

Diplomarbeit

**Komplikationen nach Implantation von
perkutanen endoskopischen Gastrostomie-Sonden (PEG)**

eingereicht von

Lisa Julia Jagersberger

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktorin der gesamten Heilkunde
(Dr^{in.} med. univ.)**

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Klinischen Abteilung für Gastroenterologie und Hepatologie

unter Betreuung von

Priv.-Doz. Dr.med.univ. Gernot Zollner

Dr.med.univ. Lukas Binder

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, 06.09.2020

Lisa Julia Jagersberger eh.

Danksagungen

Zuallererst möchte ich mich ganz herzlich bei meinen Betreuern, Priv.-Doz. Dr.med.univ. Gernot Zollner und Dr.med.univ. Lukas Binder bedanken, die mir nicht nur dieses Diplomarbeitsthema bereitgestellt haben, sondern bei Fragen meinerseits stets hilfreich zur Seite standen und wertvolle fachliche Anregungen gaben.

Ein besonderer Dank gilt meiner Familie, sowie meinen Freundinnen und Freunden, die mich während meiner gesamten Studienzeit so tatkräftig unterstützt und mir unzählige schöne Stunden ihrer Anwesenheit geschenkt haben.

Zusammenfassung

Hintergrund

Die perkutane endoskopische Gastrostomie (PEG) gilt gegenwärtig als bevorzugte Methode zur Gewährleistung einer langfristigen enteralen Sondenernährung bei inadäquater oraler Nahrungsaufnahme. Trotz der allgemein als sicher geltenden Anlagetechnik, ist der postinterventionelle Verlauf jedoch nicht selten komplikationsbehaftet. Ziel dieser Arbeit war es deshalb, Häufigkeit und Art von PEG-Komplikationen zu untersuchen.

Methodik

Es erfolgte eine retrospektive Datenanalyse von 252 PatientInnen, welche im Zeitraum von Jänner 2017 bis Dezember 2019 eine PEG-Sonde an der Klinischen Abteilung für Gastroenterologie und Hepatologie des Universitätsklinikums Graz erhielten. Mithilfe des Dokumentationssystems „MEDOCS“ wurden personen- und methodikbezogene Informationen erhoben. Komplikationen wurden in Minor und Major Komplikationen unterteilt. Die vorliegenden Daten wurden mit denen internationaler Studien verglichen. Um jedoch generalisierte Aussagen über die am Grazer LKH auftretenden PEG-Komplikationen tätigen zu können, wurden die Ergebnisse dieser Arbeit in Beziehung zu einer bereits bestehenden Datenanalyse der Universitätsklinik für Gastroenterologie und Hepatologie gesetzt und gegenübergestellt.

Ergebnisse

Bei 249 PatientInnen (64 Frauen, 185 Männern) gelang die PEG-Sondenanlage (Erfolgsrate 98.8%), bei den verbleibenden 3 PatientInnen konnte aus technischen Gründen keine PEG implantiert werden.

Indikationen für die PEG-Implantation waren: maligne Kopf-Hals-Tumoren (n=197; 79.1%), neurologische Erkrankungen oder psychomotorische Retardierung (n=26; 10.4%), zerebrovaskuläre Erkrankungen (n=6; 2.4%), Bewusstseinseinschränkungen (n=3; 1.2%) und verschiedene andere Ursachen (n=17; 6.8%). Das durchschnittliche Alter der PatientInnen lag bei 63.5±11.6 Jahren. Bei 179 PatientInnen (71.9%) traten keine, bei 70 PatientInnen (28.1%) hingegen insgesamt 113 PEG-bezogene Komplikationen auf. Davon wurden 99 als Minor- (24.6%) und 14 als Major (3.4%) Komplikation klassifiziert. Minor-Komplikationen inkludierten peristomale Sekretion in 28 Fällen (11,2% der gesamten Kohorte), lokale Wundinfektion in 27 (10.8%), Hypergranulation des peristomalen Gewebes in 13 (5.2%), Abdominalschmerzen in 13 (5.2%), mechanische Komplikationen (wie Sondenbruch) in 9 (3.6%), Pneumoperitoneum in 5 (2.0%) und Sondendislokation in 4

Fällen (entsprechend 1.6% der Gesamtkohorte). Die deutlich selteneren Major-Komplikationen waren kleinere bis mittlere Blutungen bei 5 Personen (2.0%), Organperforation, Peritonitis und ein Buried-Bumper-Syndrom bei je 3 Personen (entsprechend je 1.2% der Kohorte). Aspirationspneumonie oder Tod nach Sondenanlage wurden nicht beobachtet. Es fanden sich keine Assoziationen zwischen dem Auftreten von Komplikationen und dem Charlson Comorbidity Index (CCI) sowie Alter und BMI der PatientInnen finden. Die Komplikationsraten am Grazer Universitätsklinikum sind mit denen der Literatur weitgehend vergleichbar.

Schlussfolgerung

Komplikationen treten insgesamt häufig nach PEG-Sondenanlage auf, wobei schwere Komplikationen nur selten zu beobachten sind. Diese Komplikationsraten müssen bei der Indikationsstellung zur PEG-Sondenimplantation sorgfältig bedacht werden, sollten jedoch, ebenso wie fortgeschrittenes Alter und hohe CCI-Scores, nach ethischen Überlegungen und entsprechender Aufklärung der PatientInnen keine Kontraindikation zur PEG-Anlage darstellen.

Abstract

Background

Percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG) is today's preferred method to ensure long-term enteral tube feeding when oral intake is no longer possible or adequate. In general, endoscopically guided percutaneous gastrostomy is considered to be a safe procedure, however the postinterventional course is often associated with complications. The aim of this study therefore was to determine frequency and type of PEG complications.

Methods

We performed a retrospective data analysis of 252 patients which received a PEG tube at the Clinical Department for Gastroenterology and Hepatology in the period from January 2017 to December 2019. Using the electronic documentation system "MEDOCS" personal- and methodological data was collected. Complications were divided into minor and major complications. This data was compared to that of international studies. In order to be able to make generalized statements about occurring complications at the University Hospital Graz, the results of this thesis were related to an existing data analysis of the Department of Gastroenterology and Hepatology and a direct comparison has been carried out.

Results

PEG was successfully performed in 249 (64 women, 185 men) out of the 252 procedures (success rate 98.8%). Three PEG interventions failed due to technical problems. Indications for PEG placement were: head and neck cancer (n=197; 79.1%), neurological disease or psychomotor retardation (n=26; 10.4%), cerebrovascular disease (n=6; 2.4%), reduced level of consciousness (n=3; 1.2%) and various other causes (n=17; 6.8%). The average age of the patients was 63.5 ± 11.6 years. In 179 patients (71.9%) no complications were observed, whereas in 70 patients (28.1%) a total of 113 PEG related complications could be found. 99 of these were classified as minor (24.6%) and 14 as major (3.4%) complications. Minor complications included peristomal leakage in 28 cases (11.2% of the total cohort), local wound infection in 27 (10.8%), granuloma formation of the peristomal tissue in 13 (5.2%), abdominal pain in 13 (5.2%), mechanical complications (like probe damage) in 9 (3.6%), pneumoperitoneum in 5 (2.0%) and tube dislodgement in 4 cases (according to 1.6% among the overall patient population). The clearly less common major complications were mild to moderate bleeding in 5 patients, organ perforation, peritonitis and a buried bumper syndrome (BBS) in 3 patients per complication (each corresponding to 1.2% of the cohort). Aspiration pneumonia or death after tube implantation were not reported. No associations

were found between the occurrence of complications and the Charlson Comorbidity Index (CCI), as well as age and body mass index (BMI) of the patients. The complication rates at the University Hospital Graz are widely comparable to those in the literature.

Conclusion

Complications often occur after PEG tube placement, although serious complications are rarely observed. These complication rates have to be taken into account before the placement of PEG tubes, but, like advanced age and high CCI scores, it should not be a contraindication for PEG implantation if the decision is based on ethical considerations and the patient is informed accordingly.

Inhaltsverzeichnis

Danksagungen	3
Zusammenfassung	4
Abstract.....	6
Inhaltsverzeichnis	8
Glossar und Abkürzungen	10
Abbildungsverzeichnis	12
1 Einleitung.....	15
1.1 Enterale Sondensysteme	17
1.1.1 Nasale Sondensysteme	17
1.1.2 Transkutane Sondensysteme.....	19
1.2 Perkutane endoskopische Gastrostomie (PEG)	19
1.2.1 Epidemiologie.....	19
1.2.2 Rechtliche Bestimmungen und ethische Aspekte.....	20
1.2.3 Sondenmaterial	20
1.2.4 Vorbereitende Maßnahmen	21
1.2.5 Anlagetechnik.....	23
1.2.6 Methodenvergleich	26
1.2.7 Nachsorge	26
1.2.8 Entfernung der PEG-Sonde	27
1.2.9 Indikationen	28
1.2.10 Kontraindikationen	33
1.2.11 Komplikationen	34
2 Material und Methoden	40
2.1 Studiendesign und Datensammlung	40
2.2 Klassifikation der PEG-Komplikationen.....	41
2.3 Charlson Comorbidity Index	41
2.4 Statistische Analyse	43
3 Ergebnisse – Resultate.....	44

3.1	Indikationen	47
3.1.1	Spezifische Indikationen.....	47
3.2	Verfahrensspezifische Angaben und Follow-up.....	49
3.2.1	Ereignisse während der PEG-Anlage	50
3.3	Komplikationen	50
3.3.1	Minor Komplikationen	51
3.3.2	Major Komplikationen	53
3.4	Korrelationen	55
4	Diskussion	56
4.1	Datenvergleich.....	56
4.2	Conclusio	62
5	Literaturverzeichnis	63

Glossar und Abkürzungen

AIDS	Acquired Immune Deficiency Syndrome
ACS	Acute Coronary Syndrome
ALS	Amyotrophe Lateralsklerose
ASGE	American Society for Gastrointestinal Endoscopy
BBS	Buried-Bumper-Syndrom
BMI	Body Mass Index
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CCI	Charlson Comorbidity Index
CF	Zystische Fibrose
CPR	Cardiopulmonary Resuscitation
CT	Computertomographie
CUP	Cancer of Unknown Primary
CVD	Cerebrovascular Disease
DGEM	Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin
EEN	Exclusive Enteral Nutrition
ESGE	European Society of Gastrointestinal Endoscopy
Fr	French
FVC	Forcierte Vitalkapazität
GI-Trakt	Gastrointestinaltrakt
HNC	Head and Neck Cancer (Kopf-Hals-Tumoren)
HWS	Halswirbelsäule
i.v.	intravenös
LKH	Landeskrankenhaus
LTX	Leberzirrhose
MISC	Miscellaneous
MRSA	Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus
NaCl	Natriumchlorid
NGT	Nasogastric Tube
NICE	National Institute for Health and Care Excellence

NDPR	Neurological Disease and Psychomotor Retardation
NSAR	Nichtsteroidales Antirheumatikum
NTX	Nierentransplantation
OTSC	Over-The-Scope-Clip
ÖGD	Ösophago-Gastro-Duodenoskopie
PEG	Perkutane endoskopische Gastrostomie
PEJ	Perkutane endoskopische Jejunostomie
RLOC	Reduced Level of Consciousness
sO₂	Sauerstoffsättigung
S.p.	Status post
SSRI	Serotonin-Wiederaufnahmehemmer

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vorbereitende Maßnahmen zur PEG-Anlage.....	21
Abbildung 2: (A) Liegende PEG- kombiniert mit einer Jejunalsonde (JET-PEG), (B) Funktionsüberprüfung (Spülen) des intestinalen Sondenschenkels, nach dessen Wechsel.	24
Abbildung 3: Buried-Bumper-Syndrom - Gastroskopie: (A) Druckkulus unter der, in Richtung gastralem Lumen repositionierten, inneren Halteplatte der PEG-Sonde; (B) Hyperplastisches Gewebe, über den Rand der inneren Halteplatte wachsend (118)	37
Abbildung 4: Kategorisierung der PEG-Komplikationen am Grazer Universitätsklinikum	41
Abbildung 5: Übersicht zur Auswahl der in die statistische Analyse miteinbezogenen PEG-Anlagen.....	44
Abbildung 6: Häufigkeitsverteilung der CCI-Werte, mit einem Minimalwert von 0 und einem Maximalwert von 10 Punkten (n= 249; mean=3.39±2.31).....	46
Abbildung 7: PEG-Indikationen im Zeitraum von 2017-2019. Kopf-Hals-Tumoren (HNC) gaben am häufigsten, gefolgt von neurologischen Erkrankungen und psychomotorischer Retardierung (NPDR), verschiedenen anderen Ursachen (MISC), zerebrovaskulären Erkrankungen (CVD) und zuletzt Bewusstseins Einschränkungen (RLOC) Anlass zur PEG-Anlage.....	47
Abbildung 8: Geschätzte Überlebensrate in Abhängigkeit von der Zeit nach PEG-Anlage	49
Abbildung 9: Die Gesamtkomplikationsrate nach PEG-Anlage betrug 28.1% (n=70), demzufolge wurden bei 71.9% aller PatientInnen (n=179) keine Komplikationen verzeichnet	51
Abbildung 10: Präsentation der Minor-Komplikationsraten nach PEG-Anlage. Die Gesamtheit der Minor Komplikationen (n=99) betrachtend, zeigten sich Abdominalschmerzen in 12.9%, Hypergranulationsgewebe in 12.9%, lokale Wundinfektionen in 26.7%, mechanische Komplikation	52
Abbildung 11: Innerhalb der Major Komplikationen (n=14) traten Blutungen zu 35.7%, das BBS, die Peritonitis und eine interventionsbedürftige gastrale Perforation* zu je 21.4% auf	53
Abbildung 12: Indikationen zur PEG-Anlage am Grazer Universitätsklinikum in den Jahren 2013-2016 verglichen mit 2017-2019	57

Abbildung 13: PEG-Anlage Erfolgs-, sowie Komplikationsraten am Grazer Landeskrankenhaus im internationalen Vergleich	58
Abbildung 14: Gegenüberstellung der Inzidenzraten einzelner Minor Komplikationen am LKH Graz	58
Abbildung 15: Gegenüberstellung der Inzidenzraten einzelner Major Komplikationen an der Universitätsklinik für Gastroenterologie und Hepatologie und Major Komplikationsraten aus fachliterarischen Quellen	59
Abbildung 16: Darstellung der Anzahl an PEG-assoziierten Minor Komplikationen an der Grazer Universitätsklinik von 2013-2016 sowie 2017-2019.....	60
Abbildung 17: Darstellung der Anzahl an PEG-assoziierten Major Komplikationen an der Grazer Universitätsklinik von 2013-2016 sowie 2017-2019.....	61

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Allgemeine Indikationen zur PEG-Anlage (63),(9)	28
Tabelle 2: Indikationen der PEG-Anlage an der Grazer Universitätsklinik für Gastroenterologie und Hepatologie (2017-2019)	40
Tabelle 3: Gewichtung der Komorbiditäten innerhalb des Charlson Comorbidity Index (145-147).....	42
Tabelle 4: Basischarakteristika des gesamten PatientInnenkollektivs (n=249).....	45
Tabelle 5: Laborwerte des gesamten PatientInnenkollektivs (n=249)	45
Tabelle 6: Prozentuale Veranschaulichung etwaiger, anhand des CCI klassifizierten, Komorbiditäten	46
Tabelle 7: Anzahl an PEG-Anlagen, deren Indikation ein Tumor zugrunde lag	48
Tabelle 8: Gegenüberstellung der Basischarakteristika der beiden PatientInnenkohorten des LKH-Graz (2013-2016 und 2017-2019) mit Indikation zur PEG-Anlage	56

1 Einleitung

„He was fascinated by the glow of light from the patient's abdomen and touched the abdomen where the light shone“, schreibt der Allgemeinchirurg Jeffrey Ponsky in dessen Paper „The Development of PEG: How it was“ über den in Cleveland tätigen Kinderchirurgen und Pionier auf dem Gebiet der interventionellen Gastroenterologie, Dr. Michael Gauderer. „Later that day Dr. Gauderer stopped me in the corridor and told me of his long standing thoughts about performing a minimally invasive gastrostomy. Together we planned a technique for performing an endoscopically guided percutaneous gastrostomy“ (1). 1980 erstmals beim alljährlichen Treffen der „American Pediatric Surgical Association“ von Gauderer vorgestellt, konnte sich die Methode der PEG - ein endoskopisch kontrollierter, direkt perkutan in den Magen führend angelegter Zugang, über den eine zum Zweck der enteralen Langzeiternährung dienende Sonde eingebracht wird - zunehmend gegenüber Alternativtechniken durchsetzen (2). Die PEG wurde, Gauderers und Ponskys Überlegung zugrundeliegend, so entwickelt, dass es nach Punktion von Magenwand und Peritoneum mit nachfolgend ausreichend langem Aneinanderhalten zu einer entsprechend dichten Verbindung kommt und dadurch eine Naht vermieden werden kann (3).

