7.2.1	Stichinzision	12
1.7.2.2	Exzision mit sekundärer Wundheilung	13
1.7.2.3	Exzision mit Primärverschluss	13
1.7.2.3.1	Asymmetrische Verschluss technik	14
1.7.2.3.2	Rhomboid Lappenplastik	15
1.7.3	Minimalinvasive Techniken	15
1.7.3.1	Sinusektomie	15
1.7.3.2	Fistelspaltung	16

1.7.3.3	Pit-Picking-Operation	16
1.7.3.4	Endoskopische Behandlung des Sinus pilonidalis.....	16
1.7.3.5	Lasertherapie bei Sinus pilonidalis	16
1.8	Komplikationen	19
2	ZIELSETZUNG	20
3	METHODEN	21
3.1	Lasertherapie bei Sinus pilonidalis im Marien Hospital Witten.....	21
3.2	Datenerhebung und Datenanalyse	25
3.3	Probandenkollektiv	26
3.4	Aufklärung und Datenschutz	26
3.5	Begriffsdefinitionen	26
3.6	Statistik	27
4	ERGEBNISSE	28
4.1	Epidemiologie.....	28
4.1.1	Anzahl der Lasertherapien bei Sinus pilonidalis pro Jahr	28
4.1.2	Beobachtungszeitraum.....	28
4.1.3	Probandenalter zum Zeitpunkt der Lasertherapie	29
4.1.4	Geschlechterverteilung	30
4.1.5	Lebensgewohnheiten	30
4.1.5.1	Verteilung der BMI-Klassifikationen	30
4.1.5.2	Alkohol- und Nikotinkonsum	30

4.1.5.3	Diabetes mellitus	32
4.1.6	Familienanamnese	32
4.1.7	Präoperative Abszessinzision	32
4.1.8	Anzahl der Primärfisteln im Bereich der Rima ani.....	33
4.2	Behandlungsergebnisse.....	33
4.2.1	Heilungsrate	33
4.2.2	Wundheilungsdauer	33
4.2.2.1	Wundheilungsdauer bei Nikotinkonsum	34
4.2.3	Verweildauer.....	35
4.2.4	Arbeitsunfähigkeit	35
4.2.5	Postoperative Wundschmerzen.....	36
4.2.6	Rezidivrate	36
4.2.6.1	Erfolgsrate der Lasertherapie bei Nikotinkonsum.....	37
4.2.6.2	Erfolgsrate der Lasertherapie bei Alkoholkonsum	37
4.2.6.3	Erfolgsrate der Lasertherapie und Body-Mass-Index	37
4.2.6.4	Erfolgsrate der Lasertherapie und Anzahl der Primärfisteln	38
4.2.7	Postoperative Zufriedenheit der Probanden.....	40
5	DISKUSSION.....	41
6	ZUSAMMENFASSUNG	49
7	LITERATURVERZEICHNIS.....	51

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BMI	-	Body-Mass-Index
WHO	-	World Health Organization
CRP	-	C-reaktives Protein
n	-	Anzahl
nm	-	Nanometer
mm	-	Millimeter
m	-	Meter
kg	-	Kilogramm
s	-	Sekunde
KI	-	Konfidenzintervall
Mdn	-	Median
M	-	Mittelwert
SD	-	Standardabweichung
IQR	-	Interquartilsabstand
SiLaC [®]	-	Sinus Laser ablation of the Cyst

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Asymmetrische Verschlusstechnik nach Komplettextzision bei Sinus pilonidalis	14
Abbildung 2: Rhomboid Lappenplastik bei Sinus pilonidalis.....	15
Abbildung 3: Lasertherapie bei Sinus pilonidalis (mit freundlicher Genehmigung der biolitec biomedical technology GmbH).....	18
Abbildung 4: Sinus pilonidalis mit drei Primäröffnungen (Pits) und einer Sekundäröffnung.....	22
Abbildung 5: Sondierung und Reinigung der Fistelgänge mittels Knopfsonde.....	22
Abbildung 6: Subkutane Applizierung einer Natriumchloridlösung lateral der Rima ani	23
Abbildung 7: Einbringen der Dioden-Lasersonde in die Fistelgänge	23
Abbildung 8: Zurückziehen der Lasersonde durch die Fistelgänge unter kontinuierlichem Auslösen der Laserenergie	24
Abbildung 9: Sinus pilonidalis nach der Lasertherapie.....	24
Abbildung 10: Anzahl der Lasertherapien bei Sinus pilonidalis in der Studienpopulation pro Jahr (n=64)	28
Abbildung 11: Beobachtungszeitraum der Probanden nach der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis (n=64).....	29
Abbildung 12: Alter der Probanden zum Zeitpunkt der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis (n=64).....	29
Abbildung 13: Verteilung der Probanden in den Body-Mass-Index-Klassifikationen nach World Health Organization (n=64)	30
Abbildung 14: Nikotinkonsum der aktiven Raucher in der Studienpopulation (n=30)	31
Abbildung 15: Initiale Abszessinzision im Vergleich zur einzeitig durchgeführten Lasertherapie bei Sinus pilonidalis (n=64)	32
Abbildung 16: Verteilung der Probanden nach Anzahl der Primärfisteln bei Sinus pilonidalis (n=64).....	33
Abbildung 17: Wundheilungsdauer nach der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis (n=57)	34
Abbildung 18: Wundheilungsdauer nach der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis bei Nikotinkonsum der Probanden (n=57)	34

Abbildung 19: Dauer der Arbeitsunfähigkeit der Probanden nach der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis (n=63).....	35
Abbildung 20: Dauer der postoperativen Wundschmerzen nach der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis (n=64).....	36
Abbildung 21: Monat des aufgetretenen Rezidivs nach der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis (n=6).....	37
Abbildung 22: Erfolgsrate der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis in Abhängigkeit von der Body-Mass-Index-Klassifikation nach World Health Organization (n=64)	38
Abbildung 23: Erfolgsrate der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis in Abhängigkeit von der Anzahl der Primärfisteln (n=64).....	39
Abbildung 24: Zufriedenheit der Probanden nach der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis in Schulnoten (n=64)	40

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Probandenverteilung in den Alkoholkonsumgruppen	31
Tabelle 2: Rezidivstatus der Probanden nach der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis	36
Tabelle 3: Einflussfaktoren auf die Erfolgsrate der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis	39
Tabelle 4: Vergleich der Behandlungsergebnisse der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis	42

1 EINLEITUNG

1.1 Definition

Der Sinus pilonidalis ist eine fistelbildende Entzündung im subkutanen Fettgewebe der Glutealregion [1]. Das Krankheitsbild kann asymptomatisch, chronisch oder akut verlaufen und ist typischerweise im Bereich der Rima ani vorzufinden [2]. Herbert Mayo beschrieb 1833 erstmalig das Krankheitsbild eines Sinus pilonidalis [3]. Die Bezeichnung leitet sich aus dem Lateinischen ab „Sinus“ (Bucht), „Pilus“ (Haar), „Nidus“ (Nest) [4]. Weitere Synonyme der Erkrankung sind „Jeep disease“, „Steißbeinfistel“, „Pilonidalsinus“ oder „Pilonidalzyste“.

1.2 Epidemiologie

Im Jahr 2012 betrug die Inzidenz des Sinus pilonidalis in der Bundesrepublik Deutschland 48/100.000 Einwohner pro Jahr [1]. Besonders häufig sind Männer in der zweiten und dritten Lebensdekade betroffen [5, 6]. Männern sind zwei bis dreimal häufiger betroffen als Frauen [5, 7]. Aufgrund des häufigen Auftretens eines Sinus pilonidalis bei US-amerikanischen Soldaten im zweiten Weltkrieg entwickelte sich der Begriff „Jeep disease“. Die hohen Fallzahlen im Militär wurden mit langen Fahrten in Geländewägen in Verbindung gebracht [8, 9]. Die Theorie der erhöhten Inzidenz aufgrund einer sitzenden Tätigkeit konnte nicht bestätigt werden [10].

1.3 Ätiologie und Pathogenese

Aufgrund des häufigen Auftretens in der Rima ani wurde zunächst angenommen, dass das Krankheitsbild des Sinus pilonidalis angeboren sei. Man vermutete einen fehlerhaften Ektodermschluss über dem Neuralrohr, der das Eindringen von Haarfollikeln in das Gewebe der Glutealregion begünstige [1, 11]. Durch diese Theorie ließ sich jedoch nicht erklären, weshalb nicht weitere Hautanhangsgebilde im betroffenen Bereich vorzufinden sind [12, 13]. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt wird die Erkrankung als erworben angesehen [1]. Eine genetische Co-Disposition wird jedoch weiterhin diskutiert [1, 14]. Das Auftreten an unterschiedlichen Körperregionen untermauert die Theorie des erworbenen Sinus pilonidalis. Neben der typischen Lokalisation in der Rima ani sind weitere Körperstellen bekannt, an denen das Erkrankungsbild auftritt: die Axilla, der Nabel, der Penis oder die Interdigitalfalten [15-18]. Letzteres ist besonders häufig bei Friseuren zu beobachten [18]. Auch Vulva,

Anus und Brust können betroffen sein [19-22]. Im Folgenden wird der Begriff des Sinus pilonidalis synonym für die Lokalisation in der Glutealregion verwendet.

Der Ursprung der vorzufindenden Haare im Pilonidalsinus wurde in einer Studie aus dem Jahr 2018 untersucht [23]. Hierbei zeigte sich, dass an den Haaren in der Höhle des Sinus pilonidalis keine Haarfollikel vorhanden waren. Es handelte sich demnach nicht um Haare, die innerhalb des Sinus pilonidalis gewachsen waren. Ein histologischer Vergleich zeigte, dass okzipitale Haare für die Entstehung eines Sinus pilonidalis verantwortlich sind [23]. Das Auftreten an Körperregionen ohne Behaarung, wie dem Analkanal, könnte so ebenfalls erklärt werden [24].

Der grundlegende Entstehungsmechanismus des Sinus pilonidalis ist folglich multifaktoriell [25]. Abgebrochene, scharfkantige Haare werden durch die Reibebewegung der Nates in die Haut der Glutealregion hineingedreht. Bei diesem Prozess dringt das Haar durch die Epidermis tiefer in die Subkutis ein [1, 13, 25, 26]. Die Hornschuppen des Haares wirken dabei als Widerhaken [12, 13]. Im subkutanen Fettgewebe der Glutealregion bildet sich durch den Fremdkörper ein Granulom. Dieses Fremdkörpergranulom heilt nicht spontan und kann sich infizieren [1, 12, 13]. Es kommt zu einer Fistelbildung unterschiedlichen Ausmaßes mit Fistelmündungen im Bereich der Rima ani [27].

Die Tiefe der Rima ani sowie Adipositas scheinen Risikofaktoren für die Entstehung eines Sinus pilonidalis zu sein [28 - 30]. Eine regelmäßige Entfernung der Haarfragmente durch Duschen oder Baden ist in der Prävention eines Sinus pilonidalis von Vorteil [29, 31]. Ein Erklärungsversuch, weshalb häufig junge Männer betroffen sind, ist eine höhere Konzentration von Schnitthaaren in der Rima ani infolge regelmäßiger Haarschnitte [1]. Dies könnte auch die erhöhte Prävalenz des Sinus pilonidalis bei Militärangehörigen erklären [8, 9, 32].

1.4 Einteilung

Das Krankheitsbild des Sinus pilonidalis lässt sich in drei Formen einteilen.

1.4.1 Asymptomatischer Sinus pilonidalis

Bei den Patienten zeigen sich reizfreie Pori im Bereich der Rima ani mit subklinischen Entzündungszeichen ohne wesentliche Beschwerdesymptomatik. Diese Erscheinungsform ist häufig ein Zufallsbefund. Spontanheilungen wurden bisher nicht beobachtet. Stattdessen ist ein Übergang in die akut abszedierende oder chronische Form möglich [1, 33].

1.4.2 Akut abszedierender Sinus pilonidalis

Für einen akuten Sinus pilonidalis sind die Zeichen einer lokalen Entzündung wie Schwellung, Rötung, Überwärmung sowie Schmerzen in der Glutealregion charakteristisch [2, 34]. Aufgrund eines Abszesses und der damit einhergehenden Schwellung können die typischen Pori im Bereich der Rima ani auch verdeckt vorliegen [2]. Eine spontane Entleerung der Abszesshöhle mit anschließender Reduktion der Schmerzen kann in einigen Fällen beobachtet werden [6, 34]. Auch Fieber und ein allgemeines Krankheitsgefühl können in Verbindung mit einem akut abszedierenden Sinus pilonidalis auftreten [6].

1.4.3 Chronischer Sinus pilonidalis

Bei der chronischen Form des Sinus pilonidalis fehlen die klinischen Zeichen eines akuten Abszesses [6]. Eine intermittierende, seropurulente Sekretion aus den Pori ist charakteristisch [2, 6]. Schmerzen in der Glutealregion spielen hier weniger eine Rolle als bei der akut abszedierenden Form. Bei den Patienten zeigt sich eine signifikant höhere Anzahl an Fistelgängen [2]. Die chronische Form kann jeder Zeit in die akute Form des Sinus pilonidalis übergehen [5].

1.5 Diagnostik

Zur Diagnostik des Sinus pilonidalis gehört neben der Anamnese die klinische Untersuchung mit gründlicher Inspektion, Palpation und gegebenenfalls Sondierung der Fistelgänge [1, 6]. Es zeigen sich die typischen klinischen Beschwerden und Veränderungen in der Glutealregion. Bei der Palpation kann häufig eine blutig-seröse Sekretion aus den Primäröffnungen (Pori) des Sinus pilonidalis beobachtet

werden [1, 6]. Ergänzende bildgebende Verfahren können bei speziellen Fragestellungen und zur differenzialdiagnostischen Abgrenzung hilfreich sein [6]. Je nach Ausmaß des akuten Abszesses zeigt sich in der laborchemischen Untersuchung eine Leukozytose oder ein CRP- Anstieg [35].

1.6 Differenzialdiagnosen

Differenzialdiagnostisch ist an eine Acne inversa, perianale Fisteln sowie Morbus Crohn-Fisteln zu denken [1]. Die Abgrenzung gelingt in der Regel durch die unterschiedlichen Lokalisationen und Begleitsymptome der Krankheitsbilder. Das typische Merkmal des Sinus pilonidalis sind die Pori im Bereich der Rima ani [2, 6]. Die chronisch-entzündlichen, subkutanen Knoten der Acne inversa können zur Ausbildung von Fistelgängen und Abszessen führen. Sie treten überwiegend inguinal und axillär auf, können aber auch in der Rima ani vorkommen [36]. Eine perianale Fistel imponiert als zum Analkanal ziehender, derber Strang mit Ursprung in den Proktodealdrüsen [37, 38]. Analfisteln und anorektale Abszesse sind häufig erste Symptome eines Morbus Crohn. Die Abgrenzung eines Morbus Crohn zu einem Sinus pilonidalis erfolgt durch die typischen klinischen Beschwerden wie unblutige, chronische Diarrhoe oder Appendizitis ähnliche Symptome [39, 40].

1.7 Therapieoptionen

Es existieren verschiedene operative Verfahren zur Behandlung des Sinus pilonidalis. Die Auswahl der passenden Therapie ist dabei abhängig von der Erscheinungsform des Krankheitsbildes [33, 41]. Liegt ein akut abszedierender Sinus pilonidalis vor, erfolgt die chirurgische Behandlung häufig zweizeitig. Im ersten Schritt wird der Abszess eröffnet und die Abszeshöhle gespült. Sobald die Entzündung abgeklungen ist, wird die definitive chirurgische Therapie durchgeführt. Bei der asymptomatischen und chronischen Form des Sinus pilonidalis ist eine vorherige Abszessinzision nicht notwendig [1, 6, 41].

Häufig wird zur operativen Therapie des Sinus pilonidalis die Exzision mit sekundärer Wundheilung durchgeführt, die jedoch eine lange Wundheilungsdauer aufweist [42]. In den vergangenen Jahren ist die Anwendung minimalinvasiver Verfahren in den Fokus gerückt. Es konnten vielversprechende Heilungs- und Rezidivraten bei gleichzeitig schneller Wundheilung gezeigt werden [43, 44]. Im Folgenden werden die am häufigsten verwendeten Therapieverfahren dargestellt.

1.7.1 Konservative Therapieoptionen

Lokale Kühlung, Sitzbäder, Antibiotikagabe, Schmerzmedikation oder eine Abszessdrainage können zur Symptomlinderung eingesetzt werden [45, 46]. Der Operationszeitpunkt kann so um einige Monate verzögert werden. Die Haarentfernung in der Glutealregion ist ebenfalls im Zuge der konservativen Therapieoptionen zu nennen. Eine postoperative Epilation zeigte einen positiven Effekt auf die Heilungs- und Rezidivrate [45]. Die postoperative Rasur hingegen verschlechtert die Langzeitprognose sogar [47]. Die Laserepilation als perioperative Rezidivprophylaxe zeigte einen positiven Effekt mit niedrigen Rezidivraten nach der Operation am Pilonidalsinus [48-50]. Die Laserepilation wird empfohlen, falls alle anderen Mittel der Rezidivprophylaxe ausgeschöpft sind und ein erhöhtes Rezidivrisiko vorliegt [1]. Als semi-konservative Maßnahme gilt die Injektion einer Phenollösung in die Fistelgänge. In Deutschland ist diese Therapieoption jedoch bisher nicht zugelassen [1]. Die Phenollösung weist eine hohe Gewebetoxizität auf und in einer Metaanalyse von Stauffer et al. zeigte sich eine hohe Rezidivrate von 40,4 % [51, 52].

1.7.2 Operative Therapieformen

1.7.2.1 Stichinzision

Im akut abszedierenden Stadium eines Sinus pilonidalis erfolgt in der Regel eine Entlastungsinzision des Abszesses. Eine ambulante Durchführung der Abszessinzision in Lokalanästhesie ist möglich [6]. Vorteile dieses Verfahrens sind die rasche Schmerzlinderung durch Reduktion der Schwellung sowie eine anschließend bessere Darstellung der Primärfisteln. Die Planung der weiteren operativen Versorgung wird so erleichtert. Gegebenenfalls erfolgt eine Abstrichentnahme sowie eine zusätzliche antibiotische Behandlung [53, 54].