Erste Versuche zur Herstellung von Ernährungssonden gehen jedoch aller Vermutungen nach auf die römische Kultur zurück. Ursprünglich zur blinden Extraktion von Fremdkörpern wie beispielsweise Fischgräten angedacht, wurden schlauchförmige Instrumente aus den verschiedensten Werkstoffen gefertigt. Jahrhunderte später soll Fabricius ab Aquapendente, ein italienischer Anatom und Chirurg, 1617, unter Nutzung einer dünnen, nasopharyngeal applizierten Tube aus Silber Personen, die an Tetanus litten, behandelt haben. Vermehrt nahmen jedoch Sonden, die bis in den Magen reichten, Einzug in die Anfänge der Ernährungsmedizin. Der Mediziner Herman Boerhaave verwendete Anfang des 18. Jahrhunderts eine flexible Ledersonde zur direkten enteralen Ernährung. Mit den Worten: „I cannot see why the indications should not be as great to open the intestinal canal to put nourishment in, as to open it to take a foreign body out.“ wird der Drang zur Schaffung eines der enteralen Ernährung dienenden, interventionell angelegten Zuganges durch die Abdominalwand erstmals 1837 durch Egeberg formuliert (4),(5). Die erste praktische Umsetzung der Egebergschen Gedanken übernahm der französische Chirurg Charles Sedillot im Jahre 1849. Er führte erstmals die Bezeichnungen „gastrostomie fistuleuse“ und „gastrostomie“ ein (3). Unglücklicherweise verstarben die PatientInnen aber postoperativ zeitnah an den Folgen der Komplikationen. Durch die an den Verstorbenen

durchgeführten Obduktionen wurde der Lernprozess jedoch beschleunigt und die technische Ausführung effizienter. So fruchtete der Versuch einer Gastrostomie, verbunden mit einer längeren Überlebenszeit, erstmals bei einem 67-jährigen, an einem Ösophaguskarzinom leidenden Patienten, durchgeführt 1875 von Mr. Sidney Jones (6). Damit wurde die Voraussetzung zur Standardisierung der Technik durch M. Stamm im Jahre 1894 gestellt. Dem Prinzip seiner Methode folgend wird nach Anlage des Fistelkanals dessen Fortbestand, ohne in diesen Kanal Magenschleimhaut zwischenzuschalten, sichergestellt. Jede weitere Modifikation dieser Technik, bemühte sich, durch das Vermeiden einer peristomalen Undichtheit und Mazeration, in der Behebung der häufigsten Komplikationen (7). Ende des 20. Jahrhunderts löste schließlich die PEG aufgrund der Vereinfachung des Vorgehens durch die sich nun bietende Möglichkeit, eine Laparotomie und Intubationsnarkose zu umgehen, sowie angesichts deutlich verminderter Komplikationsraten die klassisch-chirurgischen Vorgängermethoden nach Stamm und Witzel ab (3).

Obwohl die minimal-invasive Technik der PEG in den vergangenen Jahren stets weiterentwickelt und damit noch sicherer wurde, bemerkte der Gastroenterologe und ehemalige Präsident der “New York Society for Gastrointestinal Endoscopy” Dr. Brent Prosser: „Whether called to insert a tube, remove a tube, or manage one of its complications, it seems as though not a day passes by without being consulted for a PEG tube issue“ (8). In Anlehnung an dieses Zitat ist es Ziel dieser Arbeit, einen allgemeinen Überblick über Methodik und Indikationen der perkutanen endoskopischen Gastrostomie zu verschaffen, das Hauptaugenmerk jedoch auf die im Grazer Landeskrankenhaus, an der Universitätsklinik für Gastroenterologie und Hepatologie postinterventionell nach Sondenanlage auftretenden Komplikationen zu richten.

1.1 Enterale Sondensysteme

Malnutrition ist in vielen Fällen mit erhöhter Morbidität, Mortalität und einer längeren Hospitalisierungsdauer assoziiert (9),(10). Enterale Sondensysteme, die eine angemessene Nahrungszufuhr bei jenen PatientInnen sicherstellen, die nicht mehr der Lage sind, ihren Kalorienbedarf oral zu decken, jedoch einen funktionstüchtigen Gastrointestinaltrakt aufweisen, können hierbei Unterstützung bieten. Ist eine längerfristige künstliche Nahrungsverabreichung abzusehen, ist die enterale der parenteralen Ernährung, durch die Aufrechterhaltung der Integrität der Mukosabarriere und einem damit verbundenen geringeren Risiko einer bakteriellen Translokation, vorzuziehen. Nicht nur die Bewahrung immunologischer und metabolischer Funktionen, sondern auch ein komplikationsärmerer Verlauf sowie eine positivere ökonomische Bilanz sprechen für die enterale Ernährungsform (11),(12),(13). Um Zugang zu Magen oder Dünndarm zu erhalten, werden Ernährungssonden auf nasalem bzw. oralem Wege appliziert oder nach Stomaanlage transkutan in die jeweiligen Organe eingebracht. Der perkutan gastrale Zugang kann endoskopisch (PEG), radiologisch (RIG) oder sonografisch (PSG) geführt sowie chirurgisch erfolgen. Die Anlage eines Jejunostomas basiert auf denselben Prinzipien und kann endoskopisch (PEJ), radiologisch oder chirurgisch geschaffen werden.

1.1.1 Nasale Sondensysteme

Nasal applizierte Sonden sind zur Deckung des Energiebedarfs bis zu 4 Wochen indiziert (9),(14). Bei voraussichtlich längerfristiger Ernährung sollte jedoch schon frühzeitig auf eine PEG-Sonde gewechselt werden, da sich durch den mechanischen Reiz im Nasen-Rachen-Raum ein Fremdkörpergefühl und demzufolge eine entsprechend geringe Toleranz dieser Sondenarten ergibt. Des Weiteren muss mit Komplikationen wie Druckulzera, Sinusitis und Refluxösophagiden mit nachfolgender Ösophagusstenose sowie häufigem Sondenwechsel aufgrund von Dislokationen gerechnet werden. Um den Rehabilitationserfolg zu optimieren sollte die nasale Ernährungstherapie deshalb eher stationär-kontrollierten Bedingungen vorbehalten sein. Zudem besteht, da das proximale Ende der Sonde transnasal an die Oberfläche ragt, ein kosmetisches Problem. Die offene Sichtbarkeit dieser Form der Ernährung geht mit dementsprechender Stigmatisierung einher und wird deshalb von PatientInnen nur eingeschränkt akzeptiert (15),(16),(17).

Die am häufigsten angewandte Platzierungsart stellt die Bedside-Technik dar, wobei die Sonden häufig blind - mit einer Erfolgsrate von 15-70% - in den Körper eingeführt werden

(18). Die potentielle Gefahr einer nasopharyngealen und tracheobronchialen sowie einer Ösophagus- oder Duodenumperforation muss dabei berücksichtigt werden (12). Nach Sondendeplatzierung lassen sich in 2% der Fälle eine Pneumonie und ein iatrogen erzeugter Spannungspneumothorax beobachten (19).

Etablierte und vor allem dem Anspruch eines höheren Sicherheitsaspekt gerecht werdende Alternativmethoden stellen die endoskopisch-, die radiologisch-, sowie die elektromagnetisch (EM) assistierte Sondenimplantation dar. Letztere wurde 2006 als sogenannte CORTRAK-Methode, ein supportives Real-Time Monitoring Verfahren zur Simplifizierung der nasoenteralen Bedside-Sondenlegung entwickelt, vorgestellt. (13). Die nasoenterale Anlage mithilfe bildgebender Verfahren verspricht dem systematischen Review Gerritsen et al. zufolge Erfolgsraten von 89% (endoskopisch), 85% (elektromagnetisch), 93% (radiologisch) (19).

Ein Vorteil der **Nasogastral-Sonden (NGT)** ist die technisch einfache intragastrale Implantation. Um Druckulzera zu vermeiden und diese Ernährungsform für PatientInnen erträglicher zu gestalten, sollten nur dünnlumige Sonden mit einem Durchmesser von 8 French (Fr) zur Anwendung kommen. Ein größerer Durchmesser (16-18 Fr) ist nur in Ausnahmefällen, beispielsweise bei erforderlicher Magendekompression, bedingt durch eine Pylorusstenose, zu wählen (20),(21).

Betreffend postpylorischer **Nasoenteral-Sonden** stehen heute single-, doppel- oder dreifach-lumige Sonden zur Verfügung. Vor allem multimorbide PatientInnen profitieren von einer mehrlumigen Sonde, da sich hieraus die Möglichkeit einer zeitgleichen intestinalen Nahrungsverabreichung und gastralen Dekompression ergibt. Speziell designte Nasojejunal-Tubes passieren den Pylorus, blind eingeführt, bei normaler Motilität und präinterventionell intravenöser Gabe von Metoclopramid, in 70-80% (22). Eine Atonie des Magens erfordert jedoch endoskopische Guidance während der Sondeneinbettung. Sofern die Intervention nicht generell unter bildgebenden Verfahren stattfindet, ist danach eine Röntgenaufnahme zur Lageüberprüfung der Sonde erforderlich (23). Den Ergebnissen Montecalvo et al. nach zu urteilen, führt die nasojejunale Sondenernährung gegenüber der nasogastralen Ernährungsform zu einer signifikanten Erhöhung des Serum-Präalbumins, einer Verringerung der Pneumonierate sowie zu einer besseren Kalorienbilanz (24). Zudem umgeht man mit einer Sondenanlage distal des Pylorus das Problem einer ineffektiven Magenentleerung durch Gastroparese (25).

1.1.2 Transkutane Sondensysteme

Da transkutane Sondensysteme, wie die PEG oder PEJ den geringsten Aufwand erfordern und im Vergleich zu Alternativmethoden die beste Erfolgsquote erzielen, sind diese heutzutage Mittel der Wahl zur langfristigen Nahrungsverabreichung (25).

Zur postpylorischen Implantation von bis in das Jejunum reichenden Sonden sind Sondenlängen von 120 cm erforderlich. Zu nennen sind hier die **perkutane endoskopische Jejunalsonde (Jet-PEG)**, eine Verlängerung der PEG-Sonde mittels Jejunalkatheter, wobei bei der Wahl des Durchmessers, an den der PEG-Sonde adaptiert wird und die **perkutane endoskopische Jejunostomie (PEJ)**, die Bezeichnung für das direkte transkutane Einbringen einer Sonde in das Jejunum. Variable klinische Situationen, wie eine komplikationsbehaftete liegende PEG-Sonde, Magenausgangs,- oder Dünndarmstenosen, sowie starker Reflux mit Aspirationsgefahr verlangen nach einem PEJ-Einsatz (22),(25),(26). Bei Parkinson-PatientInnen mit mangelhaftem Therapieeffekt nach oral verabreichten Medikamenten ermöglichen endoskopisch angelegte Jejunalsonden die intestinale Dauerverabreichung der gelförmigen Arzneimittelzubereitung Duodopa® (27),(28).

1.2 Perkutane endoskopische Gastrostomie (PEG)

1.2.1 Epidemiologie

Die perkutane endoskopische Gastrostomie etablierte sich seit ihrer Einführung Ende des 20. Jahrhunderts zu einer mit zunehmender Tendenz eingesetzten Technik zur Bereitstellung einer enteralen Ernährung. Bezüglich der steigenden Anzahl an PEG-Anlagen berichteten Chang et al.: „From 1997 to 2010, the incidence of PEG increased from 0.1 to 3.8/10⁵ population and incidence of PEG among aged patients increased from 0.9 to 19.0/10⁵ population” (29). In den USA stieg die Summe der PEG-Anlagen jährlich von 61000 im Jahr 1989 auf 216000 im Jahr 2000, wodurch diese heute die zweithäufigste Indikation zur Durchführung einer Endoskopie des oberen Gastrointestinaltrakts in der adulten Bevölkerung darstellt (2),(30). Um Vergleiche auf europäischer Ebene ziehen zu können: Im Vereinigten Königreich geht man von über 17000 PEG-Anlagen und in Deutschland von schätzungsweise 140000 PEG-Anlagen jährlich aus.

Die Indikation zur Sondenanlage stellen überwiegend Männer, Personen über 60 Jahre und HeimbewohnerInnen dar (29),(31).

1.2.2 Rechtliche Bestimmungen und ethische Aspekte

In 75% der Fälle geht die Initiative zur PEG-Anlage bei AltenheimbewohnerInnen von einem Hausarzt/einer Hausärztin oder einem/einer in einer Klinik tätigen Arzt/Ärztin aus. Des Weiteren werden Angestellte der Seniorenheime (14.3%), Angehörige (13.1%) und rechtliche ErwachsenenvertreterInnen (10.4%) genannt. HeimbewohnerInnen selbst gelten nur in 0.9% der Fälle als Initiatoren zur Anlage einer PEG-Sonde. Dies illustriert die Notwendigkeit, den Willen der PatientInnen vor einer geplanten Sondenimplantation in Erfahrung zu bringen und zu berücksichtigen, um ihre Autonomie zu wahren und auf Basis einer ethisch korrekten Grundlage zu handeln (31).

Nicht nur die kritische geprüfte medizinische Indikation, sondern auch eine Einverständniserklärung der PatientInnen muss als Grundvoraussetzung gegeben sein, um eine medizinische Behandlung rechtlich zu legitimieren. Die rechtswirksame Einwilligung in die Verletzung der körperlichen Integrität setzt eine rechtzeitige und ordnungsgemäße Aufklärung voraus. Der Patient muss präinterventionell so aufgeklärt werden, dass er im Stande ist, eine selbstbestimmte Entscheidung ohne Handlungsdruck zu treffen. Zudem muss der Patient/die Patientin nicht nur über die Gründe der folgenden medizinischen Behandlung, sondern auch über Alternativen und mögliche Risiken durch den behandelnden Arzt/die behandelnde Ärztin aufgeklärt werden. Anschließend erfolgt die Unterzeichnung eines Behandlungsvertrages. Dessen Gültigkeit erfordert jedoch eine gewisse Einsichts- und Entscheidungsfähigkeit seitens des Patienten/der Patientin. Um sich nicht nur rechtlich abzusichern, sondern auch um sich zu vergewissern, keinen entscheidenden Punkt betreffend der Sondenlegung vernachlässigt zu haben, werden im Rahmen des Aufklärungsgespräches entsprechende Checklisten mit standardisierten Fragen verwendet (32),(33).

1.2.3 Sondenmaterial

PEG-Sonden haben eine Länge von ca. 35 cm und einen Durchmesser von 9-22 Fr. Ein French entspricht 0.33 mm und dient als Einheit zur Beschreibung des Außendurchmessers sowie des Produktes an sich. Der Innendurchmesser ist je nach Hersteller abhängig von Material und Typ der Sonde. Die Auswahl des Sondendurchmessers richtet sich situationsangepasst, individuell je nach PatientIn. Grundsätzlich sind 9-French PEG-Sonden für Kinder angedacht, diese sollten jedoch auch bevorzugt großlumigere Tuben erhalten, da sich diese zur Verabreichung von Medikamenten besser eignen und die Annahme geringerer Komplikationshäufigkeiten nicht bestätigt werden konnte. Ein Sondenkaliber ab 22 Fr wird vor allem in Verbindung mit einer Jejunalsonde gelegt. Heutzutage werden Sonden aus

Polyurethan-Kunststoffen oder Silikonkautschuk gefertigt, um hohe Flexibilität und Langlebigkeit zu gewährleisten. Diese Materialien zeichnen sich zudem, betreffend Hautfreundlichkeit, durch hervorragende Biokompatibilität und durch Säureresistenz in ihrer besonderen Widerstandsfähigkeit aus (25),(26),(34).

1.2.4 Vorbereitende Maßnahmen

Die Anlage eines Stomas, verbunden mit der Implantation eines Ernährungskatheters, bedarf einer entsprechend fachkundigen Planung. Betreuerübergreifend können das Verfahren an sich, die Nachsorge, als auch die Einschulung über die Handhabung der Sonde, betreffend Verabreichung von Nahrung und Medikamenten vorbereitet werden. Neben dem Krankenhauspersonal sollen auch Angehörige und Hausarzt/Hausärztin über den Ablauf informiert und miteingebunden werden. Zur ordnungsgemäßen Durchführung müssen folgende Kriterien erfüllt sein bzw. werden (34),(26):

- Gegebene Indikation und Ausschluss möglicher Kontraindikation
- Vorliegen einer rechtsgültigen Einverständniserklärung
- Gegebenenfalls Durchführung einer supraumbilikalischen Rasur
- PatientIn seit mindestens 8 Stunden nüchtern
- Überprüfung des aktuellen Gerinnungsstatus
- Legen einer venösen Verweilkanüle zur Verabreichung einer Antibiotikaprophylaxe nach Leitlinie, sowie Sedierung und Analgesie
- Gegebenenfalls Durchführung einer Mundpflege (bspw. Hexetidin), um das Infektionsrisiko während des Fadendurchzugs zu minimieren
- Entfernung vorhandener Zahnprothesen
- Positionierung des Patienten/ der Patientin in Rückenlage mit stabiler Kopfseitenlage
- Bereitstellung eines Absauggerätes, da die PatientInnen oft verschleimt sind bzw. gesteigerte Sekretbildung aufweisen

Abbildung 1: Vorbereitende Maßnahmen zur PEG-Anlage

Im Folgenden wird genauer auf besonders relevante Punkte hinsichtlich des Anlageverfahrens eingegangen:

1.2.4.1 Laborwerte

Der aktuelle Gerinnungsstatus sollte nicht älter als 2 Tage und die Werte im Bereich von: INR <1.5, Quick >50%, PTT <50 Sekunden, Thrombozyten >50.000/mm³ liegen (35). Zudem müssen die Blutgerinnung beeinflussende Medikamente anamnestisch erhoben und angepasst werden.

1.2.4.2 Medikamente

1.2.4.2.1 Antikoagulation und Thrombozytenaggregationshemmung

Bezüglich Acetylsalicylsäure empfiehlt sich während der Anlage eine kontinuierliche Fortsetzung der Einnahme, da dies mit keinem erhöhten Post-PEG Blutungsrisiko einhergeht. ADP-Rezeptor-Antagonisten wie Clopidogrel sollten unter Abwägung des thrombembolischen Risikos 7-10 Tage vor Sondenimplantation pausiert werden. Die Behandlung sollte nach 24-48 Stunden wieder begonnen werden, um folgenschwere Blutungen zu vermeiden. (36),(37),(38).

Den ESGE-Guidelines zufolge sollte das Cumarin-Derivat Warfarin bei PatientInnen mit geringem thrombembolischen Risiko unter einem sichergestellten INR < 1.5, fünf Tage vor PEG-Anlage abgesetzt werden. Am Tag der gastroenterologischen Intervention sollte die Warfarin-Einnahme wieder begonnen und der INR eine Woche danach erneut überprüft werden. (39).

1.2.4.2.2 Antibiose

Eine PEG-Anlage im Durchzugsverfahren stellt hinsichtlich der Verbreitung von Keimen eine potentielle Gefahrenquelle dar. Die Beförderung der inneren Halteplatte durch die oropharyngeale Passage führt unweigerlich zur bakteriellen Kontamination dieser und erhöht das Risiko des Auftretens von Lokalinfektionen. Zudem kann das Eindringen bakterieller Erreger über den Perforationskanal eine Bakteriämie und systemische Infektion verursachen. Aus diesen Gründen hat sich eine Antibiotikaprophylaxe vor Durchführung einer perkutanen endoskopischen Gastrostomie als Standard etabliert (40). Die „American Society for Gastrointestinal Endoscopy (ASGE)“ und die „Deutsche Gesellschaft für Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten (DGVS)“ empfehlen die Verabreichung von Cefazolin. Die ASGE befürwortet 1g, die DGVS hingegen 2g dieses Cephalosporins 1. Generation 30 Minuten präinterventionell i.v. zu verabreichen (41),(42).

Blomberg et al. demonstrierten, dass die periinterventionelle Einmalgabe von 20ml Cotrimoxazol über die Sonde, direkt nach PEG-Anlage, Wundinfektionen vergleichbar effektiv verhindert, wie eine 1 Stunde vor Sondenimplantation i.v. verabreichte Einzeldosis von 1.5g Cefuroxim. Cotrimoxazol sollte deshalb, bedingt durch schnellere Resorption im oberen GI-Trakt, durch Vermeidung des Risikos einer Clostridium difficile Infektion und durch Umgehung einer unnötig applizierten Antibiose, sollte sich die PEG-Anlage als undurchführbar erweisen, gegenüber Cefuroxim präferiert werden (43).

1.2.4.2.3 Sedierung

Zur Durchführung einer Sedierung wird vorwiegend Propofol intravenös fraktioniert verabreicht (44). Des Weiteren besteht die Möglichkeit einer Gabe von 1-2mg des kurzwirksamen Benzodiazepin-Derivats Midazolam. Propofol ist diesem jedoch hinsichtlich Schnelligkeit der Sedierungsinduktion und einer rascheren Erholung der PatientInnen nach PEG-Anlage überlegen (45),(46). Um einen störungsfreien Ablauf und eine sichere Sedierung zu gewährleisten, können diese Substanzen jedoch auch kombiniert appliziert werden. Allerdings ist bei Gabe von Midazolam der Benzodiazepin-Antagonist Flumazenil bereit zu halten. Ergänzend findet eine kontinuierliche Überwachung der Vitalparameter mittels Pulsoxymetrie und Blutdruckmessung, als auch eine Sauerstoffversorgung statt (47). Gegebenenfalls werden PEG-Anlagen auch in allgemeiner Intubationsnarkose durchgeführt.

1.2.5 Anlagetechnik

Im Rahmen einer Ösophago-Gastro-Duodenoskopie (ÖGD) wird, nach Ausschluss etwaig vorliegender Stenosen oder anderer relevanter Kontraindikationen, eine Dehnung des Magens mittels Gasinsufflation bis zum Erreichen der Abdominalwand vorgenommen. Zum Auffinden einer geeigneten Punktionsstelle an der Magenvorderwand – in der Regel liegt diese auf einer Verbindungslinie zwischen Umbilicus und linkem Rippenbogen, links der Linea alba - bedient man sich der Diaphanoskopie (46). Dringt Licht durch die Bauchdecke hindurch, ist davon auszugehen, dass an dieser Stelle die Magenwand direkt anliegt. Die ausgeleuchtete Position wird mittels Palpation von außen auf bestehende Resistenzen im Inneren des Magens lumen überprüft. Unter sterilen Bedingungen, nach zuvor großflächiger Desinfektion und Lokalanästhesie der Hautschichten, erfolgt am ausgewählten Bereich der Bauchwand eine Stichinzision. Diese sollte eine Länge von 4-5mm aufweisen, um kutane Spannungen zu vermeiden. Anschließend wird über diese der Magen mit einer passenden Hohlnadel punktiert (48). Bei frustraner Diaphanoskopie sollte die optimale Punktionsstelle unter Zuhilfenahme des Nadelaspirationstests gesucht werden. Hierbei wird die Magenhöhle mit einer natriumchlorid-gefüllten Spritze, unter Vermeidung zuvor aspirierter Luft, punktiert. Befindet sich die Nadel im Mageninneren und ist zugleich Luft aspirabel, kann die Spritze entfernt werden, die Nadel jedoch als Anhaltspunkt zur dortigen Inzision belassen werden (44). Eine PEG-Anlage kann grundsätzlich in den 3 nachfolgend vorgestellten Verfahren erfolgen. Die Wahl der Methode steht in Abhängigkeit zu den jeweiligen anatomischen Gegebenheiten und der pathophysiologischen Situation der PatientInnen.

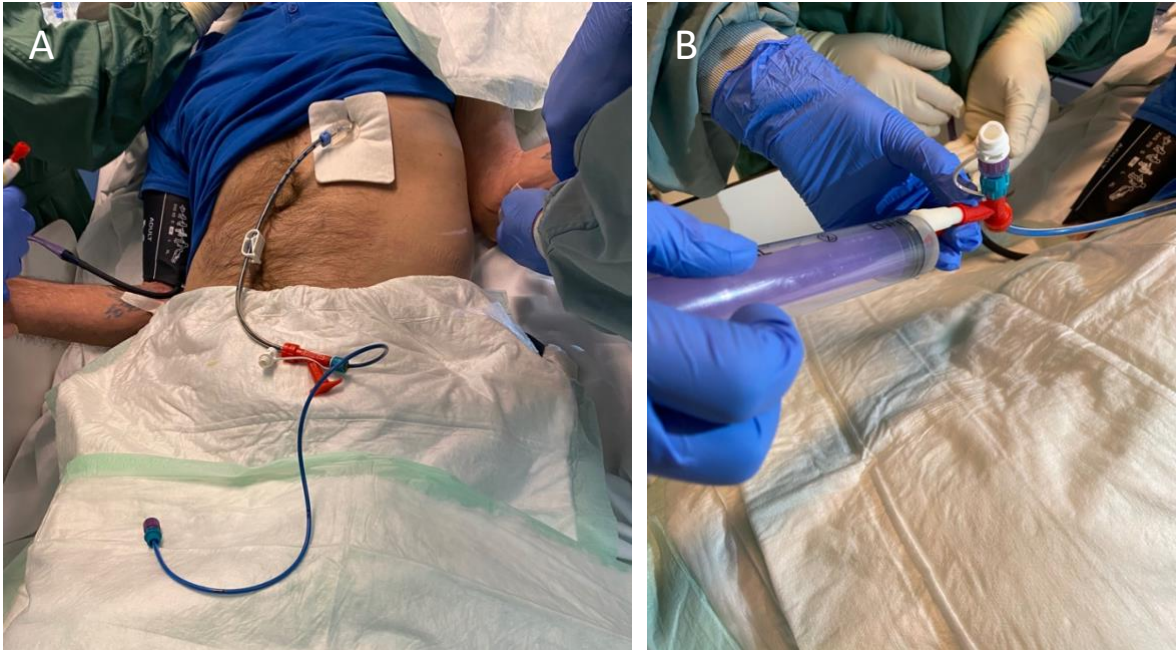


Abbildung 2: (A) Liegende PEG- kombiniert mit einer Jejunalsonde (JET-PEG), (B) Funktionsüberprüfung (Spülen) des intestinalen Sondenschenkels, nach dessen Wechsel

1.2.5.1 Pull-Technik - Transorale Fadendurchzugsmethode

Bei der nach Gauderer benannten „Pull-Methode“ erfolgt mit einem geeigneten Stahlmandrin, welchem äußerlich eine Kunststoffkanüle aufsitzt, die Magenpunktion. Nach Zurückziehen des Mandrins entsteht so - gesichert durch die Kanülenscheide - eine Verbindung der Hautoberfläche nach intragastral. Durch diese Hülse wird ein Führungsfaden eingebracht, der von innen her mit einer Zange erfasst wird. Nach Rückzug des Gastroskops, distal beginnend, wird der Faden oralwärts über den oberen Verdauungstrakt durch die Mundhöhle nach außen geführt. Die jeweiligen Enden des Fadens ragen nun peroral und abdominal-transkutan an die Oberfläche. Nun wird die Sonde mit der Schlaufe des oralen Fadenendes verknüpft und anschließend durch Zug am entgegengesetzten abdominalen Ende des Führungsfadens so lange transösophago-gastral geführt, bis die - sich am inneren Ende der Sonde befindende - Halteplatte der Magenwand anliegt. Um fadenbedingten Mukosaläsionen vorzubeugen, sollte sich die in der Bauchwand befindende Kunststoffkanüle solange belassen werden, bis die Sondenspitze am Punktionskanal konnektiert. Danach wird der Faden durchtrennt, eine Schlitzkomresse sowie die äußere Halteplatte angelegt, der Konus der Sonde abgeschnitten, das Stoma gereinigt und zuletzt eine Klemme und das Ansatzstück über die Sonde geschoben. Die Koppelung des Katheters an ein externes Ernährungssystem erfolgt durch einen konusförmigen Anschlusskonnektor. Besonderes Augenmerk muss auf das

Spannungsverhältnis zwischen äußerer Halteplatte und Gewebe gelegt werden, da ein zu festes Adaptieren der Platte zu lokalen Ischämien und nachfolgenden Infektionen führen kann (34),(49),(50),(51),(52).