Nachdem die akute Infektion abgeklungen ist, findet das weitere chirurgische Vorgehen statt. Das zweizeitige Vorgehen ist assoziiert mit niedrigeren Rezidivraten im Vergleich zum einzeitigen Vorgehen [53, 55]. Die definitive Versorgung eines akuten Sinus pilonidalis ohne vorherige Abszessinzision sollte daher nur in Ausnahmefällen erfolgen [1].

1.7.2.2 Exzision mit sekundärer Wundheilung

Die Exzision des Sinus pilonidalis mit anschließender sekundärer Wundheilung wird in Deutschland als Standardmethode angewendet [1]. Das betroffene Gewebe kann zur genaueren Identifizierung zunächst mit Methylenblaulösung angefärbt werden. Anschließend erfolgt die Exzision des markierten Gewebes. Nach der Exzision wird die Wunde zur sekundären Wundheilung offen belassen. Der Defekt verschließt sich vom Wundgrund aus durch granulierendes Gewebe [42, 56-58].

Die Wunde wird häufig mit einem Vakuumverband verschlossen. Bei diesem Verfahren wird ein Kunststoffschwamm in die Wunde eingebracht und mit einer sterilen Folie abgedeckt. Durch eine Pumpe kann ein Unterdruck aufgebaut werden, der zu einer verbesserten Wundheilung führt [6, 59]. Diese Methode eignet sich besonders bei größeren Wunddefekten. Nach der Exzision mit sekundärer Wundheilung weisen die Patienten jedoch im Mittel lange Wundheilungsdauern von 40 bis 77 Tagen auf [42, 56, 58,]. Rezidive wurden bei 3 % bis 23 % der Patienten beobachtet [42, 51, 56-58].

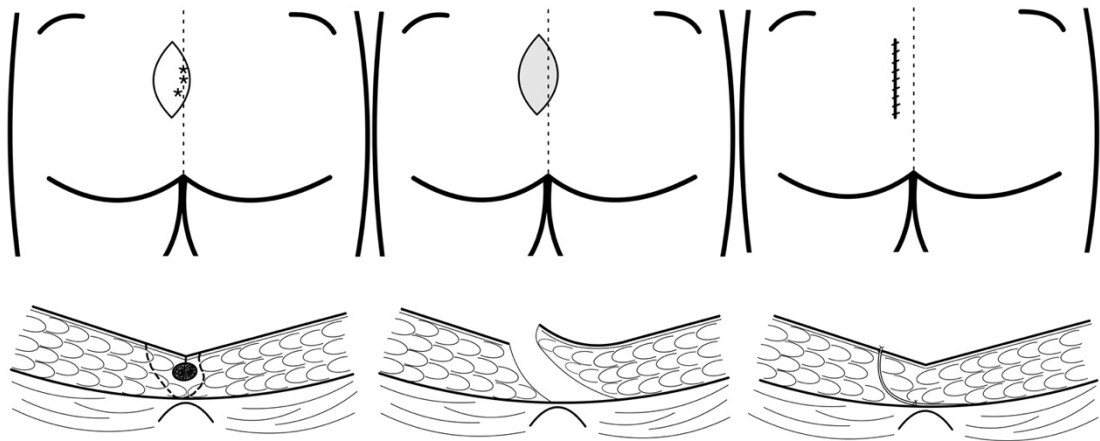
1.7.2.3 Exzision mit Primärverschluss

Die Exzision des Sinus pilonidalis in Kombination mit einer plastischen Deckung ist ebenfalls eine mögliche Therapieoption. Hierbei wird das betroffene Gewebe des Sinus pilonidalis mit Methylenblaulösung markiert und komplett oder nur teilweise exzidiert [6, 41, 60]. Die Schnittführung wird in Abhängigkeit des gewählten Verfahrens zum anschließenden plastischen Verschluss gewählt. Ein Verschluss sollte nur im infektfreien Zustand durchgeführt werden und erfolgt in der Mittellinie oder asymmetrisch, gegebenenfalls in Form einer Lappenplastik [6, 61].

Bei dem Wundverschluss in der Mittellinie wird die Naht nach der Exzision in der Mittellinie angelegt [62]. Durch den medialen Wundverschluss soll die Dauer der Wundheilung verkürzt werden. Es zeigte sich jedoch eine höhere postoperative Infektions- und Rezidivrate im Vergleich zur asymmetrischen Verschlussart oder der Exzision mit sekundärer Wundheilung [63, 64].

1.7.2.3.1 Asymmetrische Verschlussstechnik

Bei der asymmetrischen Verschlussstechnik nach Komplettexzision entsteht die postoperative Wundnaht außerhalb der Mittellinie. Die Besonderheit liegt dabei in der lateralen Anlage der Wundnaht mit resultierender Abflachung der Rima ani [27, 65, 66]. Zuerst erfolgt eine asymmetrische, elliptische Exzision des betroffenen Gewebes. Von der kontralateralen Seite wird ein subkutaner Lappen mobilisiert und über die Mittellinie hinaus verlegt (Abbildung 1). Anschließend wird die Wunde dreischichtig verschlossen [1, 27, 66]. Diese Methode zeigte Wundheilungsdauern zwischen 26 Tagen und 32 Tagen, Rezidive wurden bei 2 % bis 7 % der Probanden beobachtet [65–69].

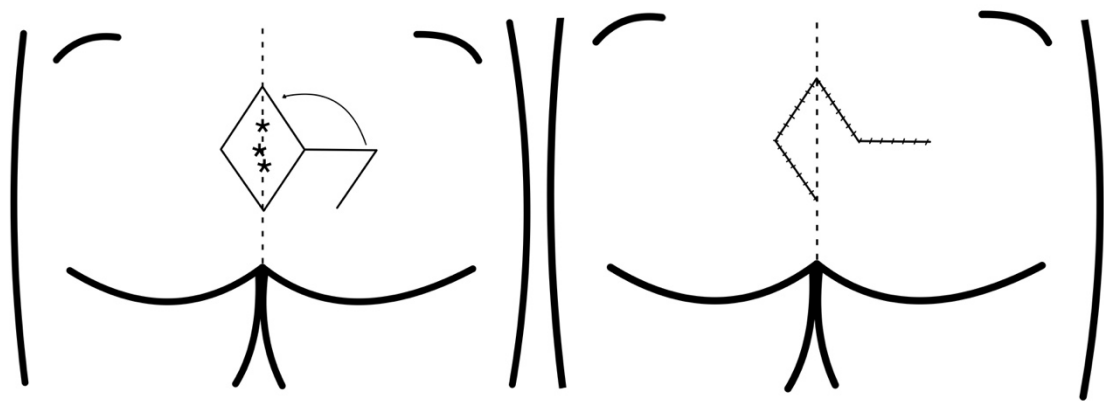


*Abbildung 1: Asymmetrische Verschlussstechnik nach Komplettexzision bei Sinus pilonidalis
Quelle: In Anlehnung an Kitchen et al. (1996) 1452–1455 [66]*

Eine weitere Operationstechnik ist die „Cleft-lift-Methode“ [70]. Der Unterschied zur klassischen asymmetrischen Verschlussstechnik liegt in der Dicke des exzidierten Gewebes und des Hautlappens. Diese sind mit zwei bis drei Millimetern deutlich dünner als der circa ein Zentimeter dicke, subkutane Lappen der klassischen Variante [1, 66, 71]. Eine radikale Entfernung des betroffenen Gewebes wird nicht durchgeführt. Der Sinus pilonidalis wird lediglich von entzündlichem Gewebe befreit. Auch bei dieser Methode erfolgt eine Lateralisierung und Abflachung der Rima ani [70-72]. Aufgrund der komplizierten Schnittführung erfordert das Cleft-lift-Verfahren eine operative Expertise. Es konnten Heilungsraten von 95,7 % bis 96,6 % sowie Rezidivraten zwischen 4,7 % und 5,3 % beobachtet werden [70, 72-74].

1.7.2.3.2 Rhomboid Lappenplastik

Die Rhomboid Lappenplastik ist eine weitere Behandlungsoption des Sinus pilonidalis. Bei dieser Methode wird das zu exzidierende Gewebe rautenförmig entfernt (Abbildung 2). Auch der subkutane Hautlappen zum Verschluss des Defektes ist rautenförmig angelegt [75, 76]. Die Lokalisation der Operationswunde in der Rima ani begünstigt die Entstehung von Rezidiven und Wundheilungsstörungen [76]. Die Rhomboid Lappenplastik wurde daher oft abgewandelt, um die resultierende Narbe außerhalb der Rima ani anzulegen. Die abgewandelten Formen zeigten weniger Rezidive und Komplikationen in der Wundheilung [76, 77].



*Abbildung 2: Rhomboid Lappenplastik bei Sinus pilonidalis
Quelle: In Anlehnung an Gwynn et al. (1986) 40–41 [75]*

1.7.3 Minimalinvasive Techniken

Der Hauptvorteil der minimalinvasiven Verfahren besteht im geringen Gewebetrauma der Behandlung. Sie können daher auch ambulant durchgeführt werden. Die Verweildauer im Krankenhaus und die Zeit der Arbeitsunfähigkeit können so minimiert werden [78-80]. Aufgrund dieser Vorteile kam es in den vergangenen Jahren zu einer zunehmenden Anwendung. Bei allen Methoden kann ein zweizeitiges Vorgehen mit vorheriger Abszessinzigion notwendig sein [6, 53].

1.7.3.1 Sinusektomie

Das auch als „limited excision“ beschriebene Verfahren der Sinusektomie gehört zu den minimalinvasiven Methoden. Von den Pori ausgehend werden die Fistelgänge des Sinus pilonidalis frei präpariert. Dabei wird keine radikale Exzision des Gewebes durchgeführt. Das dabei entstehende Gewebetrauma ist geringer als bei der klassischen

Komplettexzision. Anschließend erfolgt eine sekundäre Wundheilung [81, 82]. In der Literatur liegen die Rezidivraten je nach Dauer der Nachbeobachtungszeit zwischen 2 % und 34 % [51, 81, 82].

1.7.3.2 Fistelspaltung

Die Fistelspaltung des Sinus pilonidalis trägt auch den Namen „Lay-Open-Technik“. Ähnlich wie bei der Sinusektomie werden die Fistelgänge von den Pori ausgehend präpariert. Die Fistelgänge werden dabei jedoch nicht exzidiert sondern lediglich eröffnet. Dadurch entstehen oberflächliche Wunden, die anschließend offen belassen werden. Es zeigten sich Rezidivraten von 3,7 % bis 15,1 % [83, 84].

1.7.3.3 Pit-Picking-Operation

Die Pit-Picking-Operation wurde erstmalig 1980 von John Bascom beschrieben [14]. Die Pori in der Rima ani sind über wenige Millimeter mit Epithel ausgekleidet und können so nicht abheilen [43]. Durch das Pit-Picking werden die Primäröffnungen (Pits) mit einem schmalen Saum von circa einem Millimeter exzidiert. Im Bereich des subkutanen Sinus erfolgt eine Gegeninzision. Aufgrund der Deepithelialisierung können die Fistelgänge abheilen [43, 85]. Durch das geringe Gewebetrauma sind grundsätzlich keine spezifischen Nachsorgen notwendig [1, 43]. In der Literatur werden Rezidivraten zwischen 15 % und 17 % angegeben [43, 51, 85, 86].

1.7.3.4 Endoskopische Behandlung des Sinus pilonidalis

In diesem Verfahren erfolgt im ersten Schritt eine limitierte Exzision der Primäröffnungen in der Mittellinie [79, 80]. Die folgende Reinigung der Fistelgänge wird durch eine endoskopische Kontrolle unterstützt. Erste Untersuchungen zeigten vielversprechende Ergebnisse mit Rezidivraten zwischen 2 % und 4 % [79, 80].

1.7.3.5 Lasertherapie bei Sinus pilonidalis

Theodore Maiman entwickelte 1960 den ersten funktionierenden Laser [87]. Seitdem haben sich Laser in der Medizin zu multidisziplinären Operationsinstrumenten entwickelt. Das Wort Laser steht als Akronym für “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” (Lichtverstärkung durch stimulierte Strahlungsemission). Zur Erzeugung von Laserstrahlung wird ein Lasermedium durch eine externe

Energiezufuhr angeregt und in einem Resonator verstärkt. Als Medium werden Festkörper (Halbleiter, Kristalle), Gase (z.B. Kohlenstoffdioxid) oder Flüssigkeiten (z.B. Farbstofflösungen) verwendet. Die Energiezufuhr erfolgt optisch (z.B. Blitzlampe) oder elektrisch. Die große Verstärkung und Bündelung der Strahlung sorgt für eine hohe Strahlungsdichte [88, 89].

Laserstrahlung kann zur Koagulation, Ablation oder Durchtrennung von biologischem Gewebe genutzt werden. Die Gewebereaktion hängt dabei von der Wellenlänge, Leistung und Dauer der Strahlung ab. Auch Dichte und Wassergehalt des Gewebes sind entscheidend [90].

In der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis kommen Diodenlaser zum Einsatz. Falls ein akut abszedierender Sinus pilonidalis vorliegt, wird die Behandlung zweizeitig mit initialer Abszessinzision durchgeführt. Bei Abszessfreiheit findet in der Regel nur eine Behandlung statt. Von den Pori ausgehend werden die Fistelgänge zuerst sondiert und gereinigt. Danach erfolgt durch einen Inzisionsschnitt neben der Rima ani die Reinigung der Höhle des Sinus pilonidalis. Aufgrund des geringen Durchmessers kann die Lasersonde anschließend flexibel in die Fistelgänge eingebracht werden (Abbildung 3). Unter kontinuierlichem Auslösen des Lasers wird die Sonde durch den Fistelgang zurückgezogen. Die auf das Gewebe wirkende Energie hängt dabei von der Rückzugsgeschwindigkeit der Lasersonde sowie der eingestellten Leistung ab. Eine Wellenlänge von 1470 nm determiniert die Eindringtiefe der Laserenergie in das Gewebe auf zwei bis drei Millimeter [91]. Die radial abgegebene Energie der Laserfaser wird durch Absorptionsprozesse auf das Gewebe übertragen und in Wärme umgewandelt [90]. Das Fistelepithel wird so mit einer Leistung von 7-14 Watt thermisch koaguliert. Durch das Schrumpfen des Fistelganges haftet die Lasersonde am umliegenden Gewebe. Der Operateur erhält so eine unmittelbare, taktile Rückmeldung. Eine lateral der Rima ani applizierte Natriumchloridlösung soll die Hitzeeinwirkung auf das angrenzende Gewebe reduzieren. Die entstehenden Wunden sind durch die Anzahl der Pori vorgegeben, haben einen Durchmesser von durchschnittlich vier Millimetern und werden zur sekundären Wundheilung offen belassen [44, 92-105].

Die Lasertherapie des Sinus pilonidalis zeigte Heilungsraten zwischen 84 % und 97,3 % . Es konnten Rezidivraten von 1,6 % bis 26 % beobachtet werden [44, 93-105]. Aufgrund der unzureichenden Studienlage über die Langzeitergebnisse der Lasertherapie ist keine Empfehlung in der aktuellen deutschen Leitlinie zu finden [1].

Die Lasertherapie rückt jedoch zunehmend in den Fokus der Forschung und zeigte vor allem bei Befunden ohne Voroperation vielversprechende Aussichten.

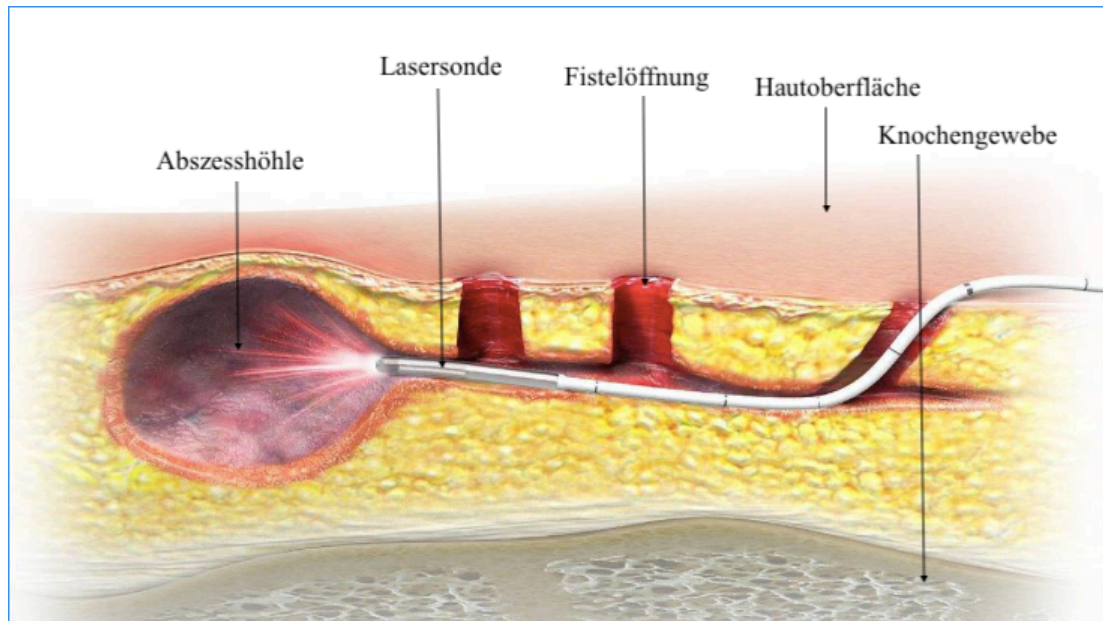


Abbildung 3: Lasertherapie bei Sinus pilonidalis

Quelle: biolitec biomedical technology GmbH, Patienteninformation SiLaC® Lasertherapie

1.8 Komplikationen

Die postoperative Wundinfektion stellt eine häufige Komplikation der Therapie des Sinus pilonidalis dar [106]. Die Größe des exziierten Gewebes steht dabei im direkten Zusammenhang zum erhöhten Risiko für eine Wundinfektion sowie einer verlängerten Wundheilungsdauer [107]. Die Gabe von Antibiotika zur Reduzierung der postoperativen Wundinfektionen wird kontrovers diskutiert [108-111]. Zur Vorbeugung von Wundinfektionen wird empfohlen, die Wunde in der Heilungsphase regelmäßig mit Wasser in Trinkwasserqualität zu spülen [112]. Das Auftreten eines Rezidivs ist eine weitere Komplikation der Behandlung des Sinus pilonidalis. Am häufigsten treten Rezidive im ersten Jahr nach der Sinus pilonidalis Operation auf [5, 6, 106, 113]. Die maligne Entartung des Sinus pilonidalis zu einem Plattenepithelkarzinom ist eine seltene Komplikation [114, 115]. In einer Studie von Pilipshen et al. entwickelten zwei von 2457 Probanden ein Plattenepithelkarzinom am Pilonidalsinus [115].