1.2.5.2 Push Methode – Durchschubverfahren nach Seldinger

Diese Variante der PEG ist bis zum extrakorporalen Herausziehen des Fadens an seinem oralen Ende in ihrer Vorgehensweise mit der Fadendurchzugsmethode ident. Im Unterschied zur Pull-Technik wird hier die PEG-Sonde aber nicht an den zuvor ca. 140 cm peroral herausgezogen Faden geknüpft, sondern vollständig auf diesen aufgefädelt. Die Sonde wird danach solange unter der Führung des Drahtes nach distal geschoben, bis sie die Seldinger-Kanüle, den Verbindungskanal zwischen Magen- und Bauchwand, durchdrungen hat. Sie kann nun von Hand gefasst, bis zum Kontakt zwischen innerer Halteplatte und Magenwand, weiter nach außen gezogen werden (53).

1.2.5.3 Introducer-Methode - Direktpunktion

Neben den bereits genannten Methoden besteht die Möglichkeit der PEG-Anlage im Direktpunktionsverfahren. Anwendung findet sie vorwiegend bei gegebener Kontraindikation, betreffend den Einsatz der beiden oben beschriebenen Techniken, wie etwa dem Vorliegen von Stenosen oder Varizen entlang der pharyngoösophagealen Passage. Auch Erkrankungen, die mit einer eingeschränkten Mundöffnung einhergehen – wie bspw. eine Mikrostomie durch systemische Sklerose -, führen zu Limitationen in der Anwendung der Pull-bzw. Push-Technik (54). Die Technik der Direktpunktion beruht auf einer Kombination aus einem endoskopisch kontrollierten Gastropexie-Verfahren und dem Einbringen eines Ernährungskatheters und Halteballons durch den Fistelkanal. Hierbei wird meist die Freka®-Pexact-Sonde, ein weit verbreitetes angewandtes Gastropexie-Device, verwendet. Nach durchgeführter ÖGD, Luftinsufflation und Diaphanoskopie wird die Gastropexie mithilfe einer Doppelnadel, welche aus 2 parallel miteinander verbundenen Kanülen besteht, durchgeführt. Durch eine der beiden Kanülen wird ein Faden nach intragastral geführt und endoskopisch kontrolliert über die andere Kanüle wieder an die Körperoberfläche geführt. Über eine U-Naht wird der Magen sicher an die Abdominalwand adaptiert. Dieser Vorgang wird in einem Abstand von ca. 2cm wiederholt. Im Folgenden wird der Magen zwischen den Nähten per Dreikant-Trokar und einer von ihm ummantelten Kunststoffhülse punktiert. Durch diese liegende „Peel-off-Schleuse“ wird ein Halteballon geführt, intraluminal platziert, mit Wasser geblockt und die Gastrotube somit fixiert. Die

zum Trokar gehörende Hülse kann nun manuell von außen entfernt werden und kutan eine Halteplatte zur Fixierung der Sonde angebracht werden (34),(47),(55).

1.2.6 Methodenvergleich

Die Pull-PEG- ist die heute am häufigsten angewandte Methode der Sondenanlage. Dies lässt sich wahrscheinlich durch die Einfachheit und der Erfolgsrate dieser Intervention von über 95% in der allgemeinen PatientInnen-Population erklären. In der Fachliteratur werden aber sowohl die Push-, als auch die Pull-Methode als technisch gut umsetzbar beschrieben (14),(56). Hinsichtlich Komplikationsraten sollte die Pull- jener der Push-Methode bei indizierter Dekompression, verursacht durch gastrointestinale Stenosen, vorgezogen, bei Atemwegsproblemen hingegen sollte eine Sondenanlage mittels Push-Technik gegenüber der Pull-PEG präferiert werden (57). Die Introducer-Technik, bei welcher die innere Halteplatte Tumorgewebe entlang des Schluckweges nicht passieren muss, sollte als Möglichkeit einer Umgehung dieses und damit der Vermeidung von Tumorblutung, -perforation und -zellverschleppung bei onkologischen PatientInnen in Betracht gezogen werden. Vor allem eine in bis zu 0,5-1% vermutet auftretende Pull-PEG-assoziierte Metastasierung in den gastrokutanen Fistelkanal bei Head-and-Neck-Cancer (HNC) PatientInnen kann durch Direktpunktion vermieden werden (58),(59). Hinzukommend ist bei Anwendung der Fadendurchzugsmethode mit verstärkter Sondenkontamination und erhöhten Infektionsraten zu rechnen (60). Da die Direktpunktion hinsichtlich Implantationstechnik, Zeit- und Personalaufwand keine wesentlichen Vorteile erbringt, die Gastropexie-Fäden nach einer 10-tägigen Sondenliegezeit gezogen werden müssen und ein Wechsel des Pexact-Katheters nach 4 Wochen erfolgen sollte, hat dieses Verfahren die Fadendurchzugsmethode als primäre Anlagetechnik nicht abgelöst (47),(59).

1.2.7 Nachsorge

Die Prophylaxe von Komplikationen beginnt bei einer unter standardisierten Bedingung geführten Nachsorge. Die als Widerlager dienende äußere Halteplatte wird über einer Schlitzkomresse liegend, zunächst für 12 bis 24 Stunden unter leichtem Zug adaptiert. Das Interponieren einer Y-Komresse dient nicht nur als Schutz, um einer unterhalb des Verbandes peristomalen Feuchtigkeits- und damit Infektionsbildung vorzubeugen, sondern auch, um eine zu straffe Anlage des Verbandes zu vermeiden. Die darauffolgenden drei Tage nach Sondenanlage sollte die Halteplatte auf relativ festem Zug gehalten werden, damit sich die perforierten Schichten der Abdominal- und Magenwand sowie auch die Peritonealblätter

vereinigen können und sich ein dichter Kanal bildet. Spätestens 24 Stunden nach Einbringen der Tube ist ein erster Verbandswechsel nötig, wobei zuvor auf einen ausreichenden Spielraum von etwa 5mm zwischen äußerer Halteplatte und Bauchdecke, zu achten ist. Initial sollte der Fistelkanal täglich - empfohlen wird hier eine Dauer von 10 Tagen nach Anlage - anschließend 3 Mal pro Woche neu verbunden werden. Während der Kontrolle der Stichkanalöffnung und ihrer unmittelbaren Umgebung ist immer auf Anzeichen von Schwellung, Exsudation, Blutung, Schmerzen und Erythem zu achten. Außerdem ist die Mobilisierbarkeit der Sonde durch eine 180° Rotation und eine 1-2cm Richtung Magenlumen und anschließende Rückwärtsbewegung nach abgeschlossener stomaler Wundheilung im Sinne einer Abwendung eines Buried-Bumper-Syndroms durchzuführen. Zur erstmaligen Verabreichung von Sondenkost lassen sich zeitliche Angaben mit Beginn 1-6 Stunden nach PEG-Anlage finden, grundsätzlich gilt aber eine Nahrungszufuhr 4 Stunden nach komplikationsloser Sondenimplantation als sicher. Zur Verhinderung einer Sondenokklusion sollten nur speziell dafür entwickelte Nährlösungen und Arzneimittel verabreicht werden. Die Sondennahrung als Lösungsmittel zur Verabreichung von Medikamenten zu gebrauchen, beziehungsweise eine generell zeitgleiche Verabreichung dieser Kombination, sollte unterlassen werden (47),(61).

Lucendo et al. zufolge sollten besonders Warfarin, Phenytoin, Morphinsulfate und aluminiumhaltige Antazida nicht während der Nahrungszufuhr aufgrund eines dadurch bedingten verzögerten Wirkungseintritts dieser Pharmaka appliziert werden (50). Auch wird davon abgeraten, zytotoxische Präparate, Sublingual-, Brause-, oder Kautabletten in dieser Form zuzuführen.

Um das angemessene nutritive Zufuhrvolumen zu ermitteln, müssen vergangene Ernährungsverhältnisse erfragt werden. Bei zuvor längerfristig erfolgter parenteraler Ernährung darf der enterale Kostaufbau nicht zu rasch und in zu hohen Mengen erfolgen, da dies sonst zu Diarrhoe und Reflux führen kann. Weitere Maßnahmen, um Letzteres zu vermeiden, beruhen auf einer Oberkörperhochlagerung um 30-35° während der Nahrungszufuhr oder einer kontinuierlichen Ernährung mittels Pumpensystemen. Im Allgemeinen wird nach jeder Verabreichung von Substraten ein Spülen der Sonde mit stillem Mineral- oder abgekochtem Wasser empfohlen (47),(50).

1.2.8 Entfernung der PEG-Sonde

Der Entschluss zur Beendigung der artifiziellen Ernährung muss individuell, unter Berücksichtigung der jeweiligen Prognose des Patienten/der Patientin, und der klinischen

Gesamtsituation gefasst werden. Im Allgemeinen kann eine Entfernung der Sonde nach adäquater oraler Ernährung über eine Dauer von 8-14 Tagen und bei zeitlich nicht absehbarer erneuter Anwendung dieser in Erwägung gezogen werden. In Fällen, in denen ein möglicherweise erneuter Einsatz der Sonde nicht ausgeschlossen werden kann, kann die diese auch weiterhin in situ verblieben, sollte hinsichtlich pflegerischer Maßnahmen jedoch ein- bis zweimal täglich gespült werden (34).

1.2.9 Indikationen

Alle Krankheitszustände, die die Nahrungsaufnahme qualitativ und/oder quantitativ beeinflussen, stellen eine potentielle Indikation zur artifiziellen Ernährung dar. Eine resorptive Kapazität des Dünndarms ist Voraussetzung für die Anlage einer PEG, die als physiologischere Variante gegenüber der parenteralen Ernährungsform anzusehen ist (62).

Neurogen bedingte Dysphagie	Zerebrovaskuläre Erkrankungen Morbus Parkinson Motoneuronerkrankungen Demenz Schädel-Hirn-Trauma Hirntumoren Apallisches Syndrom
Mechanisch bedingte Dysphagie	Tumoren (Kopf-Hals-Tumoren, Ösophagustumoren) Vernarbungen nach Verätzungen OP im Gesichts- und Kopfbereich
Dystrophie unterschiedlicher Entitäten	AIDS Zystische Fibrose Chronisch entzündliche Darmerkrankungen

Tabelle 1: Allgemeine Indikationen zur PEG-Anlage (63),(9)

Enteral verabreichte Nährstoffe sorgen nicht nur für eine verbesserte Motilitäts- und Absorptionsreaktion der Verdauung, sondern beeinflussen den Blutfluss der A. mesenterica superior, die Immunglobulin-A-Sekretion und dadurch die Schleimhautimmunität in positiver Weise (4). Für PEG-Sonden ergibt sich eine große Bandbreite an Indikationen (Tabelle 1), welche jedoch nicht zwingend befolgt, sondern vielmehr die individuelle PatientInnen-situation berücksichtigt werden sollte, um eine Anlage zu rechtfertigen (63),(64).

1.2.9.1 Neurologische Erkrankungen

Vor allem bei neurologischen Erkrankungen muss ein frühzeitiges Screening und Assessment auf Dysphagie und Malnutrition erfolgen, um die Ernährung zu optimieren und so möglicherweise den Krankheitsverlauf positiv beeinflussen zu können (65).

1.2.9.1.1 Demenz

In ihrem systematischen Review geben Alagiakrishnan et al. dementiell bedingte Schluckdefizite mit einer Prävalenz von 13-57% an (66). Nicht nur Faktoren wie Dysphagie und verminderte Atemschutzmechanismen, die zusätzlich auch aspirationsfördernd wirken, sondern auch ein veränderter Geruch mit mangelndem Interesse an Nahrungsmitteln und die Apraxie, welche die manuelle Nahrungsaufnahme erschwert, gehen bei dementiellen Syndromen mit einem reduzierten Ernährungszustand einher (11). Mitchell et al. zeigten, dass 85.8% der beobachteten 323, sich im fortgeschrittenen Demenzstadium befindenden PatientInnen, eine mit metastasierendem Brustkrebs vergleichbar hohe 6-Monats-Sterblichkeitsrate von 25% und eine mediane Überlebenszeit von 1.3 Jahren hatten. Diese hohe Mortalitätsrate ist vermutlich Problemen bei der Nahrungsaufnahme und damit einhergehender Malnutrition, sowie hohen Infektionsraten geschuldet (67). Da sich jedoch weder hinsichtlich den Werten des biochemisch relevanten Ernährungsmarkers Albumins, noch betreffend der Kurz- und Langzeitmortalität verbesserte Outcomes nach PEG-Anlage vorweisen ließen, bleibt eine Sondenimplantation bei fortgeschrittener Demenz ein kontrovers diskutiertes Thema (68),(69). In einem Ethik-Symposium der European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) wurde die PEG-Anlage durch ihren vermeintlich schädlichen Einfluss auf PatientInnen mit fortgeschrittener Demenz, sogar als relative Kontraindikation eingestuft (70).

Im Falle einer Uneinigkeit zur PEG-Anlage könnte man sich, um eine sorgfältige Nutzen-Risiko-Abwägung durchzuführen und um sich einer konsensfähigen und plausiblen ethischen Bewertungsgrundlage zu bedienen, das Entscheidungsmodell von Synofzik zu Hilfe nehmen (68).

1.2.9.1.2 Insult

25-40% der PatientInnen entwickeln nach einem akut-zerebrovaskulären Ereignis eine Dysphagie, wodurch sich eine klare Empfehlung zur Sondenernährung ergibt (70). Ist eine voraussichtlich über 28-tägige künstliche Ernährung erforderlich, sollte die PEG in einer klinisch stabilen Phase, 14-28 Tage nach Auftreten des Ereignisses, angelegt werden.

Ebenso sollte bei schlecht tolerierter nasogastraler Sonde und beatmeten PatientInnen frühzeitig eine PEG-Anlage erfolgen, um katabole Stoffwechselsituationen und Aspirationen zu verhindern (65).

1.2.9.1.3 Morbus Parkinson – Idiopathisches Parkinson Syndrom

Bei dieser neurologischen Erkrankung treten Motilitätsstörungen, vermutlich durch Läsionen der intramuralen Darmplexus als Dysphagie, Magenentleerungsstörungen und Obstipation in Erscheinung (71).

Die Prävalenz der bei Parkinson-PatientInnen auftretenden Dysphagie variiert - auch durch unterschiedliche Methoden zur Beurteilung der Schluckfunktion - zwischen 50-81% (72) (73),(74),(75). In der Mehrheit aller Fälle tritt die Dysphagie bereits in einem frühen Stadium der Erkrankung, durch eine Kombination aus lingualem Tremor, verminderter Unterkieferbewegungen und infolgedessen einer Beeinträchtigung des Kauvorganges, auf. Dieses komplexe Zusammenspiel aus Motilitäts,- Kau- und Schluckstörungen führt in 15-56% aller PatientInnen zur symptomatischen Aspiration, in 15–33% der Fälle bleibt diese jedoch klinisch stumm (76),(77). Die Anlage eines enteralen Sondensystems dient bei dieser Erkrankungsform nicht nur der artifiziellen Ernährung und einem vermeintlichen Aspirationsschutz, sondern, in Verbindung mit einer Jejunalsonde, der intestinalen Dauerverabreichung des gelförmig zubereiteten Kombinationspräparates Duodopa®. Diese Applikationsform ist unabhängig von etwaigen funktionellen Störungen der Magenperistaltik und sorgt für eine stabile Levodopa-Konzentration im Blut (65),(78).

1.2.9.1.4 Amyotrophe Lateralsklerose (ALS)

Bei Vorliegen einer amyotrophen Lateralsklerose präsentieren sich Läsionen motorischer Hirnnervenkerne der Medulla oblongata als sogenannte periphere progressive Bulbärparalyse in 60% der Fälle. Der bulbäre Symptomenkomplex, bestehend aus Dysarthrie, Dysphagie und Sialorrhoe, manifestiert sich zu 30% bereits ab Krankheitsbeginn, wodurch eine frühzeitige PEG-Anlage indiziert erscheint (79),(80). Hinsichtlich der Bedenken einer PEG-Platzierung bei bestehender respiratorischer Insuffizienz (FVC < 50% Norm) beschrieben Czell et al., dass sich bei einer zum Zeitpunkt der Sondenanlage vorliegenden forcierten Vitalkapazität (FVC) von <50% oder >50% kein Unterschied in der Post-PEG-Überlebenszeit ergab. Zudem traten nur minimale peri- und postinterventionelle Komplikationen auf (81). Knoblauch et al. empfehlen eine Sondenimplantation solange die FVC >50% des Sollwerts liegt, da zumindest das

Verschlucken, nicht aber die Aspirationspneumonie, verhindert werden kann (82). Möglicherweise muss das PEG-Anlageverfahren bei gegebenen anatomischen Deformitäten modifiziert werden und die Gasinsufflation, aufgrund der Unfähigkeit mancher PatientInnen ihr Zwerchfell spontan abzusenken, minimiert werden (11).

1.2.9.2 Kopf-Hals-Tumoren (HNC)

Kopf-Hals-Tumoren sind die am sechst-häufigsten vorkommenden Malignome weltweit (83). Mit Prävalenzen von 28.6% in Larynxkarzinomen, 50.9% in pharyngealen Karzinomen und 28.2% in oralen Karzinomen (\geq Stage-T2), stellt die Dysphagie in HNC-PatientInnen dementsprechend oft die Indikation zur PEG-Anlage (84). Abgesehen von lokalen Tumorstenosen lässt sich die Schluckstörung auch auf die Anwendung zytoreduktiver Therapien mit einhergehenden Komplikationen, wie Mukositis, Erosionen und Ulzera zurückführen. Bei Radiotherapie zeigt sich eine Schleimhautentzündung in bis zu 80%, bei Chemotherapie, abhängig vom angewandten Regime, in 20-80% (85). Da die Gesamtheit dieser PatientInnen deshalb eine Hochrisikogruppe bezüglich Malnutrition, verbunden mit einem höheren Risiko der Behandlungsunverträglichkeit, und das Gewicht bei Anwendung einer Radiotherapie einen wichtigen Prognosefaktor bezüglich des 5-Jahres krankheitsspezifischen Überleben darstellt, herrscht in medizinischen Fachkreisen ein starker Konsens hinsichtlich der Notwendigkeit einer künstlichen Nahrungssupplementierung bei Karzinomen des Kopf-Hals-Bereiches. (70),(86),(87),(88). Wiggenraad et al. empfehlen aber, die PEG nicht erst bei Auftreten von Komplikationen durch das medikamentös-toxische Regime, sondern prophylaktisch anzulegen. Bei jenen PatientInnen, die bereits vor der Therapie eine Sondenimplantation erhielten, konnte im Gegensatz zu denen, die diese erst bei bereits einsetzender Dysphagie angelegt bekamen, ein mittlerer Gewichtsverlust von nur 2,8% gegenüber 10% verzeichnet werden (89).

1.2.9.3 Dystrophie unterschiedlicher Entitäten

1.2.9.3.1 Chronisch entzündliche Darmerkrankung – Morbus Crohn

Im Versuch, einen Corticosteroid-bedingten negativen Einfluss auf die kindliche Entwicklung zu verhindern, hat sich die enterale Ernährungstherapie (EEN), mit einer äquivalenten Ansprechrate von etwa 85%, als First-Line-Therapie zur Remissionsinduktion bei bestehendem Morbus Crohn etabliert (90),(91). Durch die mittels PEG-Anlage ausgeführte EEN konnten zudem eine Remissionserhaltung, eine mukosale Heilung und hinsichtlich anthropometrischer Größen wie Gewicht und Längenwachstum positive

Ergebnisse verzeichnet werden. Deshalb sollte die in der pädiatrischen Anwendung als sicher geltende PEG-Anlage für jene Kinder, die einen prolongierten Einsatz nasogastraler Sonden nicht tolerieren, an chronischen Fisteln und/oder einem Kurzdarmsyndrom leiden, als artifizielle Ernährungsform in Betracht gezogen werden (34),(92). Bei Erwachsenen hingegen muss die Situation differenziert betrachtet werden, da die EEN in der Remissionsinduktion gleiche, oder häufig, wie in Metanalysen berichtet, den Corticosteroiden unterlegene Ergebnisse erzielte (90),(93).

Aufgrund einer Vielzahl an nutritiven Supplementierungsalternativen hat sich eine PEG-Sonde nicht als Standardmethode zur enteralen Ernährungstherapie des Morbus Crohns durchgesetzt (11).

1.2.9.3.2 Acquired immunodeficiency syndrome (AIDS)

Unterernährung ist ein allgemeines Problem bei AIDS-PatientInnen. Diese kann multifaktoriell durch lokale Pathologien des oberen Gastrointestinaltrakts wie ösophagealer Candidose mit Odynophagie, durch zentralnervöse Veränderungen, zu einer veränderten Wahrnehmung des Hungergefühls führend, oder sekundär durch Medikamente, systemische Infektionen und Malabsorption bedingt sein (94).

Crotty et al. beschrieben in ihrer retrospektiven Analyse Daten von insgesamt 71 inkludierten, durch prolongierte Sondenernährung therapierten, unterernährten AIDS-PatientInnen. Jene PatientInnen, die bereits 6 Monate lang über eine PEG-Sonde artifiziell ernährt wurden, wurden inkludiert und erhielten über einen medianen Zeitraum von 161 Tagen ca. 50% ihrer täglichen Kalorienzufuhr über eine Sonde verabreicht. Bei 51 PatientInnen (72%) konnte eine Gewichts- und davon bei 19 Personen ein Anstieg der mittleren Serumalbuminkonzentration von 31.1g/L zum Zeitpunkt der PEG-Anlage auf 37.9g/L am Ende der Messung verzeichnet werden (95). Ockenga et al. beschreiben ebenso einen Anstieg der zuvor genannten Parameter, zudem auch der des Transferrins und vermuten, damit verbunden, eine verbesserte Überlebensprognose der über PEG-Sonden ernährten AIDS-PatientInnen (96).

1.2.9.3.3 Zystische Fibrose

Pulmonologische- und ernährungsassoziierte Parameter dienen als Indikatorwerte zur Beurteilung des Gesundheitszustandes von an zystischer Fibrose (CF) leidenden PatientInnen. Empfehlungen, betreffend der Optimierung des nutritiven Status, beruhen auf der Annahme einer positiven Assoziation zwischen optimiertem BMI und einer verbesserten

Lungenfunktion (FEV₁) (97). Bei Erwachsenen konnte eine Assoziation zwischen vorhergesagtem FEV₁-Wert von $\geq 75\%$ und einem BMI von 22kg/m² oder höher bei Frauen und 23kg/m² oder höher bei Männern gefunden werden (98).

Die Wirksamkeit von PEG-Sonden bezüglich Verbesserungen des Nutritionsstatus und einer Stabilisierung der Lungenfunktion bzw. einer Progressionsverlangsamung der Funktionsabnahme wurde bereits beschrieben. Um dieses verbesserte Outcome zu erzielen, sollte eine PEG-Sonde jedoch frühzeitig implantiert und der langfristigen Ernährung dienend fortgeführt werden (11),(99).

1.2.10 Kontraindikationen

Obwohl in der Fachliteratur Kontraindikationen häufig als „relativ“ oder „absolut“ klassifiziert werden, sollte diese Unterteilung aufgrund der Komplexität und Variabilität klinischer Situationen nicht als definitiv gültig erachtet, sondern gegebenenfalls eine Reevaluierung und Abschwächung dieser vorgenommen werden (34). Als absolut kontraindiziert werden in der Literatur eine Peritonitis, ein massiver Aszites, eine Sepsis, schwere Gerinnungsstörungen (INR >1.5, PTT >50s, Thrombozyten <50.000/mm³), eine ausgeprägte Peritonealkarzinose, sowie fehlende bzw. unsachgemäße und damit die Gastrostomie rechtlich nicht legitimierende Einverständniserklärungen beschrieben. Läsionen des Magens, wie aktive Ulzera, müssen vor Anlage einer PEG abgeheilt sein (100). Das Fehlen einer Diaphanoskopie zum Auffinden eines geeigneten Punktionsortes stellt keine absolute Kontraindikation zur Durchführung einer PEG-Anlage dar, da eine sichere Punktionsstelle auch mittels negativem Nadelaspirationstest bestimmt werden kann (34). Vorangegangene abdominelle Operationen gelten nicht als Ausschlusskriterium zur PEG-Anlage, da diese dennoch sicher und mit einer hohen Erfolgsrate platziert werden kann. Eine bereits stattgefundenene Magenoperation könnte, mit einer Fehlanlagenrate von 28%, jedoch eine Herausforderung in der Sondenimplantation darstellen (50).

1.2.11 Komplikationen

PEG-assoziierte Komplikationen werden in Major und Minor Formen kategorisiert, wobei einige von ihnen typischerweise früh bzw. spät auftreten.

1.2.11.1 Minor Komplikationen

1.2.11.1.1 Lokale Wundinfektion

Unter Berücksichtigung, dass es nach Sondenimplantation nahezu regelhaft, rein durch mechanische Hautreizung, zur peristomalen Rötung kommt, würde man in der Annahme einer Wundinfektion unter Umständen eine Fehleinschätzung begehen. Mit einer Inzidenz von 3-32% stellt die lokale Infektion jedoch die häufigste Komplikationsform nach PEG-Anlage dar (101),(102). Deshalb sollte bei Überschreitung des Erythemdurchmessers von mehr als 5mm mit sich zunehmend entwickelnder Induration und Sekretion ein Abstrich zur Infektionsdiagnostik genommen werden (103).

Bei Anwendung der Fadendurchzugsmethode könnte es durch Verschleppung bakterieller Erreger aus kolonisierten Gebieten wie Nasopharynx und des oberen Gastrointestinaltrakts zu einer postoperativen Infektion im Punktionsbereich kommen (50). Ein MRSA-Trägerstatus potenziert das Risiko zusätzlich, wodurch ein Screening multimorbider PatientInnen als durchaus gerechtfertigt erscheint (104). Obgleich Abszessbildungen und schwere Entzündungen der Subkutis beschrieben wurden, verlaufen die meisten peristomalen Infektionen mild und sind durch die Applizierung einer topischen oder systemischen Antibiose sowie durch weitere Lokalmaßnahmen gut behandelbar (102). Um lokale und systemische Infektionen zu vermeiden, sollte jedoch präinterventionell, eine sich in mehrfachen Studien als effektiv erwiesene, Antibiotikaprophylaxe erfolgen (105),(106),(107). Jafri et al.'s Metaanalyse zufolge führt eine Antibiotikaprophylaxe zu einer relativen Risikoreduktion von 64% und einer absoluten Risikoreduktion von 15%, eine Wundinfektion nach PEG-Anlage zu entwickeln (108).

1.2.11.1.2 Peristomale Sekretion

Für gewöhnlich tritt die peristomale Sekretion als Frühkomplikation innerhalb der ersten Tage nach PEG-Anlage auf. Ein voll ausgereifter Stomakanal schließt diese Komplikation jedoch nicht aus. Hierfür sind insbesondere gastral-voroperierte und jene PatientInnen, die an Erkrankungen, die mit schlechter Wundheilung einhergehen, leiden, prädisponiert (11). Die Behandlung sollte deshalb nicht nur in pflegerischen Maßnahmen bestehen, sondern auf

Basis der Korrektur von Komorbiditäten wie Diabetes mellitus und Immundefizienz erfolgen. Zudem konnten exzessive Reinigung mit Wasserstoffperoxidlösungen, Infektionen und gastrale Hypersekretion als Risikofaktoren zur Entwicklung einer peristomalen Sekretion identifiziert werden (61).

1.2.11.1.3 Hypergranulationsgewebe

Im Rahmen der Wundheilung wird Granulationsgewebe gebildet. Tritt während dieses Vorganges eine Dysregulation durch eine chronische Irritation, wie der PEG-Sonde auf, kann sich im Frühstadium des Heilungsprozesses durch überschießende fibroblastäre Reaktion hypertrophes Gewebe bilden. Durch eine hohe kapilläre Gefäßdichte und die dadurch verstärkte Perfusion des Zellverbandes ist dieser gegenüber äußeren Einflüssen besonders verletzlich. Mit einem Auftreten von Blutungen und irreversiblen Hautschäden muss daher gerechnet werden.

Die Behandlung des hypergranulierten Gewebes umfasst die topische Applikation von Silbernitrat, Corticosteroiden und Polyurethan-Kompressen, zudem Verfahren wie Argon-Plasma-Koagulation und CO₂-Laserablation (109),(110). Alternativ bietet sich die Möglichkeit der Anwendung eines mit Polyhexanid-getränkten Schaumverbandes (111). Einem Case-Report entsprechend, erwies sich auch die Technik der intraläsionalen Kryochirurgie als effektive Methode zur Behandlung eines Hypergranulationsgewebes (112).