2 ZIELSETZUNG

In der vorliegenden Arbeit wurden die Langzeitergebnisse der 2013 bis 2018 durchgeführten Lasertherapie eines abszessfreien Sinus pilonidalis näher untersucht. Die Heilungs- und Rezidivrate waren entscheidend für die Beurteilung des Behandlungserfolges und stellten den primären Endpunkt dieser Arbeit dar. Sekundäre Endpunkte waren die Dauer der postoperativen Wundheilung und Arbeitsunfähigkeit. Als Kovariaten wurden der Alkohol- und Nikotinkonsum, der Body-Mass-Index sowie die Befundgröße hinsichtlich ihres Einflusses auf die Behandlungsergebnisse untersucht.

3 METHODEN

3.1 Lasertherapie bei Sinus pilonidalis im Marien Hospital Witten

Im Marien Hospital in Witten erfolgt die Lasertherapie bei Sinus pilonidalis unter der Bezeichnung „Laser-Pit-Sealing“ (Abbildung 4 - 9). Falls ein akut abszedierender Sinus pilonidalis vorliegt, findet die Behandlung zweizeitig statt. Im ersten Schritt wird der Abszess im ambulanten Rahmen eröffnet, gespült und gereinigt. Anschließend erfolgt für zehn Tage eine antibiotische Behandlung. Sobald die Entzündung abgeklungen ist, kann die Lasertherapie elektiv durchgeführt werden. Bei Abszessfreiheit findet nur eine Behandlung statt.

Der Eingriff wird in Bauchlage und unter Vollnarkose oder Spinalanästhesie durchgeführt. Zuerst erfolgt eine Inspektion der Rima ani auf sichtbare Pori. Von den Pori ausgehend wird jeder Fistelgang sondiert und eventuell vorhandene Haare entfernt. Anschließend erfolgt durch einen zwei Zentimeter großen Inzisionsschnitt lateral der Rima ani die Revidierung und Reinigung der Höhle des Sinus pilonidalis. Zuletzt wird die Dioden-Lasersonde in die Fistelgänge eingebracht und unter kontinuierlichem Auslösen der Laserenergie mit einer Geschwindigkeit von ca. 1mm/s durch den Fistelgang zurückgezogen. Das Fistelepithel wird dabei durch die abgegebene Energie der Laserfaser mit einer Wellenlänge von 1470 nm und einer Leistung von 7 Watt thermisch koaguliert. Die subkutane Applizierung einer Natriumchloridlösung lateral der Rima ani reduziert die Hitzeeinwirkung auf das umliegende Gewebe. Anschließend wird eine sekundäre Wundheilung angestrebt. Den Probanden wurde ein bis zwei Wochen nach der Lasertherapie ein Kontrolltermin in unserer proktologischen Sprechstunde angeboten.



Abbildung 4: Sinus pilonidalis mit drei Primäröffnungen (Pits) und einer Sekundäröffnung



Abbildung 5: Sondierung und Reinigung der Fistelgänge mittels Knopfsonde



Abbildung 6: Subkutane Applizierung einer Natriumchloridlösung lateral der Rima ani



Abbildung 7: Einbringen der Dioden-Lasersonde in die Fistelgänge



Abbildung 8: Zurückziehen der Lasersonde durch die Fistelgänge unter kontinuierlichem Auslösen der Laserenergie



Abbildung 9: Sinus pilonidalis nach der Lasertherapie

3.2 Datenerhebung und Datenanalyse

Diese Arbeit soll die Langzeitergebnisse der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis, die im Marien Hospitals Witten durchgeführt wurde, darstellen. Die potenziellen Probanden erhielten ein Informationsschreiben, einen Fragebogen sowie eine Einverständnis- und Datenschutzerklärung. Die verschickten Unterlagen beinhalteten einen frankierten Rückumschlag. Die Studienteilnahme erfolgte nach schriftlicher Einwilligung der Patienten. Bei fehlender Rückmeldung wurden die Patienten telefonisch kontaktiert. Im Falle des Einverständnisses zur Studienteilnahme erfolgte ein Telefoninterview anhand eines standardisierten Fragebogens. Keine Studienteilnahme erfolgte bei Ablehnung oder fehlender Erreichbarkeit. Alle Patienten gaben ihr informiertes Einverständnis an der Studie teilzunehmen. Die Deklaration von Helsinki wurde eingehalten.

Der Fragebogen beinhaltete allgemeine Informationen über das Alter, Geschlecht, Gewicht und die Körpergröße der Probanden. Im Abschnitt Lebensgewohnheiten wurde der Alkohol- und Nikotinkonsum erfragt sowie ein bestehender Diabetes mellitus. Anschließend erfolgten Fragen zur familiären Häufung, Rezidiven und verschiedene Beschwerden im Bereich der Glutealregion nach der Lasertherapie. Auch die Dauer der Wundheilung und Arbeitsunfähigkeit wurde erfragt. Zuletzt sollten die Probanden Auskunft über postoperative Schmerzen und die Zufriedenheit nach der Behandlung geben. Die Überprüfung und Ergänzung der Daten erfolgte durch die elektronischen Krankenakten und Operationsberichte. Die Daten wurden auf einem Erhebungsbogen erfasst und durch einen Nummerncode pseudonymisiert. Der Nummerncode wurde durch eine Liste zugeordnet. Diese Liste wurde im Marien Hospital in Witten auf einem Computer mit Zugangsbeschränkung gesichert. Nur die an der Studie beteiligten Mitarbeiter hatten darauf Zugriff. Im Anschluss erfolgte die Übertragung der erhobenen Daten in eine Rohdatenmatrix in MS Excel 2020. Im Statistikprogramm IBM SPSS 27 erfolgte die weitere Auswertung und Visualisierung der erhobenen Daten.

3.3 Probandenkollektiv

Die Kontaktierung zur Datenerhebung wurde bei allen Patienten durchgeführt, die in der Zeit vom 1. Januar 2013 bis zum 19. Dezember 2018 eine Lasertherapie an einem Sinus pilonidalis im Marien Hospital in Witten erhielten. Zum Zeitpunkt der Operation lag kein Abszess vor. Die Patienten mussten über 18 Jahre alt sein und berechtigt sein, ihre informierte Zustimmung zur Studie zu geben. Ausschlusskriterien waren die fehlende Erreichbarkeit, Teilnahmeverweigerung und Voroperationen aufgrund eines Sinus pilonidalis. Eine Stichinzision wurde nicht als Voroperation gewertet.

Das potenzielle Probandenkollektiv umfasste 208 Patienten. 64 Probanden konnten in die Studie aufgenommen werden. Auf diese Gruppe soll nachfolgend Bezug genommen werden. 141 Patienten konnten nicht erreicht werden und drei Patienten lehnten eine Teilnahme an der Studie ab. Die Teilnehmerate belief sich auf 30,7 %.

3.4 Aufklärung und Datenschutz

Die Probanden wurden in der Patienteninformation darüber aufgeklärt, dass die Teilnahme freiwillig ist und sie jederzeit ohne Angabe von Gründen die Teilnahme an dieser wissenschaftlichen Arbeit beenden können. Die Beendigung der Teilnahme sorgte dabei für keine Beeinflussung der individuellen medizinischen Versorgung. In einer Datenschutzerklärung wurde den Probanden die Verwendung Ihrer Daten erläutert und der zuständige Datenschutzbeauftragte genannt. Außerdem wurde den Probanden das Recht auf Auskunft, Berichtigung, Löschung, Einschränkung, Datenübertragbarkeit, Widerruf, Beschwerde und Widerspruch in Bezug auf Ihre Daten erklärt. Ein positives Votum der Ethik-Kommission der medizinischen Fakultät der Ruhr-Universität Bochum liegt vor (Registriernummer: 19-6674).

3.5 Begriffsdefinitionen

Das Vorliegen eines Rezidivs wurde definiert als postoperativ neu aufgetretene Fistelbildung, Schwellung, Schmerzen in Ruhe oder Sekretion von Flüssigkeit im Bereich der Rima ani nach vorher abgeschlossener Wundheilung.

Heilung wurde definiert als der Verschluss der Sinus pilonidalis Wunde bei gleichzeitiger Beschwerdefreiheit.

Die Erfolgsrate ist der Quotient aus allen Probanden mit einer abgeschlossenen Wundheilung und anschließender Rezidivfreiheit dividiert durch die Gesamtzahl der Probanden.

Der Body-Mass-Index (BMI) wird als Maß für die Beurteilung des Körpergewichtes im Verhältnis zur Körpergröße genutzt. Er ist der Quotient aus Körpergewicht und Körpergröße zum Quadrat. Das Körpergewicht wird dabei in Kilogramm (kg) angegeben und die Körpergröße in Metern (m). Anhand der Adipositas-Klassifikation der Weltgesundheitsorganisation (WHO) liegt ein normwertiger BMI bei Erwachsenen zwischen $18,5 \text{ kg/m}^2$ und $24,9 \text{ kg/m}^2$. Präadipositas liegt zwischen 25 kg/m^2 und $29,9 \text{ kg/m}^2$. Adipositas Grad 1 erstreckt sich von 30 kg/m^2 bis $34,9 \text{ kg/m}^2$. Adipositas Grad 2 liegt zwischen 35 kg/m^2 und $39,9 \text{ kg/m}^2$. Ab einem BMI von 40 kg/m^2 spricht man von Adipositas Grad 3 [116].

Die Einheit „Packungsjahre“ dient zur Abschätzung der Zigarettenrauchbelastung eines Rauchers. Es ist das Produkt aus Rauchjahren und gerauchten Zigaretenschachteln pro Tag. 20 Zigaretten werden dabei als eine Schachtel angesehen [117].

3.6 Statistik

Die statistische Auswertung und Visualisierung der erhobenen Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm IBM SPSS 27. Zur Überprüfung der Daten auf Normalverteilung wurde der Kolmogorov-Smirnov-Test angewandt. Bei nicht normalverteilten Daten wurde der Mann-Whitney-U-Test zur genaueren Signifikanzuntersuchung von beobachteten Unterschieden gewählt. Zur Feststellung der Unabhängigkeit zweier nominal skalierten Merkmale wurde bei einer zu geringen Zellbesetzung der exakte Test nach Fisher verwendet. Um beobachtete Unterschiede als signifikant zu werten, wurde das Signifikanzniveau auf einen p-Wert kleiner als 0,05 gesetzt. Die Konfidenzintervalle werden als 95 % Konfidenzintervall angegeben. Verwendete Boxplots dienen zur Darstellung von Verteilungsmerkmalen und bedienen sich des Symbols „o“ für Ausreißer und des Symbols „*“ für Extremfälle. Ausreißer stellen Werte dar, die sich 1,5 bis 3 Boxlängen vom oberen oder unteren Rand der Box befinden. Extremfälle liegen 3 Boxlängen oder mehr vom Rand der Box entfernt. Die Länge der Box spiegelt den Interquartilsabstand wider, indem die mittleren 50 % der Daten liegen. 25 % der Daten befinden sich oberhalb der Boxbegrenzung und 25 % sind unterhalb der Box zu finden. Der schwarze Strich innerhalb der Box kennzeichnet den Median. Die beiden äußeren Begrenzungen der Box entsprechen dem oberen und unteren Quartil. Die Antennen geben die Werte außerhalb der Box an, die noch nicht als Ausreißer gewertet werden.

4 ERGEBNISSE

4.1 Epidemiologie

Im Folgenden wird Bezug auf 64 Studienteilnehmer genommen. Die Probanden wurden zwischen Januar 2013 und Dezember 2018 im Marien Hospital in Witten mittels Lasertherapie an einem abszessfreien Sinus pilonidalis operiert.

4.1.1 Anzahl der Lasertherapien bei Sinus pilonidalis pro Jahr

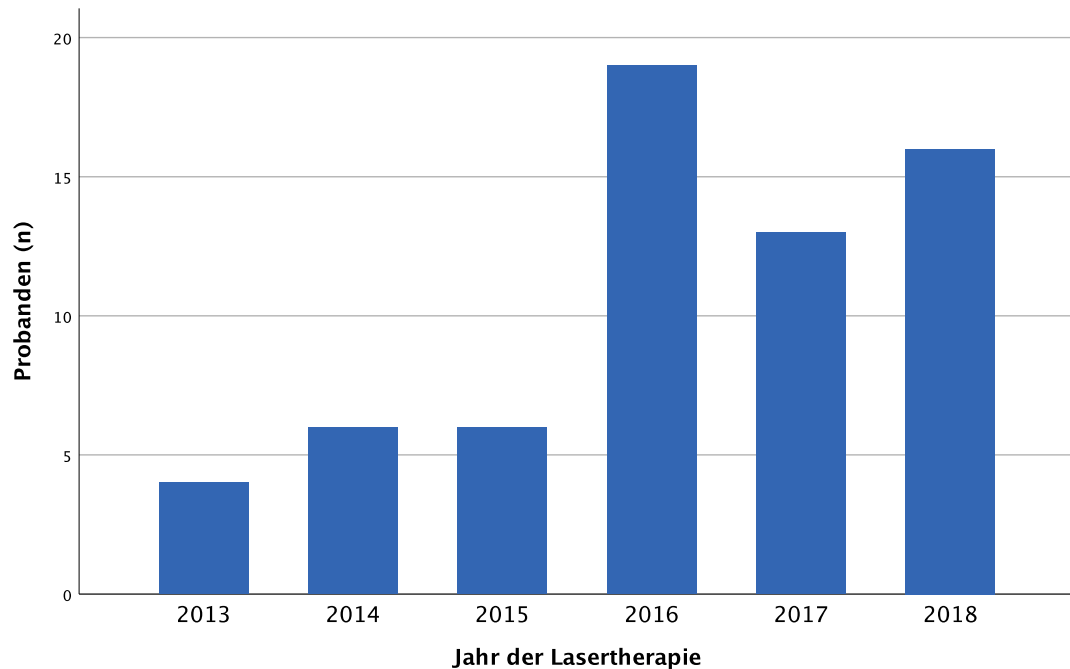


Abbildung 10: Anzahl der Lasertherapien bei Sinus pilonidalis in der Studienpopulation pro Jahr (n=64)

Die Zeitspanne umfasste sechs Jahre (2013 bis 2018). Vier Probanden wurden 2013 operiert. 2014 und 2015 stieg die Zahl der Probanden auf jeweils sechs. Aus dem Jahr 2016 stammt mit 19 der 64 Probanden das größte Probandenkollektiv (29,7 %). 13 Probanden erhielten 2017 die Lasertherapie und 16 Probanden im Jahr 2018 (Abbildung 10).

4.1.2 Beobachtungszeitraum

Die mittlere Beobachtungszeit belief sich auf 44,8 Monate (SD 17,8). Der kürzeste Beobachtungszeitraum (Zeitpunkt der Operation bis Zeitpunkt der Befragung) lag bei 14,2 Monaten. Die längste Zeit bis zur Befragung nach der Operation betrug 90,9 Monate (Abbildung 11).

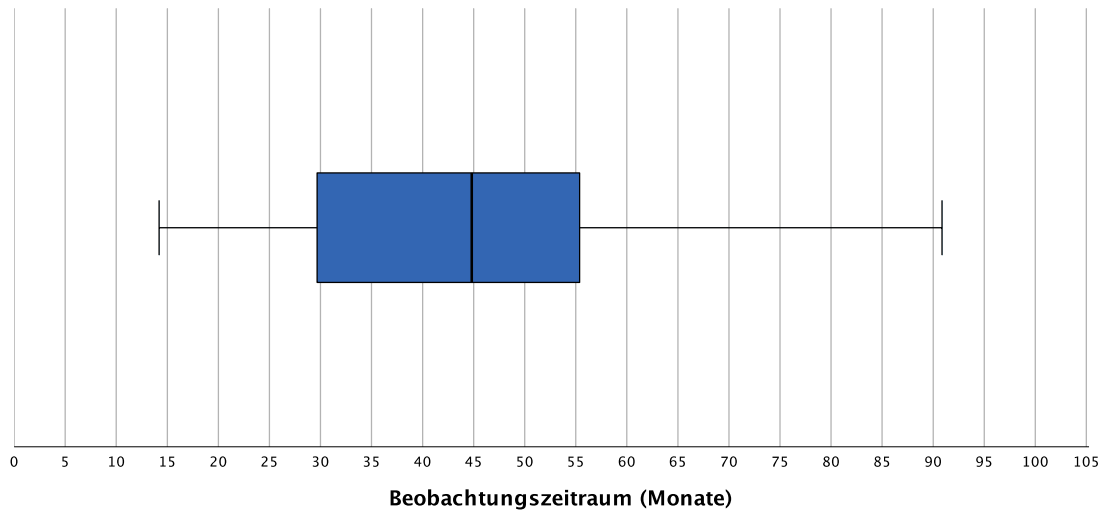


Abbildung 11: Beobachtungszeitraum der Probanden nach der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis (n=64)

4.1.3 Probandenalter zum Zeitpunkt der Lasertherapie

Das mediane Probandenalter betrug 27 Jahre (IQR 21,3 - 34). Das Alter des jüngsten Probanden lag zum Zeitpunkt der Operation bei 16 Jahren. Der älteste Proband war zu diesem Zeitpunkt 57 Jahre alt (Abbildung 12).