1.2.11.1.4 Sondendislokation

Rosenberger et al. klassifizierten in ihrer Studie das Auftreten einer Sondendislokation innerhalb der ersten 7 Tage nach Tuben-Platzierung (4.1% aller PatientInnen) als frühe Dislokation. Eine Sondenverlagerung über diesen Zeitraum hinaus, wurde mit einem Auftreten von 12.8% als späte Dislokation eingeordnet. Diese Einteilung ist deshalb von Relevanz, da eine Dislokation besonders in der Frühphase, bei noch vulnerablen Stoma, zu einer Lösung zwischen Magen- und Abdominalwand führen und Mageninhalt über das offene Stoma in die Peritonealhöhle gelangen könnte. Daraus möglicherweise resultierende Sekundärkomplikationen wären eine Peritonitis, eine nekrotisierende Faszitis und ein Hämatoperitoneum. Allgemein wird, betreffend einer unbeabsichtigten Sondendislokation, jedoch eine Inzidenzrate von bis zu 5.3% angegeben (2). Über die am häufigsten auftretenden Ursachen einer Dislokation berichteten Feil et al. in einer retrospektiven Analyse. Von insgesamt 1026, möglicherweise (n = 30) und sicher (n = 996),

dislozierten Sonden nach PEG-Anlage, wurden 31.8% selbstverschuldet, durch Ziehen der PatientInnen an der Sonde, 19.9% während PatientInnen-Transfers und 7.0% durch Ballonkomplikationen verursacht. Des Weiteren waren Stürze (4.5%), ein erhöhter intraabdomineller Druck (1.6%) und Sondenbrüche (0.2%) am Auftreten dieser Komplikation beteiligt (113). Bei Vorliegen von intermittierendem Erbrechen und abdominellen Krämpfen muss eine Sondendislokation mit Pylorus- oder Duodenalobstruktion angenommen werden. Diese seltene Komplikation kann jedoch durch endoskopische Reposition der Sonde und einer sicheren Verankerung dieser, durch eine optimale Position der externen Halteplatte gelöst werden (114),(115).

1.2.11.1.5 Pneumoperitoneum

Mittels bildgebender Verfahren lässt sich in 8%-18%, überdies sogar bis zu 50% das Auftreten eines Pneumoperitoneums nach perkutaner endoskopischer Sondenanlage nachweisen. Dieses entsteht durch die periinterventionelle endoskopische Luftinsufflation, verbunden mit der Punktion der Abdominalwand und des Magens (103),(61),(116). Ein Pneumoperitoneum ist in der Regel selbstlimitierend, wodurch ein konservatives Vorgehen vorgeschlagen wird. In Abwesenheit einer klinischen Symptomatik darf deshalb nicht auf eine vorliegende Hohlorganperforation geschlossen werden. Weitere Untersuchungen dahingehend sollten nur bei Zunahme oder Persistenz eines Pneumoperitoneums >72 Stunden, oder bei klinisch begründetem Verdacht auf Peritonitis, Gasansammlung im portalvenösen System und/oder in Mesenterialvenen sowie bei inflammatorischen Prozessen und/oder Sepsis erfolgen (103),(104),(114).

1.2.11.2 Major Komplikationen

1.2.11.2.1 Buried-Bumper-Syndrom

Als Buried-Bumper-Syndrom (BBS) bezeichnet man das Einwachsen der intraluminalen Halteplatte in die Magenwand, die zudem - durch Hypertrophie der gastralen Mukosa und regenerierendem Epithel - vollständig überwuchert werden kann. Begünstigend wirken ein rezidivierender Zug an der Sonde mit Drucknekrosen der Magenmukosa und fortschreitender Durchwanderung der inneren Halteplatte in die Magenwand (16),(104). Mit einem BBS ist frühestens ab 3 Wochen, Lee et al.'s Case-Report zufolge, mit einem medianen Auftreten von 18 Monaten nach PEG-Anlage zu rechnen (11),(117). Klinisch äußert sich diese, mit einer Inzidenz von 2-6% auftretende Komplikation, durch

eingeschränkte Sondenbeweglichkeit, Abdominalschmerzen, erhöhten Widerstand bei Sondenspülung bis hin zur Okklusion, sowie peristomal entzündlichen Veränderungen mit Sekretion und möglicherweise abszedierenden Formierungen. Im Frühstadium kann eine

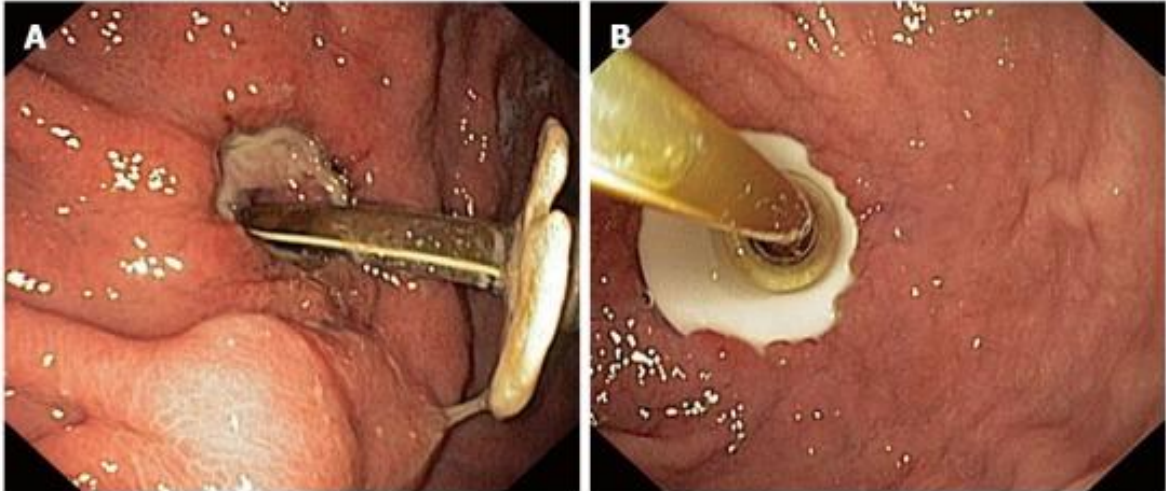


Abbildung 3: Buried-Bumper-Syndrom - Gastroskopie: (A) Druckkulus unter der, in Richtung gastralem Lumen repositionierten, inneren Halteplatte der PEG-Sonde; (B) Hyperplastisches Gewebe, über den Rand der inneren Halteplatte wachsend (118)

endoskopische Freilegung durch Mukosainzision und Reposition der inneren Halteplatte vorgenommen werden. Bei ausgeprägtem BBS, mit Überschreiten der Lamina muscularis propria besteht aber die Indikation zur chirurgischen Intervention, da das Risiko zur Magenwandperforation gegeben ist (104),(114),(118).

1.2.11.2.2 Blutung

Mit einem Blutungsrisiko von 2-2.5% liegt die perkutane endoskopische Gastrostomie über der durch die ASGE definierten Grenze von 1% und gilt somit als endoskopischer Hochrisikoeingriff (119).

Durch sorgfältige Diaphano- und Endoskopie kann nicht nur die Gefahr der Interposition und Verletzung anderer Hohlorgane, sondern auch die Punktion von Gefäßen und somit das Blutungsrisiko minimiert werden. Ebenso kann einer Blutung durch die Anwendung von Standardverfahren und einer präinterventionellen Korrektur der Blutgerinnung vorgebeugt werden. Potentielle Blutungsquellen stellen der Stichkanal, die Vena lienalis, die Arteria epigastrica superior und mesenterielle Gefäß- oder Varizenverletzungen dar (104). Die häufigsten postinterventionellen Hämorrhagien präsentieren sich jedoch als kleinere Sickerblutungen um die Insertionsstelle, denen Gefäßverletzungen auf Hautebene oder

Schleimhautverletzungen im oberen Gastrointestinaltrakt zu Grunde liegen. An Ösophagitis, Gastritis, gastrale Erosionen und Ulzerationen sowie das Buried Bumper Syndrom muss vor allem bei verzögertem Blutungsaufreten gedacht werden (61). Bei kleineren Blutungen sollte als Erstintervention ein Anziehen der Sonde in Kombination mit externer Kompression des Kanalostiums erfolgen. Liegt hingegen eine verstärkte und/ oder persistierende Blutung mit Hämoglobinabfall, Zeichen eines hämorrhagischen Schocks oder Hämatemesis vor, ist eine umgehende endoskopische Exploration mit Volumensubstitution und Überwachung der Vitalparameter indiziert (104),(120).

1.2.11.2.3 Nekrotisierende Faszitis

Diese hochakut, foudroyant verlaufende nekrotisierende Infektion des Subkutan- und Faszien­gewebes geht mit einer potentiellen Lebensgefahr einher, stellt unter den Komplikationsformen der PEG jedoch eine Rarität dar. MacLean et al. führten bei der PEG-assoziierten nekrotisierenden Faszitis eine Mortalitätsrate von 33.3% an (121). Höhere Mortalität wurde in Verbindung mit Diabetes mellitus, fortgeschrittenem Alter, Malnutrition, Immunsuppression, einer kürzlich dislozierten Sonde und Funktionseinschränkungen von Leber und Nieren beobachtet (122). Die Behandlung erfordert ein radikal-chirurgisches Debridement, systemische Antibiose und intensivmedizinische Betreuung der PatientInnen (104),(114).

1.2.11.2.4 Aspirationspneumonie

Das Gesamtrisiko einer Aspiration nach PEG-Anlage ist mit 0.3%-1.0% als gering einzustufen (114). Trotzdem kann eine, klinisch oft stumm verlaufende, Aspiration von Magen- und Dünndarminhalt oder jene von oralen Sekreten zu einer lebensbedrohlichen Pneumonie führen (61). Obwohl bei HochrisikopatientInnen eine PEG gegenüber einer NGT bevorzugt angewendet wird, liegt hinsichtlich des Vergleiches von Aspirations- und Aspirationspneumonie Raten zwischen diesen beiden Sondensystemen keine einheitliche, die PEG präferierende, Studienlage vor (11),(123),(124),(125).

Finucane et al. beschrieben, dass trotz des weit verbreiteten Einsatzes der PEG bei PatientInnen mit neurologisch bedingter Dysphagie, das Aspirationsrisiko nicht gesenkt werden konnte (126). Aspirationsbegünstigend wirken eine Nahrungsverabreichung in Rückenlage, hohes Alter, Tracheotomie, translaryngeale Intubation und neurologische Erkrankungen. Als Präventivmaßnahmen könnten die Verwendung von isoosmotischer Sondenkost und motilitätsfördernder Medikamente, ein kontinuierlicher Nahrungsflow

mittels entsprechender Pumpensysteme und eine Oberkörperhochlagerung um 30° fungieren (9). PatientInnen, die unter hohem Risiko stehen, könnten von einer jejunalen Nahrungsapplikation durch eine PEJ-Sonde profitieren, wobei eine hier auftretende höhere Sonden-Dislokationsrate eine Limitation darstellen könnte (127).

1.2.11.2.5 Peritonitis

Als Ursachen für diese seltene (1-2%), jedoch schwere Komplikation gelten ein über den Fistelgang persistierender Austritt von Mageninhalt in die Peritonealhöhle und zuvor bestehende Komplikationen wie Hohlorganperforation, BBS, Sondendislokation, Sondenentfernung bei unreifem Stomatrakt und nekrotisierende Faszitis (104),(128). Einer Hypothese nach zufolge, könnte auch der Punktionswinkel bei der Entwicklung einer Peritonitis eine Rolle spielen. Ein tangentialer, anstatt eines direkten Punktionswinkels bei PEG-Anlage, könnte zu einer langen Laceration entlang der großen Krümmung und somit eines erleichterten Austritts von Magensaft führen (129). Zudem fördern ein hoher BMI, niedriges Serumalbumin (<2.5 g/dl) und schlechte Wundheilung das Risiko einer Peritonitis (128).

2 Material und Methoden

2.1 Studiendesign und Datensammlung

Im Zuge dieser schriftlichen Darlegung erfolgte eine retrospektive, monozentrische Datenanalyse von PatientInnen der klinischen Abteilung für Gastroenterologie und Hepatologie des LKH-Graz, die während des Zeitraumes von Jänner 2017 bis Dezember 2019 eine PEG-Anlage erhielten. Mithilfe von MEDOCS, einem Dokumentationssystem der steiermärkischen Krankenanstaltengesellschaft „KAGes“, wurden medizinisch relevante Informationen wie Geschlecht, Alter, BMI, Komorbiditäten, Tracheostomaanlage und Laborwerte sowie methodikbezogene Angaben wie Indikationsgrund der PEG-Anlage, verwendetes Equipment, Tag und Art auftretender Komplikationen, als auch deren klinisches Management erhoben. Darüber hinaus wurde, soweit in MEDOCS dokumentiert, PEG-Anlage- und postinterventionelles Entlassungsdatum, Tag der komplikationsbedingten bzw. ordnungsgemäß geplanten Sondenentfernung und Datum eines Exitus letalis erfasst. Die Verabreichung einer präinterventionellen Antibiose und das angewendete Anästhesieverfahren wurden ebenfalls berücksichtigt. Der theoretische Teil dieser Arbeit umfasst eine allgemeine Literaturrecherche zur Thematik „Enterale Ernährungssonden“ mit Fokus auf die perkutane endoskopische Gastrostomie. Die erfassten Indikationen zur PEG-Anlage an der Grazer Universitätsklinik wurden folgendermaßen kategorisiert:

Kopf-Hals-Tumor (HNC)	Tumoren der Mundhöhle, des Pharynx, der Epiglottis, des Larynx, der Nasennebenhöhlen, sowie deren Drüsen und lymphatischen Organe CUP
Neurologische Erkrankung und psychomotorische Retardierung (NDPR)	Morbus Parkinson Demenz
Zerebrovaskuläre Erkrankung (CVD)	Ischämischer Insult, Hämorrhagischer Insult infolge einer intrazerebralen Blutung oder einer Subarachnoidalblutung
Reduced level of consciousness (RLOC)	Apallisches Syndrom
Verschiedene andere Ursachen (MISC)	Kritisch kranke PatientInnen, ICU-PatientInnen, (Poly)trauma, Sepsis, Multimorbidität, Anorexia nervosa, Myositis, Dysphagie – nicht näher beschrieben, Aspirationspneumonie

Tabelle 2: Indikationen der PEG-Anlage an der Grazer Universitätsklinik für Gastroenterologie und Hepatologie (2017-2019)

2.2 Klassifikation der PEG-Komplikationen

PEG-Komplikationen wurden nach ihrem zeitlichen Auftreten als Frühkomplikation (innerhalb 7 Tage nach PEG-Anlage), als Spätkomplikation (> 7 Tage nach PEG-Anlage) sowie nach Auftreten der Komplikation während des Krankenhausaufenthaltes oder nach Entlassung aus diesem klassifiziert. Weiters wurde, wie in Abbildung 4 sichtbar, eine Einteilung in Minor und Major Komplikationen vorgenommen.

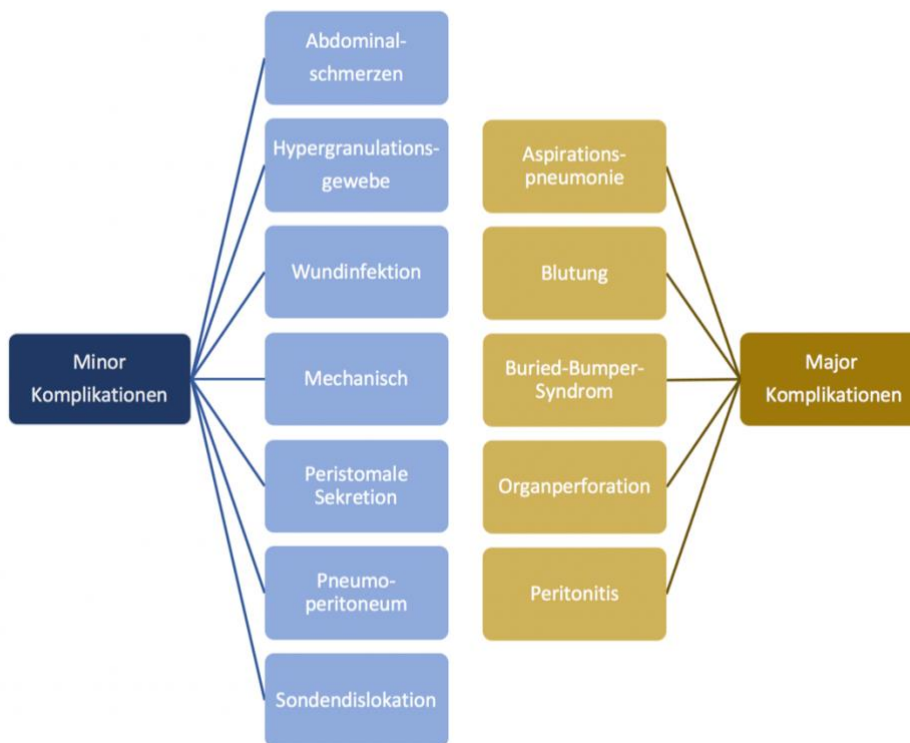


Abbildung 4: Kategorisierung der PEG-Komplikationen am Grazer Universitätsklinikum

2.3 Charlson Comorbidity Index

Um den Einfluss parallel vorliegender Krankheitsbilder auf die Prognose der Grunderkrankung quantifizieren zu können, wurde der in klinischer, medizinischer und epidemiologischer Forschung etablierte Charlson Komorbiditäts-Index entwickelt (130). Durch Subsumierung der in der Originalfassung angegebenen 19 Komorbiditäten, ergibt sich nicht nur ein prädikativer Wert zur Einschätzung der 10-Jahres-Überlebensrate, sondern auch ein Überblick über die gesundheitliche Gesamtsituation der PatientInnen, um dadurch mögliche Risiken medizinischer Behandlungen, wie einer PEG-Anlage, einschätzen und abwägen zu können (131). Trotz seines einfachen Scoring-Systems zeichnet sich der CCI

durch seine hohe Reliabilität und seine einfache Anwendbarkeit aus (132). Folgende Komorbiditäten werden nach der Schwere ihrer Erkrankung und der Stärke ihrer Einflussnahme auf das Mortalitätsrisiko einzeln, numerisch von 1-6 gewichtet und zu einem Gesamt-CCI-Score addiert (133):

Komorbidität	Gewichtung
Myokardinfarkt Herzinsuffizienz ² Periphere Gefäßerkrankung ³ Zerebrovaskuläre Erkrankung ⁴ Demenz ⁵ Chronische Lungenerkrankung ⁶ Bindegewebserkrankung ⁷ Ulkerkrankung ⁸ Milde Lebererkrankung ⁹ Diabetes ohne Endorganschäden ¹⁰	1 Punkt
Diabetes mit Endorganschäden ¹ Hemiplegie ² Mäßig schwere und schwere Nierenerkrankung ¹³ Nicht-metastasierender solider Tumor ¹⁴ Leukämie ⁵ Lymphom ¹⁶	2 Punkte
Mäßig schwere und schwere Lebererkrankung ¹⁷	3 Punkte
Metastasierender solider Tumor AIDS	6 Punkte

Tabelle 3: Gewichtung der Komorbiditäten innerhalb des Charlson Comorbidity Index (145-147)

¹ Diagnostizierter Myokardinfarkt oder Hospitalisierung aufgrund von Thoraxschmerzen oder gleichwertiger klinischer Symptomatik mit elektrokardiographisch und/oder laborchemische myokardialen Veränderungen. Alleinige EKG-Veränderungen, ohne jegliche klinische Symptomatik, werden nicht berücksichtigt

² Definiert durch eine vorhandene Belastungsdyspnoe oder Paroxysmale nächtliche Dyspnoe, wobei beide Krankheitsentitäten ein Ansprechen auf Diuretika, Digitalisglykoside oder Nachlastsenkende Medikamente gezeigt haben müssen

³ Inkludiert werden PatientInnen mit einem vorliegenden Gangrän, einer Claudicatio-intermittens-Symptomatik, einem durchgeführten Bypass bei chronisch arterieller Insuffizienz, einer akuten arteriellen Insuffizienz, oder einem unbehandelten thorakalen oder abdominalen Aneurysma (Durchmesser >6 cm)

⁴ PatientInnen mit stattgehabter transitorischer ischämischer Attacke (TIA) oder anderen zerebrovaskulären Vorfällen, ohne schwerwiegende Residuen. Sollte das zerebrovaskuläre Ereignis zur Symptomatik einer Hemiplegie geführt haben, wird nur diese für das Scoring herangezogen

⁵ PatientInnen mit chronischen mittleren, bis schweren kognitiven Defiziten

⁶ Asthma bronchiale, Chronische Bronchitis, Lungenemphysem und andere Erkrankungen der Lunge, die bei

mildem bis mittlerem Aktivitätsniveau mit anhaltender Dyspnoe oder Husten einhergehen

⁷ Systemischer Lupus Erythematoses (SLE), Polymyositis, Sharp-Syndrom, Polymyalgia rheumatica, mäßig bis schwere rheumatoide Arthritis, Sarkoidose, Sjögren-Syndrom und jegliche Form einer Systemvaskulitis

⁸ PatientInnen, die anamnestisch ein therapiertes Magen-oder Duodenalulkus und/oder eine stattgehabte Blutung durch dieses aufweisen

⁹ Chronische Hepatitis (B oder C), oder Leberzirrhose ohne portale Hypertension

¹⁰ PatientInnen mit Diabetes mellitus unter medikamentöser Therapie. Ein alleiniger Gestationsdiabetes wird nicht gewertet

¹ Endorganschäden wie Retinopathie, Neuropathie oder Nephropathie, oder vergangene Krankenhausaufenthalte aufgrund eines hyperosmolaren Komas oder Ketoazidose

² Hemiplegie und Paraplegie werden, gleichgültig der zugrunde liegenden Kausalität, unter „Hemiplegie“ kodiert, zusammengefasst

³ Serumkreatinin >3mg/dl (0,27 mmol/l), Dialysepflichtigkeit, Urämie oder s.p. NTX

⁴ Jeder nicht-metastasierende solide Tumor, der nicht als maligne kutane Neoplasie klassifiziert ist und dessen Diagnosezeitpunkt weniger als 5 Jahre zurückliegt

⁵ Zur Leukämie zählen: die akute und chronische myeloische Leukämie, die akute und chronische lymphatische Leukämie, sowie die Polycythaemia vera

⁶ Lymphome inkludieren: Hodgkin-und Non-Hodgkin-Lymphome, sowie das Multiple Myelom

⁷ Mäßig schwere Lebererkrankung: Leberzirrhose mit portaler Hypertension, ohne aufgetretene Varizenblutung. Schwere Lebererkrankung: Leberzirrhose mit portaler Hypertension und zusätzlicher Diagnose eines Aszites, eines chronischen Ikterus und/oder einer stattgehabten varikösen Blutung oder s.p. LTX

2.4 Statistische Analyse

Die statistische Analyse wurde softwaregestützt mittels SPSS - Statistical Package for Social Sciences 25 (IBM Corporation, Armonk, NY) und Microsoft Excel (Microsoft Corporation, Redmond, WA) durchgeführt. Zur Darstellung der Daten wurden deskriptive Statistiken verwendet, wobei das Signifikanzniveau mit 5% festgelegt wurde. Für die Analyse der Überlebenszeitdaten wurde das Kaplan-Meier-Verfahren benutzt.

3 Ergebnisse – Resultate

Im Zeitraum von Jänner 2017 bis Dezember 2019 fanden insgesamt 281 PEG-Sondenlegungen an 268 PatientInnen statt. In einigen Fällen lag bereits eine PEG-Anlage vor, wo jedoch nach Auftreten von Komplikationen entweder eine PEG-Neuanlage oder ein Sondenwechsel über den bereits bestehenden Fistelgang vorgenommen werden musste. Initial wurden 252 PEG-Anlagen, wie in Abbildung 5 dargelegt, in diese statistische Datenauswertung inkludiert.

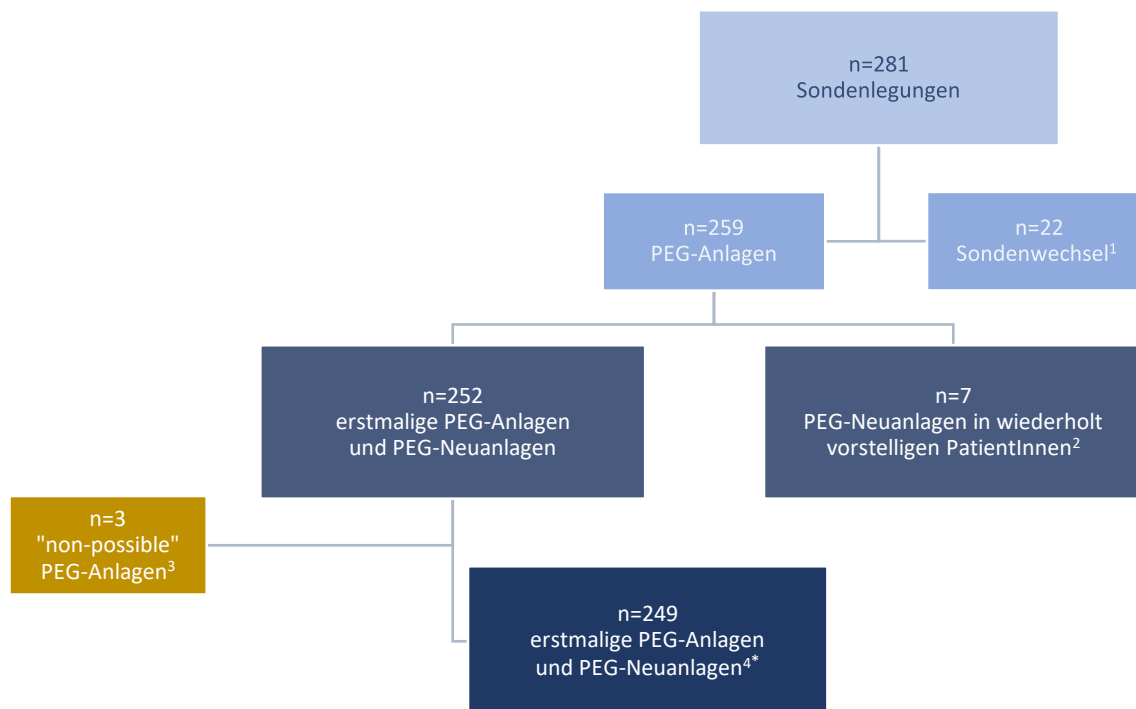


Abbildung 5: Übersicht zur Auswahl der in die statistische Analyse miteinbezogenen PEG-Anlagen

3 Sondenimplantationen wurden jedoch, unter Anwendung der Fadendurchzugsmethode als „non-possible“ deklariert, woraufhin die Intervention chirurgisch vorgenommen werden musste. Die Unmöglichkeit der Anlage ergab sich in zwei Fällen aus einer misslungenen

¹ Neu-Sondenlegung über ein bereits bestehendes Gastrostoma

² PEG-Neuanlagen an PatientInnen, die innerhalb des Zeitraumes 01/2017-12/2019 bereits eine PEG-Anlage erhalten haben und deshalb nicht mehrfach in der statistischen Analyse gewertet wurden

³ Unmöglichkeit einer PEG-Anlage – chirurgische Sondenimplantation erfolgt

⁴ „PEG-Neuanlagen“ = Sondenimplantationen über ein neues, neben einem bereits bestehenden Gastrostoma. Die vor der PEG-Neuanlage implantierte Sonde, wurde bereits zuvor - das bedeutet - nicht innerhalb des Zeitraumes von 01/2017-12/2019 gelegt.

* In die statistische Analyse miteinbezogen

endoskopischen Passage des Schluckweges, welcher kausal obstruierende Kopf-Hals-Tumoren zugrunde lagen. Im dritten Fall konnte durch die Standard-Methodik keine erfolgreiche Anlage verzeichnet werden, da das Problem einer undurchdringbaren Magenwand vorlag. Diese 3 Fälle wurden exkludiert, womit sich eine Fallzahl von n=249 ergibt, mit welcher diese vorliegende statistische Analyse durchgeführt wurde. Trotz der 3 misslungenen Sondenimplantationen, kann am Grazer LKH, mit 98.8%, eine hohe Erfolgsrate bei PEG-Anlagen verzeichnet werden.

Auswertungen bezüglich Struktur des PatientInnenkollektivs ergaben, dass sich diese aus 64 Frauen (25.7%) und 185 Männern (74.3%) zusammensetzte. Im Mittel errechnete sich ein BMI von 24.5 ± 4.9 kg/m², wobei das Minimum 9.0 kg/m²* und das Maximum 45.4 kg/m² betrug. Das durchschnittliche Alter der PatientInnen lag bei 63.5 ± 11.6 , mit einer Spannweite von 20 bis 89 Jahren.

Basischarakteristika		Min ¹	Max ²	Mean ³	±SD ⁴
Geschlecht (weiblich/männlich)	64 /185				
Alter in Jahren		20	89	63,5	11,6
BMI in kg/m ²		9,0	45,4	24,5	4,9

Tabelle 4: Basischarakteristika des gesamten PatientInnenkollektivs (n=249)

Folgende Laborwerte wurden vor PEG-Anlage erhoben:

	Referenzbereich	Min	Max	Mean	±SD
Thrombozyten (10 ³ /μl)	140–400	34	624	263	96.8
Kreatinin (mg/dL)	0.6-1.36	0.22	5.2	0.9	0.4
GFR (ml/min/1,73 m ²)	>90	11.1	157.9	85.5	21.9
CRP	<0.5	0.6	385.4	36.8	63,2
INR	0.85-1.27	0.77	3.6	1.0	0.24

Tabelle 5: Laborwerte des gesamten PatientInnenkollektivs (n=249)

¹ Minimum

² Maximum

³ Mittelwert

⁴ Standardabweichung (Standard deviation)

* An Anorexia nervosa und Organischem Psychosyndrom leidende Patientin

Die Resultate zu vorhandenen Komorbiditäten sind in Tabelle 6 prozentuell dargestellt sowie in Abbildung 6 grafisch visualisiert.