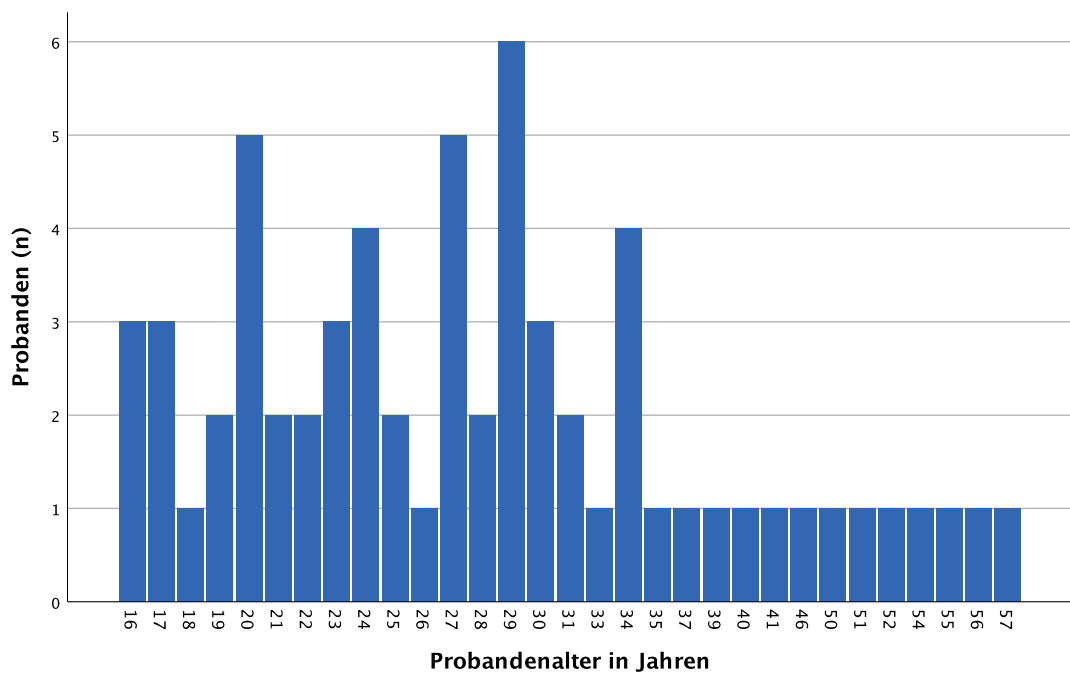


Abbildung 12: Alter der Probanden zum Zeitpunkt der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis (n=64)

4.1.4 Geschlechterverteilung

Der Anteil der männlichen Probanden in der Studienpopulation lag bei 50 von 64 Probanden (78,1 %). 14 der 64 Probanden waren weiblich (21,9 %).

4.1.5 Lebensgewohnheiten

4.1.5.1 Verteilung der BMI-Klassifikationen

Der mediane BMI betrug 28,4 kg/m² (IQR 25 – 31,3). 48 der 64 Probanden waren präadipös oder adipös (75 %). 16 Probanden hatten einen normwertigen BMI von unter 25 kg/m² (25 %). Keiner der Probanden war untergewichtig oder wies eine Adipositas Grad 3 auf. 40 Probanden konnten der Gruppe Präadipositas und Adipositas Grad 1 zugeordnet werden (62,5 %). Der niedrigste BMI lag bei 20 kg/m². Der höchste BMI betrug 39,6 kg/m² (Abbildung 13).

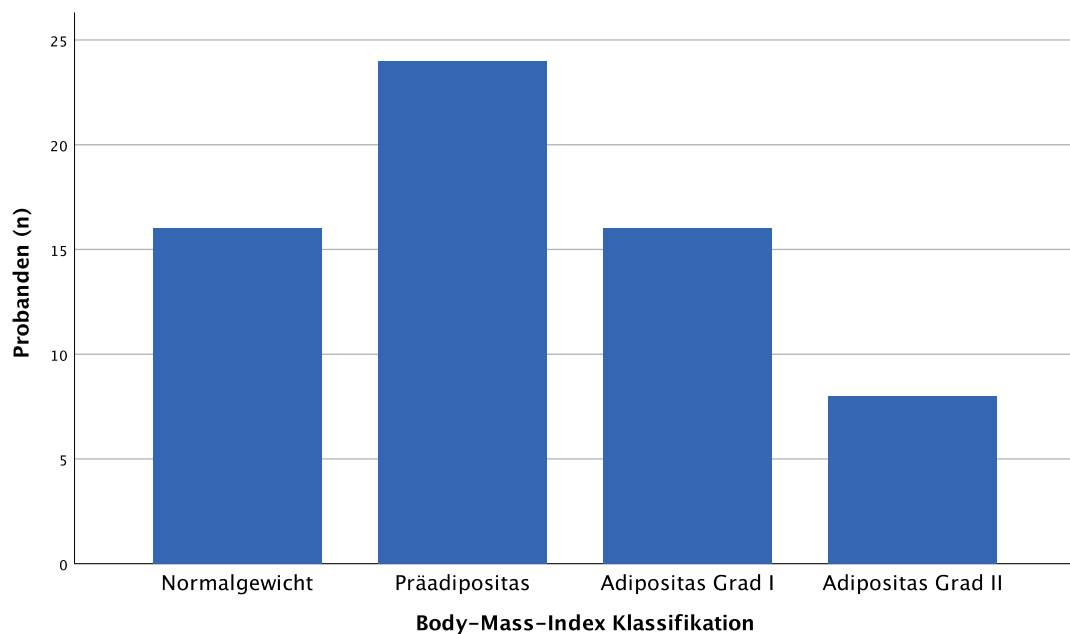


Abbildung 13: Verteilung der Probanden in den Body-Mass-Index-Klassifikationen nach World Health Organization (n=64)

4.1.5.2 Alkohol- und Nikotinkonsum

34 von 64 Probanden gaben an, Nichtraucher zu sein (53,1 %). 30 Probanden waren aktive Raucher (46,9 %). Der Nikotinkonsum der aktiven Raucher wurde in Packungsjahren erfasst (Abbildung 14).

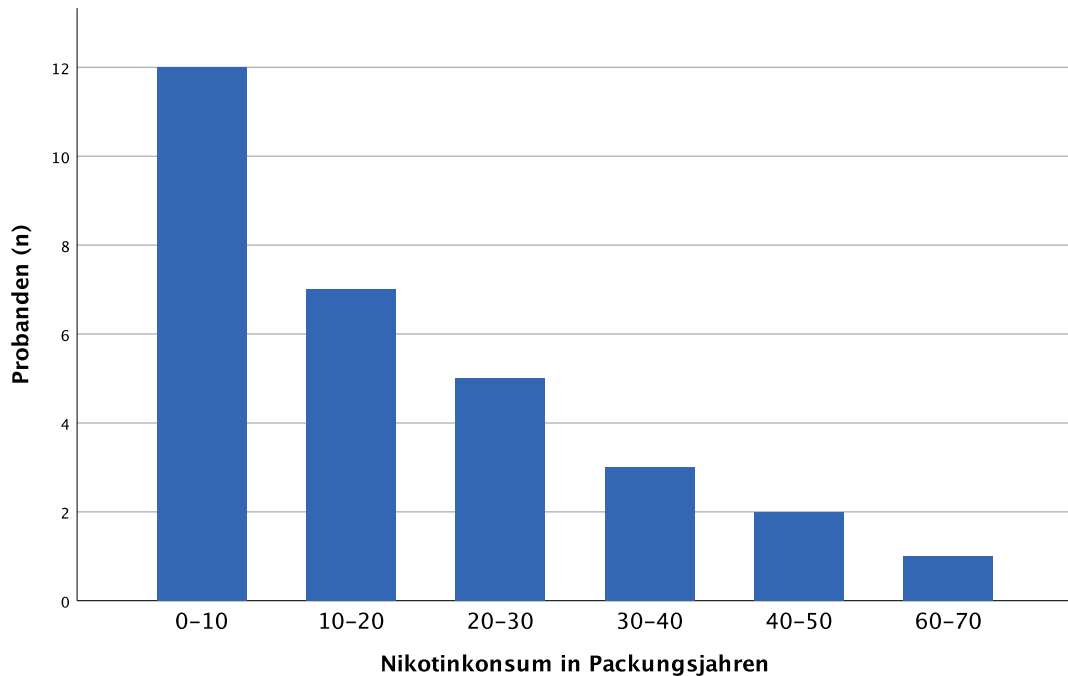


Abbildung 14: Nikotinkonsum der aktiven Raucher in der Studienpopulation (n=30)
(Packungsjahre = Produkt aus Rauchjahren und gerauchten Zigarettenschachteln (20 Zigaretten) pro Tag)

Der Alkoholkonsum der 64 Probanden wurde in vier Kategorien eingeteilt (Tabelle 1). Ein Proband machte keine Angaben zum Alkoholkonsum und wurde daher bei den folgenden Berechnungen nicht berücksichtigt. Drei Probanden gaben an, täglich Alkohol zu konsumieren (4,8 %). Die Anzahl der wöchentlich trinkenden Probanden lag bei zehn von 63 Probanden (15,9 %). 16 Probanden tranken monatlich Alkohol (25,4 %). 34 der 63 Probanden nahmen weniger als monatlich Alkohol zu sich (54 %).

Tabelle 1: Probandenverteilung in den Alkoholkonsumgruppen

Alkoholkonsum	Alkoholkonsum/ Gesamtzahl	Prozent (%)
täglich	3/ 63	4,8
wöchentlich	10/ 63	15,9
monatlich	16/ 63	25,4
seltener als monatlich	34/ 63	54

4.1.5.3 Diabetes mellitus

Unter den 64 Probanden befand sich ein Typ 2 Diabetiker (1,6 %) und ein Typ 1 Diabetiker (1,6 %). Bei den anderen 62 Probanden lag kein Diabetes mellitus vor.

4.1.6 Familienanamnese

Bei zehn der 64 Probanden lagen bei näheren Verwandten weitere Sinus pilonidalis Erkrankungen vor (15,6 %).

4.1.7 Präoperative Abszessinzision

29 von 64 Probanden erhielten initial eine Abszessinzision mit anschließender Lasertherapie des Sinus pilonidalis im reizfreien Zustand (45,3 %). Bei 35 von 64 Probanden erfolgte bei initial reizfreiem Befund ein einzeitiges Vorgehen (54,7 %) (Abbildung 15).

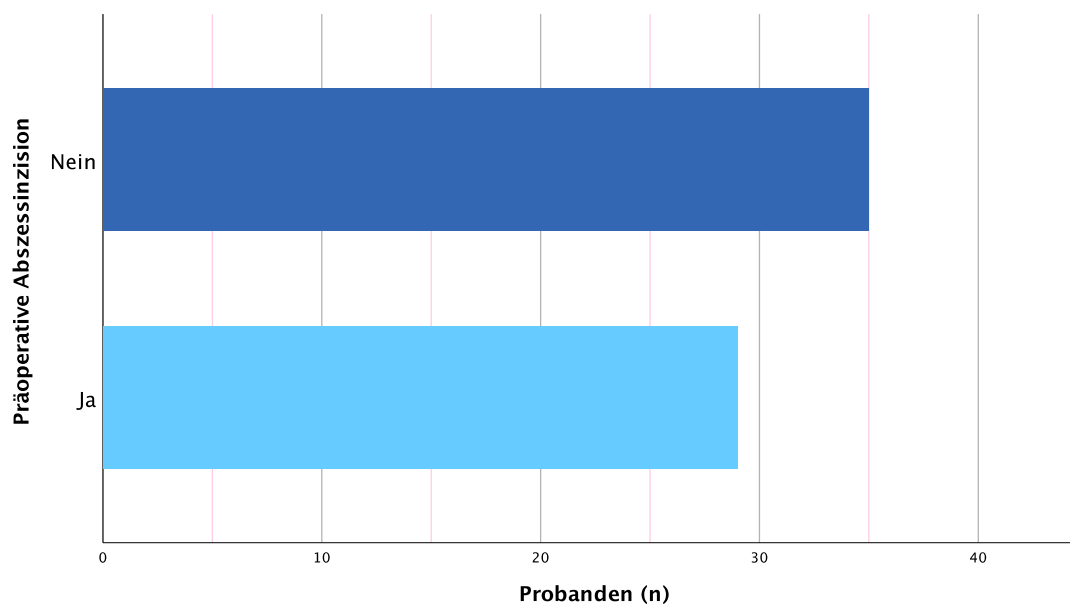


Abbildung 15: Initiale Abszessinzision im Vergleich zur einzeitig durchgeführten Lasertherapie bei Sinus pilonidalis (n=64)

4.1.8 Anzahl der Primärfisteln im Bereich der Rima ani

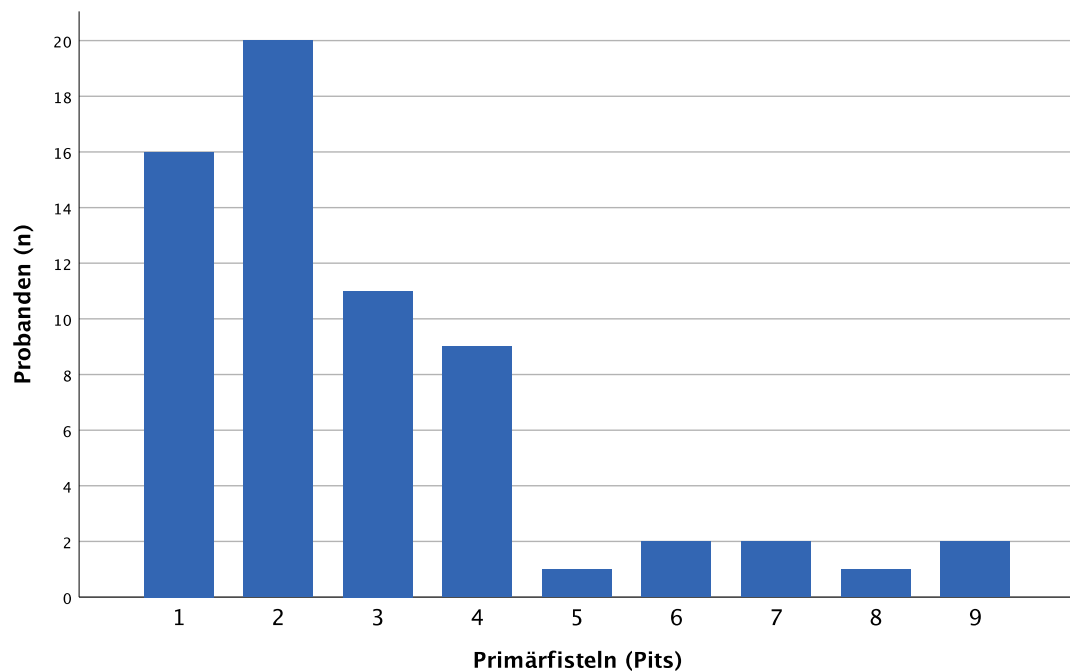


Abbildung 16: Verteilung der Probanden nach Anzahl der Primärfisteln bei Sinus pilonidalis (n=64)

Die mediane Anzahl an Primärfisteln im Bereich der Rima ani lag bei zwei Pits (IQR 1,3 - 4). Die Spannweite betrug 1 - 9 Primärfisteln (Abbildung 16).

4.2 Behandlungsergebnisse

4.2.1 Heilungsrate

Es zeigte sich eine komplikationslose Wundheilung nach der Lasertherapie bei 61 von 64 Probanden. Drei Probanden wiesen nach der Behandlung keine reizlose und geschlossene Wunde auf und entwickelten Wundheilungsstörungen (4,7 %). Die primäre Heilungsrate der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis betrug somit 95,3 %.

4.2.2 Wundheilungsdauer

Vier Probanden konnten keine Angaben zur genauen Wundheilungsdauer machen. Auch in den Patientenakten konnten diesbezüglich keine Rückschlüsse gezogen werden. Die folgenden Berechnungen erfolgten daher auf der Basis von 57 Probanden mit abgeschlossener Wundheilung des Sinus pilonidalis nach Lasertherapie.

Die mediane Wundheilungsdauer lag bei 21 Tagen (IQR 14 - 30). Die kürzeste Wundheilungsdauer betrug sieben Tage und die längste Wundheilungsdauer lag bei 60 Tagen (Abbildung 17).

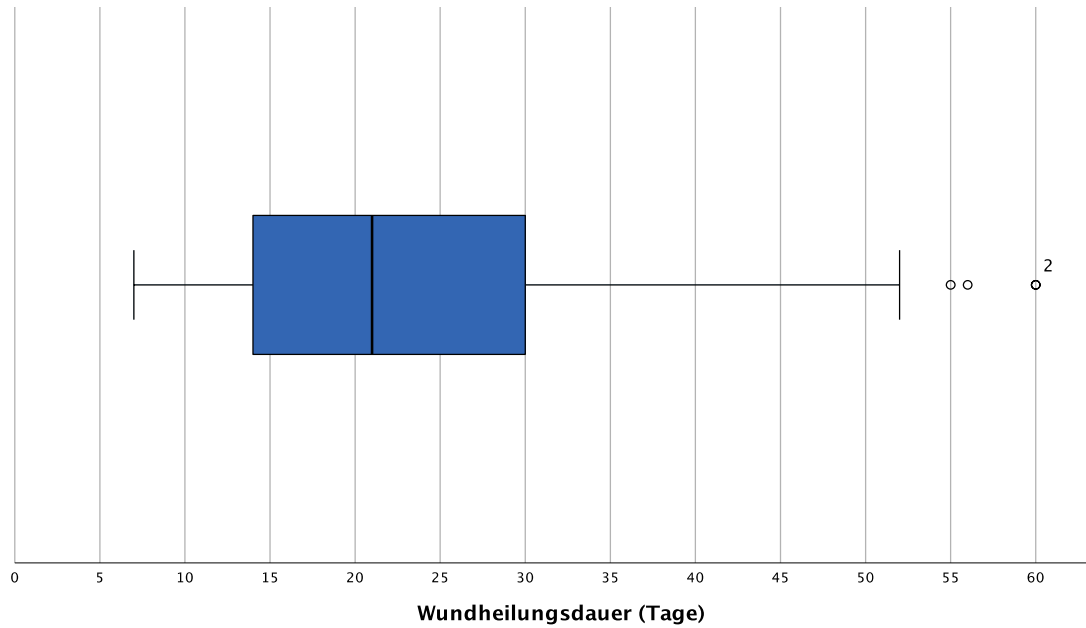


Abbildung 17: Wundheilungsdauer nach der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis (n=57)

4.2.2.1 Wundheilungsdauer bei Nikotinkonsum

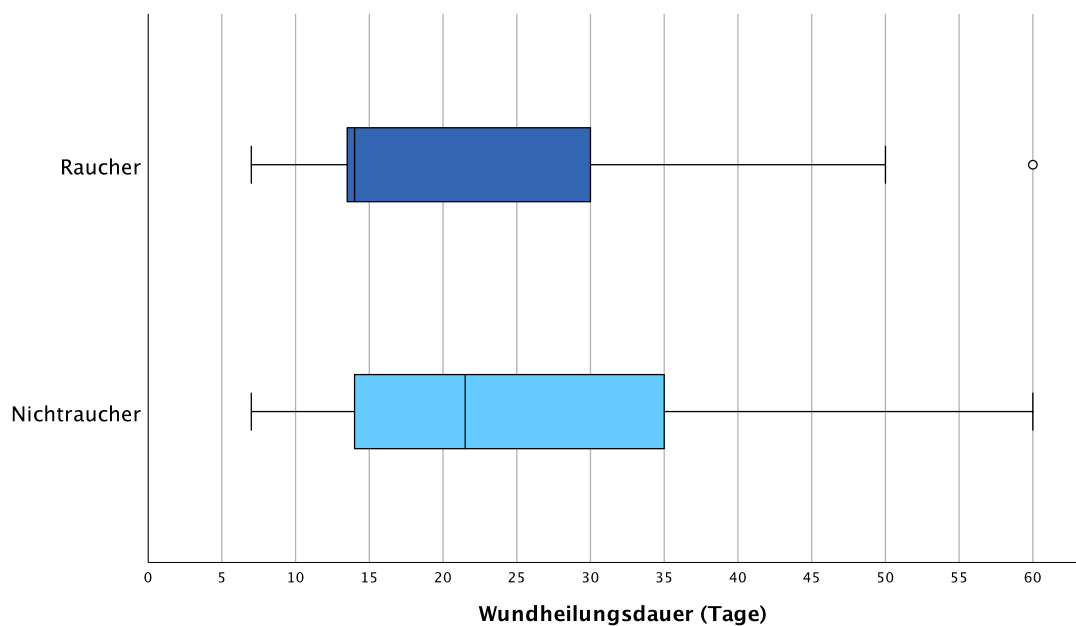


Abbildung 18: Wundheilungsdauer nach der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis bei Nikotinkonsum der Probanden (n=57)

Die Gruppe der aktiven Raucher (n=27) wies eine mediane Wundheilungsdauer von 14 Tagen auf (IQR 13 - 30). Bei den Nichtrauchern (n=30) lag die mediane Wundheilungsdauer bei 21,5 Tagen (IQR 14 – 35) (Abbildung 18). Der beobachtete Unterschied weist keine statistische Signifikanz auf (p-Wert 0,75).

4.2.3 Verweildauer

Die Verweildauer von 62 der 64 Probanden lag jeweils bei zwei Tagen (96,9 %). Zwei Probanden waren einen Tag in stationärer Behandlung (3,1 %).

4.2.4 Arbeitsunfähigkeit

Ein Proband konnte keine Angabe zur genauen Dauer der Arbeitsunfähigkeit machen. Die folgenden Berechnungen erfolgen daher auf der Basis von 63 Probanden. Die mediane Dauer der Arbeitsunfähigkeit nach der Lasertherapie lag bei acht Tagen (IQR 3 - 21). Die kürzeste Dauer der Arbeitsunfähigkeit betrug zwei Tage und die längste Arbeitsunfähigkeit lag bei 90 Tagen (Abbildung 19).

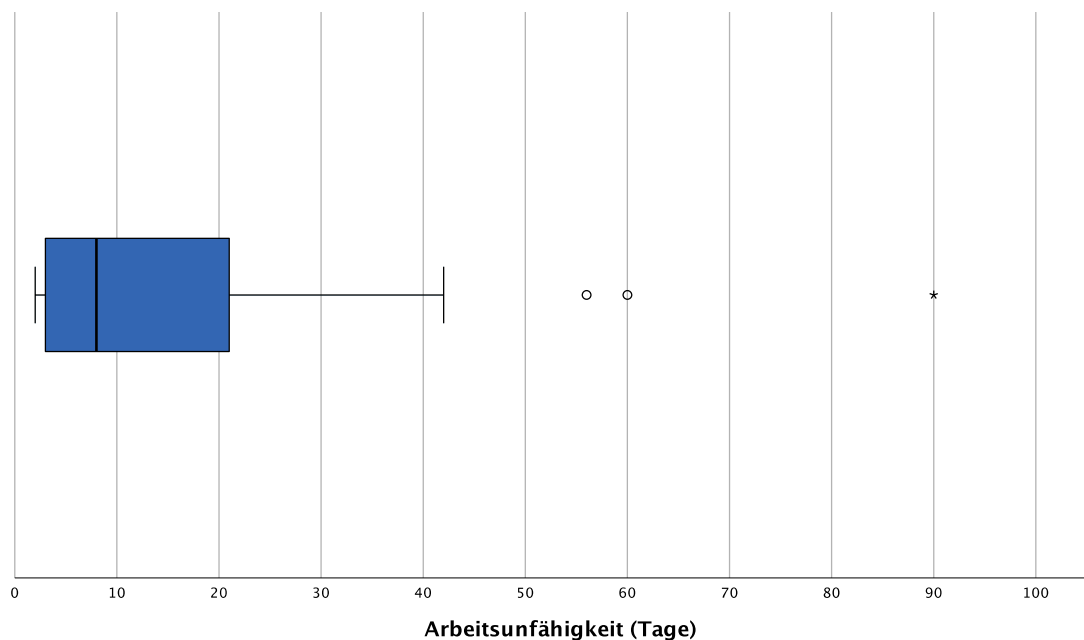


Abbildung 19: Dauer der Arbeitsunfähigkeit der Probanden nach der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis (n=63)

4.2.5 Postoperative Wundschmerzen

Die mediane Dauer der postoperativen Wundschmerzen lag bei 2,5 Tagen (IQR 0 – 7). 19 von 64 Probanden gaben an, keine postoperativen Wundschmerzen gehabt zu haben (29,7 %). Bei 49 von 64 Probanden (76,6 %) betrug die postoperative Schmerzdauer maximal eine Woche (Abbildung 20).

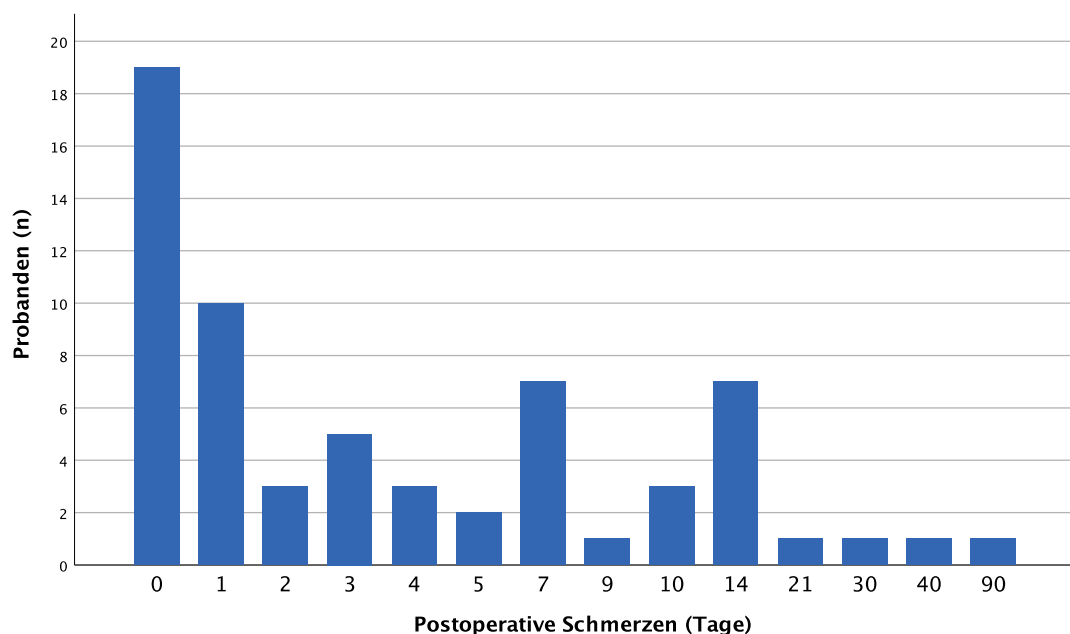


Abbildung 20: Dauer der postoperativen Wundschmerzen nach der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis (n=64)

4.2.6 Rezidivrate

Rezidive traten bei sechs von 61 Probanden auf. Die Rezidivrate der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis betrug somit 9,8 % (Tabelle 2).

Die beobachteten Rezidive traten nach sieben bis 24 Monaten auf (Abbildung 21).

Tabelle 2: Rezidivstatus der Probanden nach der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis

Rezidivstatus	Rezidivstatus/ Gesamtzahl	Prozent (%)
Rezidiv	6/ 61	9,8
Kein Rezidiv	55/ 61	90,2

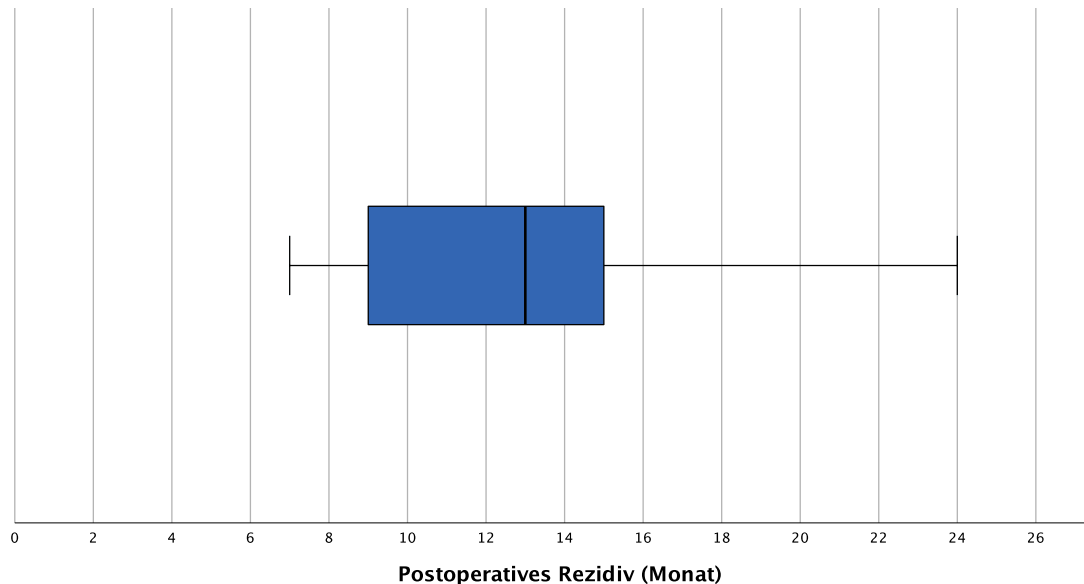


Abbildung 21: Monat des aufgetretenen Rezidivs nach der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis (n=6)

4.2.6.1 Erfolgsrate der Lasertherapie bei Nikotinkonsum

Die Erfolgsrate ist der Quotient aus allen Probanden mit einer abgeschlossenen Wundheilung und anschließender Rezidivfreiheit nach der Lasertherapie dividiert durch die Gesamtzahl der Probanden. In der Gruppe der aktiven Raucher betrug die Erfolgsrate der Lasertherapie 93,3 %. Bei den Nichtrauchern lag die Erfolgsrate der Lasertherapie bei 79,4 % (Tabelle 3). Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied beobachtet werden (p-Wert 0,16).

4.2.6.2 Erfolgsrate der Lasertherapie bei Alkoholkonsum

In der Gruppe der Probanden, die täglich oder wöchentlich Alkohol zu sich nahmen, betrug die Erfolgsrate der Lasertherapie 76,9 %. Bei Probanden mit einem monatlichen oder seltener als monatlichen Alkoholkonsum lag die Erfolgsrate bei 88 % (Tabelle 3). Der beobachtete Unterschied ist als nicht statistisch signifikant zu werten (p-Wert 0,38).

4.2.6.3 Erfolgsrate der Lasertherapie und Body-Mass-Index

Mit 68,8 % konnte die geringste Erfolgsrate der Lasertherapie bei normalgewichtigen Probanden beobachtet werden. Bei den Probanden mit Präadipositas lag die Erfolgsrate bei 91,7 %. Die Erfolgsrate in der Gruppe „Adipositas Grad 1“ betrug 100% und in der Gruppe „Adipositas Grad 2“ 75 % (Abbildung 22).

Bei Probanden mit erfolgreicher Therapie des Sinus pilonidalis betrug der mediane BMI $28,6 \text{ kg/m}^2$ (IQR $25,3 - 31,4$). Der mediane BMI von Probanden ohne Therapieerfolg lag bei $24,8 \text{ kg/m}^2$ (IQR $23,7 - 32,9$). Der beobachtete Unterschied ist als nicht statistisch signifikant zu werten (p-Wert $0,34$).

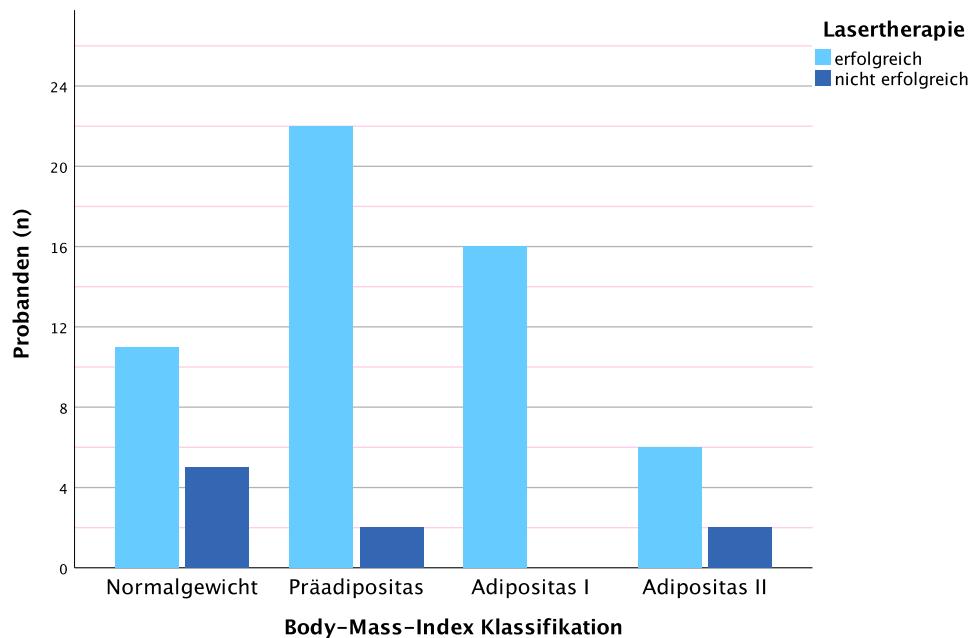


Abbildung 22: Erfolgsrate der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis in Abhängigkeit von der Body-Mass-Index-Klassifikation nach World Health Organization (n=64)
Therapieerfolg = postoperativ abgeschlossene Wundheilung mit anschließender Rezidivfreiheit

4.2.6.4 Erfolgsrate der Lasertherapie und Anzahl der Primärfisteln

Bei Probanden mit erfolgreicher Lasertherapie zeigten sich im Median zwei Pits im Bereich der Rima ani (IQR $1 - 3$). Bei Probanden ohne Therapieerfolg betrug die mediane Anzahl an Primärfisteln vier Pits (IQR $3 - 7$). Es konnte ein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden (p-Wert $0,001$) (Abbildung 23).

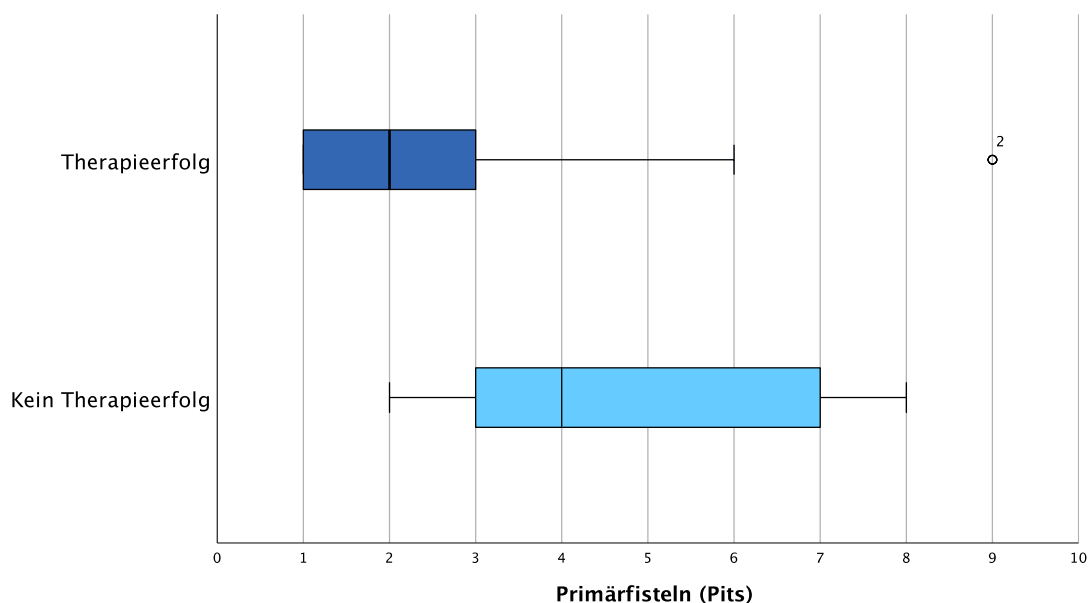


Abbildung 23: Erfolgsrate der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis in Abhängigkeit von der Anzahl der Primärfisteln (n=64)

Therapieerfolg = postoperativ abgeschlossene Wundheilung mit anschließender Rezidivfreiheit

Tabelle 3: Einflussfaktoren auf die Erfolgsrate der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis

Einflussfaktor	n	Therapieerfolg*		Statistik
		Ja	Nein	
Nikotinkonsum				p-Wert 0,16
Raucher	30	28/30 (93,3 %)	2/30 (6,7 %)	
Nichtraucher	34	27/34 (79,4%)	7/34 (20,6 %)	
Alkoholkonsum				p-Wert 0,38
täglich, wöchentlich	13	10/13 (76,9 %)	3/13 (23,1 %)	
monatlich, seltener	50	44/50 (88 %)	3/50 (12 %)	
Body-Mass-Index	64	28,6	24,8	p-Wert 0,34 (KI -2,2 – 4,8)
kg/m ² (Mdn)		(IQR 25,3 – 31,4)	(IQR 23,7 – 32,9)	
Anzahl Primärfisteln	64	2	4	p-Wert 0,001 (KI -3 – 0,1)
Pits (Mdn)		(IQR 1 - 3)	(IQR 3 - 7)	

* Therapieerfolg = abgeschlossene Wundheilung mit anschließender Rezidivfreiheit nach Lasertherapie bei Sinus pilonidalis

4.2.7 Postoperative Zufriedenheit der Probanden

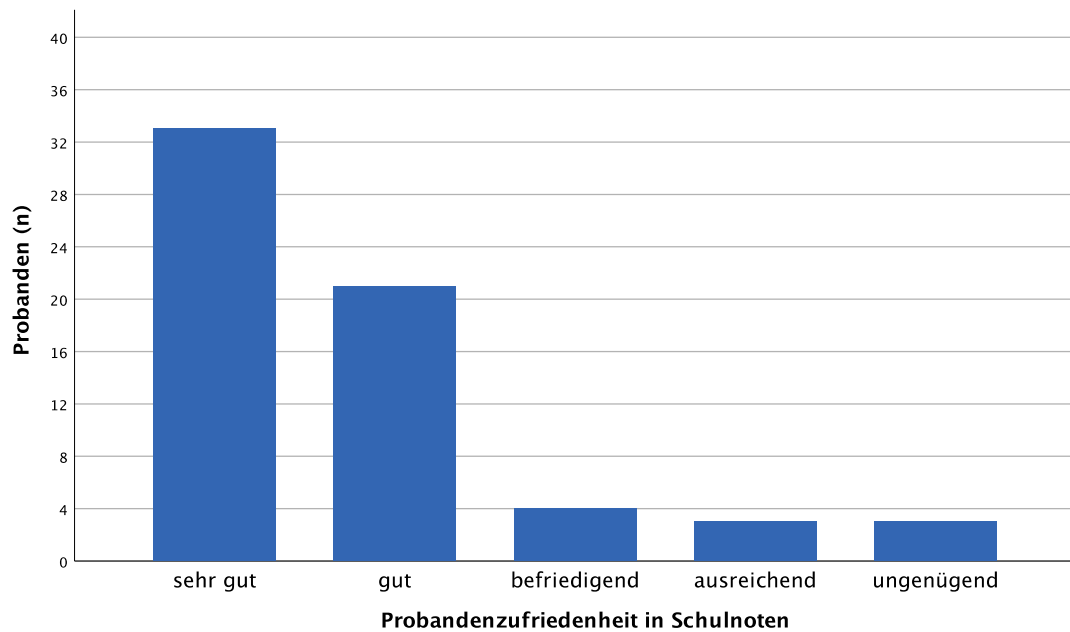


Abbildung 24: Zufriedenheit der Probanden nach der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis in Schulnoten (n=64)

Die Probanden wurden 14,2 bis 90,9 Monate nach der Lasertherapie nach ihrer Zufriedenheit über die Behandlung befragt. Die Probanden konnten zwischen sechs Noten wählen (sehr gut, gut, befriedigend, ausreichend, mangelhaft, ungenügend). 33 Probanden gaben bei der Zufriedenheit die Note „sehr gut“ an (51,6 %). 21 Probanden wählten die Note „gut“ (32,8 %). Die Note „befriedigend“ nannten vier Probanden (6,3 %). Jeweils drei Probanden gaben die Noten „ausreichend“ und „ungenügend“ an (Abbildung 24).

5 DISKUSSION

In der vorliegenden Arbeit wurden die Langzeitergebnisse der im Marien Hospital in Witten durchgeführten Lasertherapie an einem abszessfreien Sinus pilonidalis erhoben und untersucht. Den primären Endpunkt dieser Studie stellte die postoperative Heilungs- und Rezidivrate der Lasertherapie dar. Die Heilungsrate betrug 95,3 %. Die Rezidivrate lag bei 9,8 %. Die Dauer der Wundheilung und der Arbeitsunfähigkeit stellten sekundäre Endpunkte dar. Die mediane Dauer der Arbeitsunfähigkeit betrug acht Tagen und die mediane Wundheilungsdauer lag bei 21 Tagen. Die Kovariaten Alkohol- und Nikotinkonsum sowie der Body-Mass-Index beeinflussten die Behandlungsergebnisse nicht statistisch signifikant. Probanden ohne Therapieerfolg hatten eine statistisch signifikant höhere Anzahl an Primärfisteln in der Glutealregion.

Die Vielzahl an chirurgischen Behandlungsmethoden verdeutlicht, dass es noch keine optimale Standardtherapie des Sinus pilonidalis gibt. Besonders minimalinvasive Verfahren werden aufgrund des geringen Gewebetraumas und der damit einhergehenden schnellen Wundheilung immer häufiger angewendet. Zu den minimalinvasiven Therapien gehört auch die Lasertherapie. Bisher liegt keine ausreichende Evidenz bezüglich der Vorteile der Lasertherapie gegenüber anderen Verfahren vor. Insgesamt existieren nur wenige Arbeiten, die sich mit den Langzeitergebnissen der Sinus pilonidalis Behandlung mittels Laser beschäftigen [44, 93-105]. Die Ergebnisse dieser Studie sollen dazu beitragen, weitere Kenntnisse über die Lasertherapie bei Sinus pilonidalis zu gewinnen, ihre Effektivität zu untersuchen und gegebenenfalls zur Etablierung beizutragen.

In Tabelle vier findet sich eine Übersicht über die primären Behandlungsergebnisse der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis. In allen aufgeführten Studien wurde die Behandlung, vorwiegend wie in Kapitel 1.7.3.5 beschrieben, durchgeführt. Verwendet wurde Laserstrahlung mit einer Wellenlänge von 1470 nm und eine Leistung von 7-14 Watt. Lediglich Allam et al. verwendeten eine Wellenlänge von 980 nm. Die Rückzugsgeschwindigkeit der Lasersonde durch die Fistelgänge lag in vorangegangenen Studien bei 1-3 mm/s [44, 93-105]. Auch in der vorliegenden Arbeit wurde die Lasertherapie mit einer Wellenlänge von 1470 nm und einer Rückzugsgeschwindigkeit von 1 mm/s durchgeführt. Die verwendete Leistung lag bei 7 Watt.

Tabelle 4: Vergleich der Behandlungsergebnisse der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis

Autoren	(n)	Follow-up Monate (M)	Rezidivrate (%)	Heilungsrate (%)	Heilungsdauer Tage (M)
Dessily (2017) [94]	40	8	2,9	87,5	19
Georgiou (2018) [96]	60	12	1,6	92	25,4
Pappas (2018) [95]	237	12 (Mdn)	2,9	90,3	47 (Mdn)
Dessily (2019) [44]	200	17,5	14,9	94	19,5
Porwal (2020) [93]	228	11	2,6	97,3	45
Allam (2020) [99]	20	10	5	95	28,5
Khubezov (2020) [103]	30	12	3,3	96,6	/
Yardimci (2020) [104]	30	25	3,3	96,6	/
Bonito (2021) [97]	25	8,3	9,5	84	/
Abdelnaby (2021) [98]	62	12 (Mdn)	9,7	/	10
Algazar (2021) [100]	24	14	8,3	95,8	32
Harju (2021) [101]	86	14	3,5	86	/
Sluckin (2022) [102]	311	10 (Mdn)	26	93	42
Spindler (2022) [105]	29	12	24,1	93,1	25
Eigene Arbeit	64	44,8	9,8	95,3	21 (Mdn)

M = Mittelwert, Mdn = Median

64 Probanden, die zwischen Januar 2013 und Dezember 2018 eine Lasertherapie im Marien Hospital in Witten an einem abszessfreien Sinus pilonidalis erhielten, nahmen an der Untersuchung teil. Die Größe des Probandenkollektivs ist mit ähnlichen Studien über die Lasertherapie bei Sinus pilonidalis vergleichbar. Dessily et al. publizierten in den Jahren 2017 und 2019 zwei Arbeiten über die Laserbehandlung mit den Ergebnissen von 40, beziehungsweise 200 Probanden [44, 94]. Georgiou et al. arbeiteten in einer Studie aus dem Jahr 2018 mit den Daten von 60 Probanden [96]. Zehn weitere Arbeiten zwischen 2018 und 2022 wiesen 20 bis 237 Probanden auf [93, 95, 97-101, 103-105]. Die bisher größte Studie publizierten Sluckin et al. mit 311 Sinus pilonidalis Patienten [102].

Das mediane Probandenalter betrug in der vorliegenden Arbeit 27 Jahre und spiegelt das typische Patientenalter bei Sinus pilonidalis wider, welches in der zweiten und dritten Lebensdekade liegt [5, 6, 93-105].

Von den 64 Studienteilnehmern hatten 50 Probanden männliches Geschlecht (78,1 %), 14 Probanden waren weiblich (21,9 %). Das Verhältnis zwischen Frauen und Männern mit Sinus pilonidalis beläuft sich in der Literatur auf 1:2 bis 1:3 [5, 7, 118, 119]. Die Geschlechterverteilung des Studienkollektivs spiegelt die Geschlechterverteilung in der Literatur wider und ist mit ähnlichen Publikationen über die Lasertherapie vergleichbar [92].

Eine familiäre Häufung des Sinus pilonidalis ließ sich bei 15,6 % der Probanden beobachten. In vorangegangenen Arbeiten zeigte sich eine vergleichbare familiäre Häufung der Erkrankung bei 11-16 % der Probanden [97, 98, 120].

Die mediane Anzahl an Primärfisteln im Bereich der Rima ani betrug zwei Pits (Spannweite 1 – 9). Vergleichbare Studien über die Lasertherapie bei Sinus pilonidalis wiesen mit durchschnittlich 1,6 - 4 Pits (Spannweite 1 – 8) eine ähnliche Anzahl an Primärfisteln auf [44, 94, 96-98, 100, 102].

29 von 64 Probanden stellten sich mit einem akut abszedierenden Sinus pilonidalis vor. Der Abszess wurde initial eröffnet, gespült und gereinigt. Anschließend erfolgt für zehn Tage eine antibiotische Behandlung. Sobald die Entzündung abgeklungen

war, wurde die Lasertherapie elektiv durchgeführt. Das zweizeitige Vorgehen bei einem akut abszedierenden Sinus pilonidalis gilt bei der Lasertherapie als Standard [92, 102].

Die mittlere Nachbeobachtungszeit war mit 44,8 Monaten deutlich länger als bei vorangegangenen Arbeiten. Die bisher längste Nachbeobachtungszeit wiesen Yardimci et al. mit durchschnittlich 25 Monaten bei 30 Probanden auf [104]. Ein Großteil der vorangegangenen Arbeiten über die Lasertherapie bei Sinus pilonidalis wies Nachbeobachtungszeiten von durchschnittlich acht bis 14 Monaten auf [93-103]. Die lange Nachbeobachtungszeit ermöglichte eine Erfassung des langfristigen Therapieerfolges der Laserbehandlung.

Die primäre Heilungsrate betrug in dieser Studie 95,3 %. Drei Probanden waren nach der Therapie nicht beschwerdefrei und entwickelten Wundheilungsstörungen. Die Heilungsrate in der Publikation von Sluckin et al. betrug 93 % [102]. Weitere Studien über die Lasertherapie bei Sinus pilonidalis zeigten Heilungsraten zwischen 84 % und 97,3 % [44, 93-101, 103-105]. Die vorliegende Arbeit konnte die hohen Heilungsraten vorangegangener Arbeiten bestätigen. Die Differenz zwischen den Heilungsraten könnte aus einer ungleichen Anzahl an voroperierten Probanden in den Studienpopulationen resultieren. Auch die Anzahl der Primärfisteln in der Rima ani unterschied sich zwischen den vorangegangenen Arbeiten und könnte die Behandlungsergebnisse beeinflusst haben.

Die Wundheilungsdauer nach der Lasertherapie betrug in der vorliegenden Arbeit im Median 21 Tage. Die bisher größten Studien zur Lasertherapie von Sluckin et al. und Pappas et al. wiesen längere Wundheilungsdauern von durchschnittlich 42 Tagen und 47 Tagen auf [95, 102]. Eine Erklärung für die längere Wundheilungsdauer könnte der Umstand liefern, dass in diesen Arbeiten der Anteil der Probanden mit Rezidiven oder Voroperationen am Pilonidalsinus bis zu 30 % betrug [95, 102]. Weitere Studien über die Lasertherapie wiesen mittlere Wundheilungsdauern zwischen zehn Tagen und 45 Tagen auf [93, 94, 96-101, 103-105].

Die Exzision mit sekundärer Wundheilung ist die in Deutschland am häufigsten angewandte Methode mit einer mittleren Wundheilungsdauer von 40 Tagen bis 84 Tagen [42, 56, 58, 121]. Auch bei einer Studienpopulation mit einem geringen Anteil

an voroperierten Probanden von 4,6 % lag die mittlere Wundheilungsdauer nach der Exzision bei 60 Tagen [42]. Die entstehende Wunde ist bei der Exzision größer als bei der Lasertherapie und begünstigt dementsprechend eine längere Wundheilungsdauer. In den Arbeiten über die Lasertherapie des Sinus pilonidalis zeigte sich eine schnellere Wundheilung im Vergleich zur Exzision bei vergleichbaren Rezidiv- und Heilungsraten [92, 42, 56, 58].

Der Nikotinkonsum der Probanden beeinflusste die Wundheilungsdauer nicht statistisch signifikant. Eine Erklärung könnte die geringe Anzahl an Probanden sowie das junge Probandenalter mit einer noch geringen Anzahl an Packungsjahren bieten, die nicht ausreichen, um die Wundheilung signifikant zu beeinflussen.

Die Rezidivrate der Behandlung ist entscheidend für die Beurteilung der Behandlungseffektivität und lag in unserer Studie bei 9,8 %. Ein Großteil der Rezidive nach Behandlungen eines Sinus pilonidalis tritt innerhalb des ersten postoperativen Jahres auf. Rezidive können jedoch auch mehrere Jahre nach der Behandlung auftreten [6]. Die Beobachtungszeitspanne dieser Arbeit reichte von 14,2 Monaten bis 90,9 Monaten und ist somit zur Erfassung der potenziell auftretenden Rezidive geeignet. Trat nach abgeschlossener Wundheilung im Bereich der Rima ani erneut eine Fistelbildung, Schwellung, Schmerzen in Ruhe oder die Sekretion von Flüssigkeit auf, wurde dies als Rezidiv gewertet. Vergleichbare Arbeiten über die Lasertherapie des Sinus pilonidalis wiesen Rezidivraten von 1,6 % bis 26 % auf [44, 93-105]. Die unterschiedlichen Rezidivraten könnten aus einer fehlenden oder nicht einheitlichen Definition eines Rezidivs resultieren. Auch der Anteil der voroperierten Probanden in der Studienpopulation unterscheidet sich zwischen den verschiedenen Arbeiten über die Lasertherapie und könnte die ungleichen Rezidivraten erklären.

Der BMI sowie der Alkohol- und Nikotinkonsum der Probanden wurden hinsichtlich ihres Einflusses auf die Erfolgsrate der Lasertherapie in der vorliegenden Arbeit näher untersucht. Es konnte eine höhere Erfolgsrate der Lasertherapie in der Gruppe der aktiven Raucher (93,3 %) im Vergleich zu den Nichtrauchern (79,4 %) beobachtet werden, ohne statistisch signifikanten Unterschied. Des Weiteren zeigte sich bei Probanden mit erfolgreicher Lasertherapie ein höherer medianer BMI (28,6 kg/m²) gegenüber Probanden ohne Therapieerfolg (24,8 kg/m²), auch ohne statistisch signifikanten Unterschied. Die beobachteten Unterschiede sind nicht statistisch

signifikant und stehen im Widerspruch zu den bisherigen Erkenntnissen über den negativen Einfluss von Nikotinkonsum oder Übergewicht auf die postoperative Wundheilung [122-124]. Der hohe Anteil an aktiven Rauchern (46,9 %) sowie die heterogene Verteilung des BMI in der Studienpopulation könnten die beobachteten Unterschiede erklären. Der Alkoholkonsum der Probanden beeinflusste die Erfolgsrate der Lasertherapie nicht statistisch signifikant. Der Einfluss des BMI und Nikotinkonsums auf das Auftreten eines Rezidivs nach Sinus pilonidalis Behandlungen wird diskutiert [125, 126]. Auch vorangegangene Arbeiten beschäftigten sich mit dem Einfluss des BMI und Nikotinkonsums der Probanden auf die Heilungsrate der Lasertherapie, konnten aber ebenfalls keinen signifikanten Unterschied feststellen [101, 105].

Probanden mit erfolgreicher Lasertherapie zeigten im Median zwei Pits im Bereich der Rima ani. Bei Probanden ohne Therapieerfolg betrug die mediane Anzahl an Primärfisteln vier Pits. Es zeigte sich ein statistisch signifikanter Unterschied in der Anzahl an Primärfisteln bezüglich des Therapieerfolges der Probanden (p-Wert 0,001). In vorangegangenen Arbeiten konnte bisher kein signifikanter Unterschied in den Behandlungsergebnissen bezüglich der Anzahl an Primärfisteln beobachtet werden [101, 102, 105]. Es bleibt abzuwarten, ob die Anzahl der Primärfisteln die Behandlungsergebnisse soweit beeinflusst, dass sie als Selektionskriterium für oder gegen die Lasertherapie herangezogen werden kann.

Im Marien Hospital in Witten wurden 96,9 % der Probanden nach der Lasertherapie für zwei Tage stationär behandelt. In vier vorangegangenen Studien wurde die Lasertherapie ambulant durchgeführt [93, 95, 100, 101]. In zwei weiteren Arbeiten wiesen die Probanden eine Verweildauer von einem Tag auf [44, 103]. Die international unterschiedlichen Abrechnungssysteme könnten die ungleichen Verweildauern erklären.

Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit ist ebenfalls ein wichtiger, vor allem wirtschaftlicher Faktor in der Beurteilung der Behandlungseffektivität. In der vorliegenden Arbeit betrug die mediane Dauer der Arbeitsunfähigkeit acht Tage. Ein Proband wies mit 90 Tagen der Arbeitsunfähigkeit einen Extremwert auf, der durch die postoperativ ausgebliebene Heilung des Sinus pilonidalis erklärt werden könnte. 92,8 % der

Probanden von Pappas et al. konnten am nächsten Tag wieder ihre Arbeitsstelle aufsuchen [95]. Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit lag in drei vergleichbaren Arbeiten über die Lasertherapie bei 2,6 Tagen bis 6,8 Tagen [98, 102, 104]. Die beobachtete Dauer der Arbeitsunfähigkeit ist damit länger als in vorangegangenen Studien. Die Regelung der Lohnfortzahlung beim Krankheitsfall unterscheidet sich international und könnte eine Erklärung für die unterschiedliche Dauer der Arbeitsunfähigkeit bieten.

In der vorliegenden Studie betrug die postoperative Dauer der Wundschmerzen im Median 2,5 Tage. Drei beobachtete Extremwerte stehen dabei im Zusammenhang mit einer postoperativ ausgebliebenen Heilung des Sinus pilonidalis oder einer verlängerten Heilungsdauer. Über die exakte Schmerzdauer können keine Angaben in den vergleichbaren Studien über die Lasertherapie gefunden werden. Pappas et al. berichteten in ihrer Arbeit bei 19,8 % der Probanden über milde Schmerzen bis zu acht Tage postoperativ [95]. Dessily et al. gaben eine mittlere Dauer der Schmerzmedikation von fünf Tagen an [44]. Schmerzen lassen sich, falls sie auftreten, besonders in der ersten postoperativen Woche beobachten [44, 95, 97].

Bei den Probanden zeigte sich eine hohe Zufriedenheit über die Lasertherapie. 54 von 64 Probanden gaben die Note „sehr gut“ oder „gut“ an (84,4 %). Die Note „ungenügend“ wurde von drei Probanden ohne Therapieerfolg angegeben (4,7 %). Auch in vorangegangenen Studien zeigte sich eine hohe Patientenzufriedenheit nach der Lasertherapie [92].

Ein Vorteil der vorliegenden Studie ist der lange Beobachtungszeitraum, der im Mittel 44,8 Monate beträgt. Die mittlere Beobachtungszeit vorangegangener Studien lag bei acht bis 25 Monaten [44, 93-105]. Die vorliegende Studie ermöglicht somit eine Aussage über den langfristigen Behandlungserfolg der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis. Die lange Nachbeobachtungszeit erschwerte hingegen die genaue Angabe der Probanden von aufgetretenen Rezidiven und den Zeitpunkt der abgeschlossenen Wundheilung. Die Angaben der Probanden wurden durch die elektronische Krankenakte und Operationsberichte kontrolliert und ergänzt.

Die in dieser Studie ermittelten Langzeitergebnisse konnten die vielversprechenden Heilungs- und Rezidivraten der bisher durchgeführten Arbeiten zur Lasertherapie bei Sinus pilonidalis bestätigen. Die schnelle Wundheilung und kurze Dauer der Arbeitsunfähigkeit bestätigen ebenfalls die Lasertherapie als vielversprechende Behandlungsoption. Eine komplette Exzision des betroffenen Gewebes scheint bei Sinus pilonidalis Patienten nicht notwendig. Die Lasertherapie zeigte eine schnellere Wundheilung im Vergleich zur Exzision bei vergleichbaren Rezidiv- und Heilungsraten. Des Weiteren ist die Lasertherapie eine schnell erlernbare, leicht durchzuführende Behandlungsmethode. Ein großer Befund mit vielen Primärfisteln im Bereich der Rima ani könnte hingegen die Behandlungseffektivität der Lasertherapie beeinträchtigen.

Randomisierte kontrollierte Studien mit einer größeren Anzahl an Probanden wären sinnvoll. Besonders die Langzeitergebnisse der Lasertherapie bei Probanden mit einer Vielzahl an Primärfisteln, Rezidiven oder Voroperationen am Sinus pilonidalis sind von Interesse.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Der Sinus pilonidalis ist eine Entzündung im subkutanen Fettgewebe der Glutealregion [6]. Das Krankheitsbild kann asymptomatisch, chronisch oder akut verlaufen, ist typischerweise im Bereich der Rima ani vorzufinden und kann zur Ausbildung von Fistelgängen führen [2, 6]. Die komplette Exzision des betroffenen Gewebes gilt nach wie vor trotz langer Wundheilungsdauern als chirurgischer Goldstandard [1]. Die Lasertherapie gehört zu den minimalinvasiven Methoden der Sinus pilonidalis Behandlung und zeigte in ersten Studien vielversprechende Ergebnisse. Bisher existieren jedoch nur wenige Arbeiten über die Langzeitergebnisse der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis.

In der vorliegenden Arbeit wurden die Langzeitergebnisse der Lasertherapie eines abszessfreien Sinus pilonidalis untersucht. Die Daten wurden aus den Krankenakten und Operationsberichte erhoben und durch einen standardisierten Fragebogen ergänzt. Den primären Endpunkt stellen die Heilungs- und Rezidivrate nach der Lasertherapie dar. Sekundäre Endpunkte waren die Dauer der Arbeitsunfähigkeit und der Wundheilung. Als Kovariaten wurden Lebensgewohnheiten wie der Alkohol- und Nikotinkonsum, der Body-Mass-Index sowie die Größe des Befundes hinsichtlich ihres Einflusses auf die Behandlungsergebnisse untersucht.

64 Probanden konnten in die vorliegende Studie aufgenommen werden. Die mittlere Nachbeobachtungszeit belief sich auf 44,8 Monate.

Bei den Probanden zeigte sich eine hohe Heilungsrate von 95,3 %. Ein Rezidiv trat bei sechs von 61 Probanden auf. Somit konnten die vielversprechenden Rezidivraten vorangegangener Studien durch eine Rezidivrate von 9,8 % bestätigt werden. Die Wundheilungsdauer betrug im Median 21 Tage und die mediane Dauer der Arbeitsunfähigkeit lag bei acht Tagen. Des Weiteren konnte eine kurze mediane Schmerzdauer nach der Operation von 2,5 Tagen festgestellt werden. Ein statistisch signifikanter Einfluss des Alkohol- und Nikotinkonsums sowie des BMI auf den Behandlungserfolg konnte nicht gezeigt werden. Die Anzahl an Primärfisteln im Bereich der Rima ani beeinflusste die Erfolgsrate hingegen statistisch signifikant.

Die Vorteile der Lasertherapie bestätigen sich in der vorliegenden Arbeit besonders durch die niedrige Anzahl an Rezidiven und der hohen Heilungsrate. Die Effektivität der Lasertherapie zeigt sich außerdem an der schnellen Wundheilung und kurzen

Dauer der Arbeitsunfähigkeit. Eine erneute Untersuchung der Langzeitergebnisse mit einer größeren Anzahl an Probanden ist aufgrund der weiterhin geringen Datenlage sinnvoll. Hierbei sollten die Resultate der Lasertherapie bei Probanden mit einer Vielzahl an Primärfisteln, Rezidiven oder Voroperationen am Sinus pilonidalis besonders analysiert werden.

7 LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Ommer et al. (2020) S3- Leitlinie Sinus pilonidalis. AWMF Reg.-Nr. 081/009
- [2] Doll D, Friederichs J, Dettmann H, Boulesteix A-L, Duesel W, Petersen S (2008) Time and rate of sinus formation in pilonidal sinus disease. *Int J Colorectal Dis* 23:359–364
- [3] Mayo H (1833) *Observations on Injuries and Diseases of the Rectum*. Burgess and Hill: London
- [4] HODGES RM (1880) Pilonidal sinus. *Boston Med Surg J*, S. 485–488
- [5] Søndena K, Andersen E, Nesvik I, Søreide JA (1995) Patient characteristics and symptoms in chronic pilonidal sinus disease. *Int J Colorectal Dis* 10:39–42
- [6] de Parades V, Bouchard D, Janier M, Berger A (2013) Pilonidal sinus disease. *J Visc Surg* 150:237–247
- [7] Notaras MJ (1970) A review of three popular methods of treatment of postanal (pilonidal) sinus disease. *BJS Br J Surg* 57:886–890
- [8] Evers T, Doll D, Matevossian E, Noe S, Neumann K, Li H, Hüser N, Lüdde R, Hoffmann S, Krapohl BD (2011) [Trends in incidence and long-term recurrence rate of pilonidal sinus disease and analysis of associated influencing factors]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi* 49:799–803
- [9] Casberg MA (1949) Infected pilonidal cysts and sinuses. *Bull US Army Med Dep U S Army Med Dep* 9:493–496
- [10] Favre R, Delacroix P (1964) [APROPOS OF 1,110 CASES OF PILONIDAL DISEASE OF COCCY-PERINEAL LOCALIZATION]. *Memoires Acad Chir Fr* 90:669–676
- [11] Weeder SD (1933) Pilonidal Cyst. *Ann Surg* 98:385–393
- [12] Dahl HD, Henrich MH (1992) [Light and scanning electron microscopy study of the pathogenesis of pilonidal sinus and anal fistula]. *Langenbecks Arch Chir* 377:118–124
- [13] Stelzner F (1984) [Causes of pilonidal sinus and pyoderma fistulans sinifica]. *Langenbecks Arch Chir* 362:105–118
- [14] Bascom J (1980) Pilonidal disease: origin from follicles of hairs and results of follicle removal as treatment. *Surgery* 87:567–572
- [15] Aird I (1952) Pilonidal Sinus of the Axilla. *Br Med J* 1:902–903

- [16] Patey D, Williams ES (1956) Pilonidal sinus of the umbilicus. *Lancet Lond Engl* 271:281–282
- [17] Saharay M, Farooqui A, Chappell M (1997) An unusual lesion of the penis. *Postgrad Med J* 73:179–181
- [18] Patel MR, Bassini L, Nashad R, Anselmo MT (1990) Barber’s interdigital pilonidal sinus of the hand: a foreign body hair granuloma. *J Hand Surg* 15:652–655
- [19] Ortiz H, Marti J, DeMiguel M, Carmona A, Cabañas IP (1987) Hair-containing lesions within the anal canal. *Int J Colorectal Dis* 2:153–154
- [20] Yokoyama T, Nishimura K, Hakamada A, Isoda K-I, Yamanaka K-I, Kurokawa I, Mizutani H (2007) Pilonidal sinus of the supra-auricle area. *J Eur Acad Dermatol Venereol JEADV* 21:257–258
- [21] Ferdinand RD, Scott DJ, McLean NR (1997) Pilonidal cyst of the breast. *Br J Surg* 84:784
- [22] Kafali H, Duvan CI, Bayrak R, Turhan NO (2008) Vulvar pilonidal sinuses: treatment of a rare cause of vulvar pain. *Arch Gynecol Obstet* 278:487–488
- [23] Doll D, Bosche F, Hauser A, Moersdorf P, Sinicina I, Grunwald J, Reckel F, Luedi MM (2018) The presence of occipital hair in the pilonidal sinus cavity—a triple approach to proof. *Int J Colorectal Dis* 33:567–576
- [24] Accarpio G, Davini Md, Fazio A, Senussi O (1988) Pilonidal sinus with an anal canal fistula. Report of a case. *Dis Colon Rectum* 31(12):965-967
- [25] Karydakis GE (1992) Easy and successful treatment of pilonidal sinus after explanation of its causative process. *Aust N Z J Surg* 62:385–389
- [26] Doll D, Wilhelm D, Ommer A, Albers K, Mordhorst H, Iesalnieks I, Vassiliu P, Luedi M (2019) Immediate cut hair translocation to the intergluteal fold in the hairdressers shop – another link to pilonidal sinus disease. *Pilonidal Sinus Journal* 5:23–32
- [27] Karydakis GE (1973) New approach to the problem of pilonidal sinus. *Lancet Lond Engl* 2:1414–1415
- [28] Hull TL, Wu J (2002) Pilonidal disease. *Surg Clin North Am* 82:1169–1185
- [29] Harlak A, Menten O, Kilic S, Coskun K, Duman K, Yilmaz F (2010) Sacrococcygeal pilonidal disease: analysis of previously proposed risk factors. *Clinics (Sao Paulo)* 65:125–131
- [30] Akinci OF, Kurt M, Terzi A, Atak I, Subasi IE, Akbilgic O (2009) Natal cleft deeper in patients with pilonidal sinus: implications for choice of surgical procedure. *Dis Colon Rectum* 52:1000–1002

- [31] Yildiz T, Elmas B, Yucak A, Turgut HT, Ilce Z (2017) Risk Factors for Pilonidal Sinus Disease in Teenagers. *Indian J Pediatr* 84:134–138
- [32] Akinci OF, Bozer M, Uzunköy A, Düzgün SA, Coşkun A (1999) Incidence and aetiological factors in pilonidal sinus among Turkish soldiers. *Eur J Surg Acta Chir* 165:339–342
- [33] Doll D, Friederichs J, Düsel W, Fend F, Petersen S (2008) Surgery for asymptomatic pilonidal sinus disease. *Int J Colorectal Dis* 23:839
- [34] Bendewald FP, Cima RR (2007) Pilonidal Disease. *Clin Colon Rectal Surg* 20:86–95
- [35] Mirastschijski U, Martin A, Jorgensen LN, Sampson B, Ågren MS (2013) Zinc, copper, and selenium tissue levels and their relation to subcutaneous abscess, minor surgery, and wound healing in humans. *Biol Trace Elem Res* 153:76–83
- [36] Breuninger H (2004) [Treatment of pilonidal sinus and acne inversa]. *Hautarzt Z Dermatol Venerol Verwandte Geb* 55:254–258
- [37] Steinmann, D, Dindo, D, Soll, C, et al. (2010) Pilonidalsinus und Analfistel. *Gastroenterologie* 5, 308-317
- [38] de Parades V, Zeitoun J-D, Dahmani Z, Parnaud E (2010) [Anal fistula]. *Gastroenterol Clin Biol* 34:48–60
- [39] Tozer PJ, Lung P, Lobo AJ, Sebastian S, Brown SR, Hart AL, Fearnhead N, of ENiGMA Collaboration (2018) Review article: pathogenesis of Crohn’s perianal fistula-understanding factors impacting on success and failure of treatment strategies. *Aliment Pharmacol Ther* 48:260–269
- [40] Preiß et al. (2014) S3- Leitlinien Diagnostik und Therapie des M. Crohn. AWMF- register Nr. 021/003
- [41] Kober M-M, Alapati U, Khachemoune A (2018) Treatment options for pilonidal sinus. *Cutis* 102:E23–E29
- [42] Al-Salamah SM, Hussain MI, Mirza SM (2007) Excision with or without primary closure for pilonidal sinus disease. *J Pak Med Assoc* 57:388–391
- [43] Iesalnieks I, Deimel S, Kienle K, Schlitt HJ, Zülke C (2011) [Pit-picking surgery for pilonidal disease]. *Chir Z Alle Geb Oper Medizen* 82:927–931
- [44] Dessily M, Dziubeck M, Chahidi E, Simonelli V (2019) The SiLaC procedure for pilonidal sinus disease: long-term outcomes of a single institution prospective study. *Tech Coloproctology* 23:1133–1140
- [45] Armstrong JH, Barcia PJ (1994) Pilonidal sinus disease. The conservative approach. *Arch Surg Chic Ill* 1960 129:914–917; discussion 917-919

- [46] Cevik M, Dorterler ME, Abbasoglu L (2018) Is conservative treatment an effective option for pilonidal sinus disease in children? *Int Wound J* 15:840–844
- [47] Petersen S, Wietelmann K, Evers T, Hüser N, Matevossian E, Doll D (2009) Long-term effects of postoperative razor epilation in pilonidal sinus disease. *Dis Colon Rectum* 52:131–134
- [48] Pronk AA, Eppink L, Smakman N, Furnee EJB (2018) The effect of hair removal after surgery for sacrococcygeal pilonidal sinus disease: a systematic review of the literature. *Tech Coloproctology* 22:7–14
- [49] Demircan F, Akbulut S, Yavuz R, Agtas H, Karabulut K, Yagmur Y (2015) The effect of laser epilation on recurrence and satisfaction in patients with sacrococcygeal pilonidal disease: a prospective randomized controlled trial. *Int J Clin Exp Med* 8:2929–2933
- [50] Koch D, Pratsou P, Szczecinska W, Lanigan S, Abdullah A (2015) The diverse application of laser hair removal therapy: a tertiary laser unit's experience with less common indications and a literature overview. *Lasers Med Sci* 30:453–467
- [51] Stauffer VK, Luedi MM, Kauf P, Schmid M, Diekmann M, Wieferich K, Schnüriger B, Doll D (2018) Common surgical procedures in pilonidal sinus disease: A meta-analysis, merged data analysis, and comprehensive study on recurrence. *Sci Rep* 8:3058
- [52] Bruce RM, Santodonato J, Neal MW (1987) Summary review of the health effects associated with phenol. *Toxicol Ind Health* 3:535–568
- [53] Doll D, Matevossian E, Hoenemann C, Hoffmann S (2013) Incision and drainage preceding definite surgery achieves lower 20-year long-term recurrence rate in 583 primary pilonidal sinus surgery patients. *J Dtsch Dermatol Ges J Ger Soc Dermatol JDDG* 11:60–64
- [54] Jensen SL, Harling H (1988) Prognosis after simple incision and drainage for a first-episode acute pilonidal abscess. *Br J Surg* 75:60–61
- [55] Hussain ZI, Aghahoseini A, Alexander D (2012) Converting emergency pilonidal abscess into an elective procedure. *Dis Colon Rectum* 55:640–645
- [56] Hølmekbakk T, Nesbakken A (2005) Surgery for pilonidal disease. *Scand J Surg SJS Off Organ Finn Surg Soc Scand Surg Soc* 94:43–46
- [57] Khodakaram K, Stark J, Höglund I, Andersson RE (2017) Minimal Excision and Primary Suture is a Cost-Efficient Definitive Treatment for Pilonidal Disease with Low Morbidity: A Population-Based Interventional and a Cross-Sectional Cohort Study. *World J Surg* 41:1295–1302

- [58] Calikoglu I, Gulpinar K, Oztuna D, Elhan AH, Dogru O, Akyol C, Erkek B, Kuzu MA (2017) Phenol Injection Versus Excision With Open Healing in Pilonidal Disease: A Prospective Randomized Trial. *Dis Colon Rectum* 60:161–169
- [59] Hannan E, Harding T, Feizal H, Martin S (2021) Negative pressure wound therapy following excision of pilonidal sinus disease: A retrospective review. *Colorectal Dis* 23:2961–2966
- [60] Alkatta MA, Mejally A (2019) Excision and tension-free primary closure of pilonidal disease. *Turk J Surg* 35:278–284
- [61] Petersen S (2019) [Pilonidal Sinus Disease; What is the Best Treatment Option?]. *Zentralbl Chir* 144:341–348
- [62] Tocchi A, Mazzoni G, Bononi M, Fornasari V, Miccini M, Drumo A, Colace L (2008) Outcome of chronic pilonidal disease treatment after ambulatory plain midline excision and primary suture. *Am J Surg* 196:28–33
- [63] Enriquez-Navascues JM, Emparanza JI, Alkorta M, Placer C (2014) Meta-analysis of randomized controlled trials comparing different techniques with primary closure for chronic pilonidal sinus. *Tech Coloproctology* 18:863–872
- [64] McCallum I, King PM, Bruce J (2007) Healing by primary versus secondary intention after surgical treatment for pilonidal sinus. *Cochrane Database Syst Rev* CD006213
- [65] Borel F, Gaudin C, Duchalais E, Lehur P-A, Meurette G (2017) Wound closure with Karydakis flap is decreasing the perioperative costs after pilonidal sinus excision as compared to lay-open approach. *J Visc Surg* 154:407–412
- [66] Kitchen PR (1996) Pilonidal sinus: experience with the Karydakis flap. *Br J Surg* 83:1452–1455
- [67] Bessa SS (2013) Comparison of short-term results between the modified Karydakis flap and the modified Limberg flap in the management of pilonidal sinus disease: a randomized controlled study. *Dis Colon Rectum* 56:491–498
- [68] Emile SH, Khan SM, Barsom SH, Wexner SD (2021) Karydakis procedure versus Limberg flap for treatment of pilonidal sinus: an updated meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Colorectal Dis* 36:1421–1431
- [69] Çakır M, Biçer M (2020) Complications And Recurrence After The Karydakis Flap Surgery. *Pol Przegl Chir* 93:15–18
- [70] Bascom J, Bascom T (2007) Utility of the cleft lift procedure in refractory pilonidal disease. *Am J Surg* 193:606–609; discussion 609

- [71] Favuzza J, Brand M, Francescatti A, Orkin B (2015) Cleft lift procedure for pilonidal disease: technique and perioperative management. *Tech Coloproctology* 19:477–482
- [72] Hatch Q, Marenco C, Lammers D, Morte K, Schluskel A, McNevin S (2020) Postoperative outcomes of Bascom cleft lift for pilonidal disease: A single-center experience. *Am J Surg* 219:737–740
- [73] Senapati A, Cripps NPJ, Flashman K, Thompson MR (2011) Cleft closure for the treatment of pilonidal sinus disease. *Colorectal Dis Off J Assoc Coloproctology G B Irel* 13:333–336
- [74] Immerman SC (2021) The Bascom Cleft Lift as a Solution for All Presentations of Pilonidal Disease. *Cureus* 13:e13053
- [75] Gwynn BR (1986) Use of the rhomboid flap in pilonidal sinus. *Ann R Coll Surg Engl* 68:40–41
- [76] Akin M, Leventoglu S, Menten BB, Bostanci H, Gokbayir H, Kilic K, Ozdemir E, Ferahkose Z (2010) Comparison of the classic limberg flap and modified limberg flap in the treatment of pilonidal sinus disease: A retrospective analysis of 416 patients. *Surg Today* 40:757–762
- [77] Cihan A, Ucan BH, Comert M, Cesur A, Cakmak GK, Tascilar O (2006) Superiority of Asymmetric Modified Limberg Flap for Surgical Treatment of Pilonidal Disease. *Dis Colon Rectum* 49:244–249
- [78] Oliveira AI, Barroso C, Osório A, Correia-Pinto J (2019) Minimally Invasive Surgical Treatment of Pilonidal Disease: Mid-Term Retrospective Analysis of a Single Center. *Front Pediatr* 7:215
- [79] Velotti N, Manigrasso M, Di Lauro K, Araimo E, Calculli F, Vertaldi S, Anoldo P, Aprea G, Simone GD, Vitiello A, Musella M, Milone M, et al. (2019) Minimally Invasive Pilonidal Sinus Treatment: A Narrative Review. *Open Med* 14:532–536
- [80] Emile SH, Elfeki H, Shalaby M, Sakr A, Giaccaglia V, Sileri P, Wexner SD (2018) Endoscopic pilonidal sinus treatment: a systematic review and meta-analysis. *Surg Endosc* 32:3754–3762
- [81] Soll C, Dindo D, Steinemann D, Hauffe T, Clavien P-A, Hahnloser D (2011) Sinusectomy for primary pilonidal sinus: less is more. *Surgery* 150:996–1001
- [82] Tavangari FR, Lee JA, Garza D, Tejirian T (2017) Outcomes of Unroofing with Limited Excision and Structured Postoperative Care for Pilonidal Disease. *The American Surgeon* 83:1045–1049
- [83] Garg P, Yagnik VD (2021) Laying Open and Curettage under Local Anesthesia to Treat Pilonidal Sinus: Long-Term Follow-Up in 111 Consecutively Operated Patients. *Clin Pract* 11:193–199

- [84] Gips M, Bendahan J, Ayalon S, Efrati Y, Simha M, Estlein D (2022) Minimal Pilonidal Surgery vs. Common Wide Excision Operations: Better Well-Being and Comparable Recurrence Rates. *Isr Med Assoc J* 24:89–95
- [85] Bascom J (1983) Pilonidal disease: long-term results of follicle removal. *Dis Colon Rectum* 26:800–807
- [86] Gips M, Melki Y, Salem L, Weil R, Sulkes J (2008) Minimal surgery for pilonidal disease using trephines: description of a new technique and long-term outcomes in 1,358 patients. *Dis Colon Rectum* 51:1656–1662; discussion 1662-1663
- [87] Maiman TH (1960) Optical and Microwave-Optical Experiments in Ruby. *Phys Rev Lett* 4:564–566
- [88] Hecht J (2010) Short history of laser development. *Opt Eng* 49:091002
- [89] Kneubühl FK, Sigrist MW (2008) Prinzip der Laser. In: Kneubühl FK, Sigrist MW: *Laser*. Springer-Verlag: Stuttgart, 41-58
- [90] Steiner R (2013) Laser-Gewebe-Wechselwirkungen. In: Raulin C, Karsai S (Hrsg) *Lasertherapie der Haut*. Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg, 25–39
- [91] Wilhelm A (2011) A new technique for sphincter-preserving anal fistula repair using a novel radial emitting laser probe. *Tech Coloproctology* 15:445–449
- [92] Romic I, Augustin G, Bogdanic B, Bruketa T, Moric T (2022) Laser treatment of pilonidal disease: a systematic review. *Lasers Med Sci* 37:723–732
- [93] Porwal A, Gandhi P, Kulkarni D (2020) Laser pilonidotomy — a new approach in management of complex pilonidal sinus disease: an exploratory study. *J Coloproctol (Rio J)* 40:24–30
- [94] Dessily M, Charara F, Ralea S, Allé J-L (2017) Pilonidal sinus destruction with a radial laser probe: technique and first Belgian experience. *Acta Chir Belg* 117:164–168
- [95] Pappas AF, Christodoulou DK (2018) A new minimally invasive treatment of pilonidal sinus disease with the use of a diode laser: a prospective large series of patients. *Colorectal Dis Off J Assoc Coloproctology G B Irel* 20:O207–O214
- [96] Georgiou GK (2018) Outpatient laser treatment of primary pilonidal disease : the PiLaT technique. *Tech Coloproctology* 22:773–778
- [97] Bonito F, Cerejeira D, Goulão J, de Assunção Gonçalves J (2021) A Retrospective Study of the Safety and Efficacy of a Radial Diode Laser Probe in the Management of Pilonidal Sinus Disease. *Dermatologic Surgery* 47:1224–1228

- [98] Abdelnaby M, Fathy M, Emile SH, Arnous M, Balata M, Abdelmawla A, Abdallah E (2021) Sinus laser therapy versus sinus lay open in the management of sacrococcygeal pilonidal disease. *Colorectal Disease* 23:2456–2465
- [99] Allam H, Anwar HW, Essa KZ (2020) Uses of Laser Therapy in Management of Pilonidal Sinus. *Al-Azhar Int Med J* 1:26–31
- [100] Algazar M, Zaitoun MA, Khalil OH, Abdalla WM (2021) Sinus laser closure (SiLaC) versus Limberg flap in management of pilonidal disease: A short-term non-randomized comparative prospective study. *Asian J Surg* 45:179–183
- [101] Harju J, Söderlund F, Yrjönen A, Santos A, Hermunen K (2021) Pilonidal disease treatment by radial laser surgery (FiLaC™): The first Finnish experience. *Scand J Surg* 110:520–523
- [102] Sluckin TC, Hazen S-MJA, Smeenk RM, Schouten R (2022) Sinus laser-assisted closure (SiLaC®) for pilonidal disease: results of a multicentre cohort study. *Tech Coloproctology* 26:135–141
- [103] Khubezov DA, Lukanin RV, Krotkov AR, Ogoreltsev AY, Serebryansky PV, Yudina EA (2020) LASER ABLATION FOR PILONIDAL DISEASE. *Koloproktologia* 19:91–103
- [104] Yardimci VH (2020) Outcomes of Two Treatments for Uncomplicated Pilonidal Sinus Disease: Karydakis Flap Procedure and Sinus Tract Ablation Procedure Using a 1,470 nm Diode Laser Combined With Pit Excision. *Lasers Surg Med* 52:848–854
- [105] Spindler L, Alam A, Fathallah N, Rentien A-L, Draullette M, Pommaret E, Thierry M-L, Mituialy AE, Abbes L, Aubert M, Benfredj P, Far ES, et al. (2022) Extensive suppuration and being overweight are factors associated with the failure of laser treatment for pilonidal disease: lessons from the first French retrospective cohort. *Tech Coloproctol* 26:143–146
- [106] Al-Khayat H, Al-Khayat H, Sadeq A, Groof A, Haider HH, Hayati H, Shamsah A, Zarka ZA, Al-Hajj H, Al-Momen A (2007) Risk factors for wound complication in pilonidal sinus procedures. *J Am Coll Surg* 205:439–444
- [107] Alptekin H, Yilmaz H, Kayis SA, Sahin M (2013) Volume of the excised specimen and prediction of surgical site infection in pilonidal sinus procedures (surgical site infection after pilonidal sinus surgery). *Surg Today* 43:1365–1370
- [108] Søndena K, Nesvik I, Gullaksen FP, Furnes A, Harbo SO, Weyessa S, Søreide JA (1995) The role of cefoxitin prophylaxis in chronic pilonidal sinus treated with excision and primary suture. *J Am Coll Surg* 180:157–160

- [109] Chaudhuri A, Bekdash BA (2002) Single-dose metronidazole versus 5-day multi-drug antibiotic regimen in excision of pilonidal sinuses with primary closure: a prospective randomised controlled double-blinded study. *Int J Colorectal Dis* 17:355–358
- [110] de Bruin AFJ, Gosselink MP, van der Harst E (2012) Local application of gentamicin-containing collagen implant in the prophylaxis of surgical site infection following gastrointestinal surgery. *Int J Surg* 10:S21–S27
- [111] Doll D, Evers T, Matevossian E, Hoffmann S, Krapohl B, Bartsch D (2011) Does gentamycin affect long term recurrence rate in pilonidal sinus surgery? *Eur Surg* 43:236–243
- [112] Stoll M (2016) Proktologische Wundbehandlung. *Aktuelle Dermatol* 42:198–202
- [113] Goodall P (1961) The aetiology and treatment of pilonidal sinus. A review of 163 patients. *Br J Surg* 49:212–218
- [114] Lineaweaver WC, Brunson MB, Smith JF, Franzini DA, Rumley TO (1984) Squamous carcinoma arising in a pilonidal sinus. *J Surg Oncol* 27:239–242
- [115] Pilipshen SJ, Gray G, Goldsmith E, Dineen P (1981) Carcinoma arising in pilonidal sinuses. *Ann Surg* 193:506–512
- [116] Weir CB, Jan A (2020) BMI Classification Percentile And Cut Off Points. *StatPearls*. StatPearls Publishing: Treasure Island (FL)
- [117] Peto J (2012) That the effects of smoking should be measured in pack-years: misconceptions 4. *Br J Cancer* 107:406–407
- [118] Davage ON (1954) The origin of sacrococcygeal pilonidal sinuses based on an analysis of four hundred sixty-three cases. *Am J Pathol* 30:1191–1205
- [119] Chintapatla S, Safarani N, Kumar S, Haboubi N (2003) Sacrococcygeal pilonidal sinus: historical review, pathological insight and surgical options. *Tech Coloproctology* 7:3–8
- [120] Doll D, Matevossian E, Wietelmann K, Evers T, Kriner M, Petersen S (2009) Family history of pilonidal sinus predisposes to earlier onset of disease and a 50% long-term recurrence rate. *Dis Colon Rectum* 52:1610–1615
- [121] Gupta PJ (2005) Comparative study between radiofrequency sinus excision and open excision in sacro-coccygeal pilonidal sinus disease. *Dig Surg* 22:459–463
- [122] Tautenhahn J, Piatek S (2012) Störfaktoren der Wundheilung. In: Lippert H. *Wundatlas* 3. Auflage. Georg Thieme Verlag KG; 2012. 50-52

- [123] Ahn C, Mulligan P, Salcido RS (2008) Smoking-the bane of wound healing: biomedical interventions and social influences. *Adv Skin Wound Care* 21:227-236
- [124] Guo S, Dipietro LA (2010) Factors affecting wound healing. *J Dent Res* 89:219-229
- [125] Almajid FM, Alabdrabalnabi AA, Almulhim KA (2017) The risk of recurrence of Pilonidal disease after surgical management. *Saudi Med J* 38:70–74
- [126] Iesalnieks I, Deimel S, Zülke C, Schlitt HJ (2013) Smoking increases the risk of pre- and postoperative complications in patients with pilonidal disease. *J Dtsch Dermatol Ges J Ger Soc Dermatol JDDG* 11:1001–1005

ANHANG

Patienteneigenschaften und Langzeitergebnisse der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis

Geschlecht (männlich/weiblich)	50/14
Alter (Jahre) ^a	27 (IQR 21,3 – 34)
BMI (kg/m ²) ^a	28,4 (IQR 25 – 31,3)
Nikotinkonsum (Raucher/Nichtraucher)	30/34
Beobachtungszeitraum (Monate) ^b	44,8 (SD 17,8)
Primärfisteln (Pits) ^a	2 (IQR 1,3 – 4)
Diabetes mellitus, n (%)	2 (3,1)
Positive Familienanamnese, n (%)	10 (15,6)
Initiale Abszessinzision, n (%)	29 (45,3)
Erfolgsrate, n (%) ^c	55/64 (85,9)
Heilungsrate, n (%)	61/64 (95,3)
Rezidivrate, n (%)	6/61 (9,8)
Wundheilungsdauer (Tage) ^a	21 (IQR 14 – 30)
Arbeitsunfähigkeit (Tage) ^a	8 (IQR 3 – 21)
Verweildauer (Tage)	2
Postoperative Schmerzdauer (Tage) ^a	2,5 (IQR 0 – 7)

a=Median, b=Mittelwert

c=abgeschlossene Wundheilung mit anschließender Rezidivfreiheit nach Lasertherapie bei Sinus pilonidalis

Anhang 1: Patienteneigenschaften und Langzeitergebnisse der Lasertherapie bei Sinus pilonidalis

Fragebogen

„Follow-up-Ergebnisse nach Lasertherapie bei Sinus pilonidalis“

Allgemeine Daten		Nr: xxx		
Geburtsdatum	_ _ _ _ _ T T M M J J			
Geschlecht	<input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> männlich			
Größe und Gewicht	<input type="text"/> cm <input type="text"/> kg			
Lebensgewohnheiten				
Nikotin	<input type="checkbox"/> Raucher Zigaretten pro Tag: <input type="text"/> <input type="checkbox"/> Nichtraucher <input type="checkbox"/> Ex- Raucher seit: <input type="text"/>			
Alkohol	<input type="checkbox"/> täglich <input type="checkbox"/> wöchentlich <input type="checkbox"/> monatlich <input type="checkbox"/> seltener			
Haben Sie Diabetes mellitus?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein			
Gab es weitere Fälle von Steißbeinfisteln in Ihrer näheren Familie?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein			
Kam es zu einem Wiederauftreten einer Steißbeinfistel nach der Behandlung?	<input type="checkbox"/> Ja Falls Ja: Nach wie vielen Monaten? <input type="text"/> <input type="checkbox"/> Nein			
Haben Sie noch Beschwerden im Bereich des Steißbeins?	<input type="checkbox"/> Ja Falls Ja: Bitte Tabelle über Beschwerden ausfüllen <input type="checkbox"/> Nein			
Beschwerde	Ja		Nein	
	Seit der Behandlung	Neu aufgetreten		
Schmerzen	ständig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	sitzend	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	bei Bewegung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Druckgefühl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Überwärmung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Austritt von Blut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Austritt von Flüssigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Wunde vollständig geschlossen und reizlos nach	<input type="text"/> Tagen			

Seite 1 von 2

Anhang 2: Fragebogen „Follow-up-Ergebnisse nach Lasertherapie bei Sinus pilonidalis“

Seite 1 von 2

	Nr: xxx						
Wie lange waren Sie nach dem Eingriff Arbeitsunfähig?	<input type="text"/>	Tage					
Nach wie vielen Tagen waren Sie schmerzfrei?	<input type="text"/>	Tage					
Gesamtzufriedenheit	Schulnoten	1	2	3	4	5	6
Befragungsdatum							

Seite 2 von 2

*Anhang 3: Fragebogen „Follow-up-Ergebnisse nach Lasertherapie bei Sinus pilonidalis“
Seite 2 von 2*

DANKSAGUNG

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. Metin Senkal für die Promotionsmöglichkeit in der Klinik für Allgemein- und Viszeralchirurgie des Marien Hospitals Witten, die freundliche Überlassung des Themas und seine Unterstützung bei der Erstellung dieser Arbeit.

Für die Unterstützung in der Themenauswahl und ständige Diskussionsbereitschaft möchte ich mich ebenso bei Herrn Dr. med. Thomas Deska und Frau Dr. med. Annina Wolicki recht herzlich bedanken.

Mein Dank gilt außerdem Frau Christiane Schwarz für die große Hilfe in der Organisation dieser Arbeit.

Allen Probanden, die diese Studie ermöglicht haben, möchte ich ebenso meinen großen Dank aussprechen.

LEBENS LAUF

Name: Nils Lappe
Geburtsdatum: 27.08.1995
Geburtsort: Viersen

Hochschullaufbahn

10/2015 – 11/2022 Studium der Humanmedizin, Ruhr-Universität Bochum
Abschluss: Staatsexamen

Schullaufbahn

2006 - 2015 Holzkamp-Gesamtschule, Witten
Abschluss: Allgemeine Hochschulreife

2004 - 2006 Schrabergschule, Herdecke

2002 - 2004 Grundschule an den Linden, Rödermark