Komorbiditäten-Häufigkeit	%
Myokardinfarkt	5.2
Herzinsuffizienz	3.2
Periphere Gefäßerkrankung	6.0
Zerebrovaskuläre Erkrankung	10.8
Demenz	4.4
Chronische Lungenerkrankung	12.8
Bindegewebserkrankung	1.2
Ulkuskrankheit	1.2
Milde Lebererkrankung	1.2
Diabetes ohne Endorganschäden	8.8
Diabetes mit Endorganschäden	2.4
Hemiplegie	0.0
Mäßig schwere und schwere Nierenerkrankung	0.8
Nicht-metastasierender solider Tumor	54.6
Leukämie	0.0
Lymphom	0.4
Mäßig schwere und schwere Lebererkrankung	3.2
Metastasierender solider Tumor	26.5
AIDS	0.0

Tabelle 6: Prozentuale Veranschaulichung etwaiger, anhand des CCI klassifizierten, Komorbiditäten

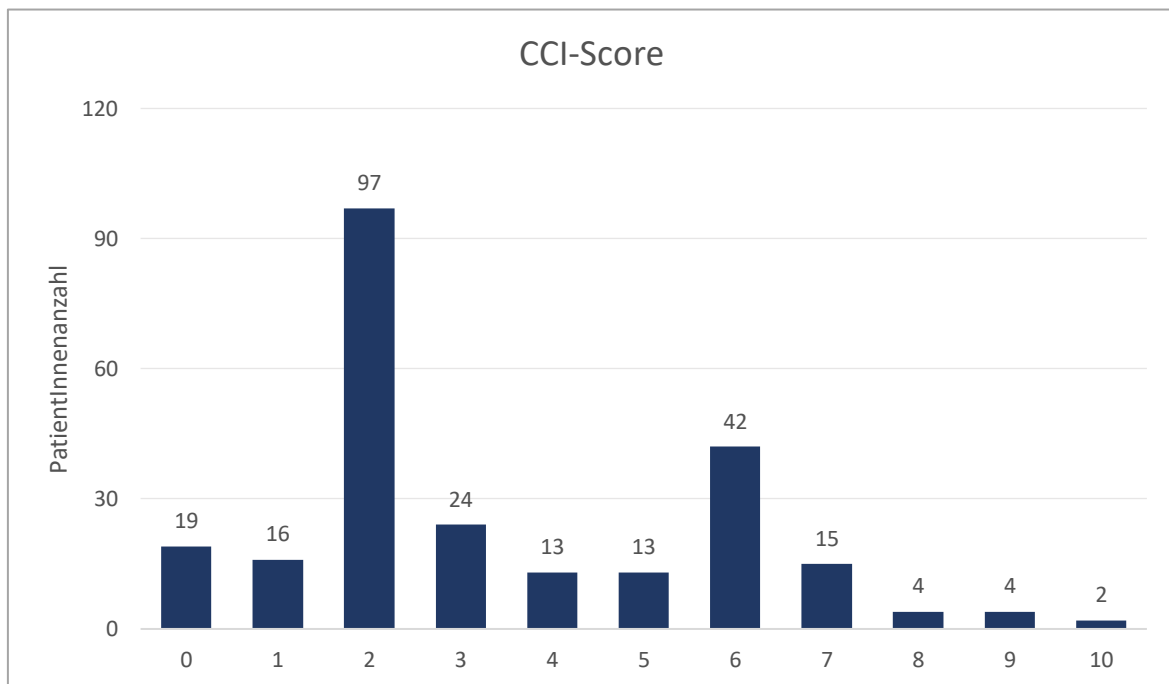


Abbildung 6: Häufigkeitsverteilung der CCI-Werte, mit einem Minimalwert von 0 und einem Maximalwert von 10 Punkten (n= 249; mean=3.39±2.31)

3.1 Indikationen

Indikationen für eine PEG-Implantation waren: maligne Kopf-Hals-Tumoren (n=197; 79.1%), neurologische Erkrankungen oder psychomotorische Retardierung (n=26; 10.4%), zerebrovaskuläre Erkrankungen (n=6; 2.4%), Bewusstseins Einschränkungen (n=3; 1.2%) und verschiedene andere Ursachen (n=17; 6.8%).

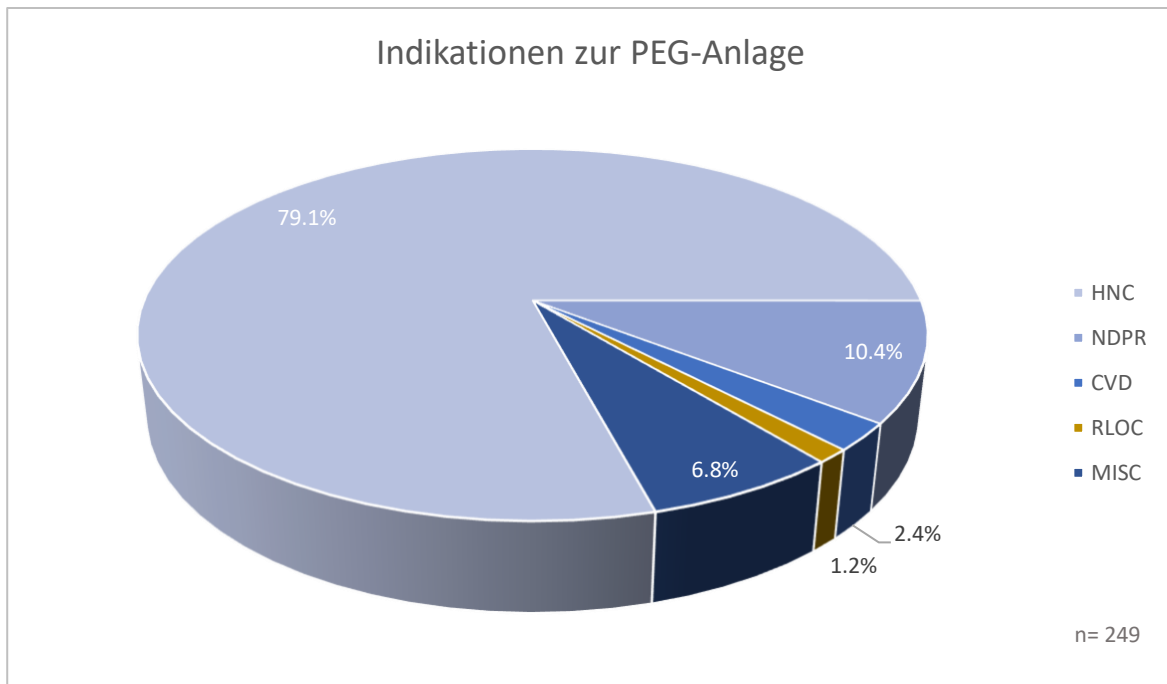


Abbildung 7: PEG-Indikationen im Zeitraum von 2017-2019. Kopf-Hals-Tumoren (HNC) gaben am häufigsten, gefolgt von neurologischen Erkrankungen und psychomotorischer Retardierung (NPDR), verschiedenen anderen Ursachen (MISC), zerebrovaskulären Erkrankungen (CVD) und zuletzt Bewusstseins Einschränkungen (RLOC) Anlass zur PEG-Anlage.

3.1.1 Spezifische Indikationen

Die tumorbedingten PEG-Indikationen zusammengefasst (Tabelle 7), entfielen 97.5% (n=197) auf Kopf-Hals-Tumoren (HNC) und 2.5% (n=5) auf Tumoren anderer Entitäten. In 2 Fällen gab ein Adenokarzinom der Lunge mit Ösophagusstenose und in einem Fall eine pulmonale Metastasektomie, die zur Parese des N. laryngeus inferior mit nachfolgender Dysphagie führte, Grund zur Sondenimplantation. Bei 2 PatientInnen erforderte ein Pankreaskarzinom die Anlage einer Entlastungs-PEG, da sich der Tumor in der interventionsbedürftigen Symptomatik eines Ileus-, sowie einer Pylorusstenose- und Peritonealkarzinose präsentierte.

Tumorbedingte Indikationen zur PEG-Anlage		n	%
Kopf-Hals-Tumoren (HNC)	Tonsillenkarzinom	35	17.3
	Zungengrundkarzinom	33	16.3
	Hypopharynxkarzinom	28	13.9
	Larynxkarzinom	23	11.4
	Oropharynxkarzinom	22	10.9
	CUP	15	7.4
	Zungenrandkarzinom	12	5.9
	Mundboden	9	4.5
	Nasopharynx	8	4.0
	Epiglottis	6	3.0
	Gaumenkarzinom	2	1.0
	Nasennebenhöhlenkarzinom	2	1.0
	Parotiskarzinom	1	0.5
	Submentale Metastase eines Plattenepithelkarzinoms der Wange	1	0.5
	Tumoren anderer Entitäten	5	2,5
Summe	202	100	

Tabelle 7: Anzahl an PEG-Anlagen, deren Indikation ein Tumor zugrunde lag

Mit 10.4% stellten neurologische Erkrankungen und psychomotorische Retardierungen (NDPR) die zweithäufigste Indikation zur PEG-Anlage. 21 PatientInnen litten an einem reinen Parkinson-Syndrom, weitere 4 PatientInnen an einer Kombination aus Parkinson-Syndrom und Demenz und ein/e Patient/in an einer frontotemporalen Demenz.

Die in 2.4% (n=6) zerebrovaskulär-bedingten Indikationen (CVD) zur PEG-Anlage ließen sich in 5 Fällen durch einen ischämischen Insult und in einem Fall durch eine Subarachnoidalblutung begründen. Von einer Bewusstseinsminderung (RLOC) waren 1.2% (n=3) der PatientInnen in Form eines apallischen Syndroms betroffen.

Die zu 6.8% (n=17) als „weitere Ursachen“ (MISC) klassifizierten PEG-Indikationen inkludieren 3 Fälle eines akuten Koronarsyndroms (ACS) mit erfolgreicher CPR, einen Fall einer kardialen Dekompensation bei vorbestehender Herzinsuffizienz, ein Polytrauma mit traumatischer Kontusionsblutung und nachfolgenden Aspirationspneumonien, die in 3 Fällen vorhandene Notwendigkeit einer Sondenanlage bei Multimorbidität mit intensivmedizinischer Betreuung und 5 „Tumoren anderer Entitäten“. Hinzu kommen ein Fall von Anorexia nervosa mit organischem Psychosyndrom und 3 Fälle von Dysphagie, bedingt durch eine Myositis, eine HWS-Spondylose mit ossären Anbauten an C2-C5 und eine nicht näher beschriebene Dysphagie, die zu rezidivierenden Aspirationen führte.

3.2 Verfahrensspezifische Angaben und Follow-up

Bei 182 PatientInnen (73.1%) wurde eine PEG-Anlage unter Sedierung und Spontanatmung, bei 67 PatientInnen (26.9%) hingegen unter Allgemeinnarkose durchgeführt. 189 PatientInnen (75.9%) erhielten eine Antibiotikaprophylaxe, in 60 Fällen (24.1%) konnten diesbezüglich keine Angaben gefunden werden, oder es lag bereits eine laufende Antibiose vor. 38 PatientInnen (15.3%) hatten während des PEG-Prozederes ein liegendes Tracheostoma, 3 PatientInnen waren im Zustand nach Tracheotomie. Die PEG-Anlage wurde vorwiegend unter Anwendung der Pull-Methode durchgeführt (n = 241; 96.8%). Bezüglich Sondengröße- und material kamen hierbei 218 (87.6%) 18 Fr-, 21 (8.4%) 15 Fr-, eine 20 Fr- (0.4%) und eine CORFLO®-Sonde (0.4%) zum Einsatz. Bei den restlichen 8 PatientInnen (3.2%) wurde stenose- und durch verminderte Mundöffnung bedingt, unter Verwendung eines 15 Fr-Pexact-Devices, die Introducer-Technik angewandt. Die Auswertung der Follow-up-Daten ergab einen mittleren Krankenhausaufenthalt von 7.1 Tagen nach Sondenimplantation mit einer Standardabweichung von ± 9.2 Tagen. Bezüglich komplikationsbedingter Sondenentfernung musste die erste Sonde bereits 2 Tage, die am längsten liegende Sonde 835 Tagen nach Anlage explantiert werden.

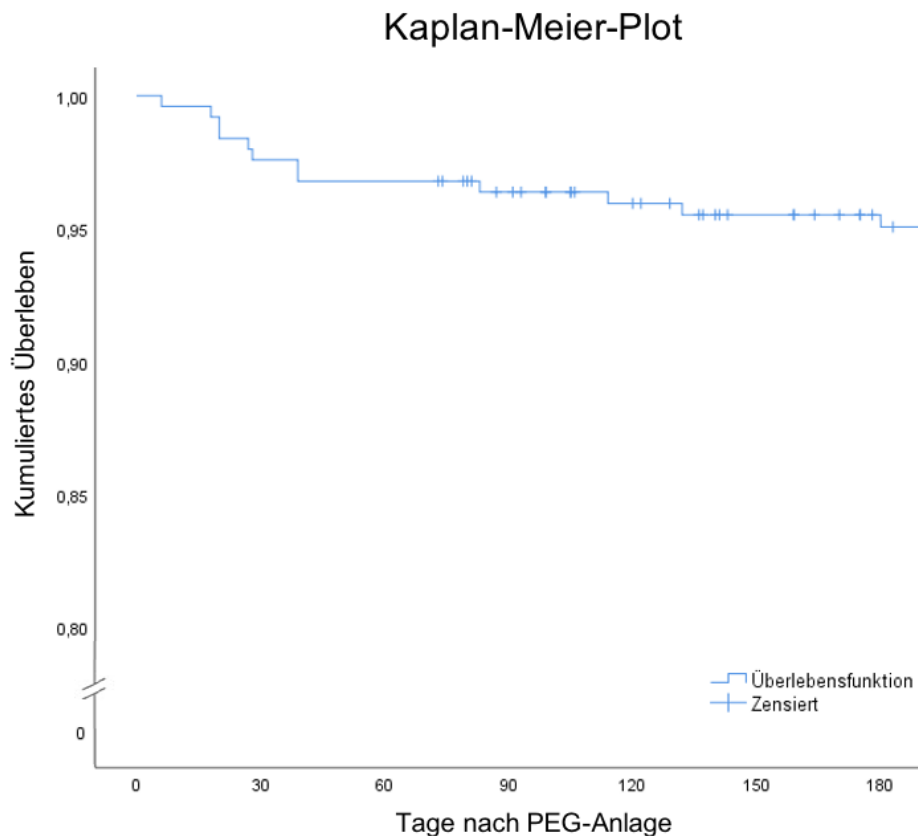


Abbildung 8: Geschätzte Überlebensrate in Abhängigkeit von der Zeit nach PEG-Anlage

Insgesamt wurde eine Mortalitätsrate von 7.2% (18/249 PatientInnen) beobachtet, wobei innerhalb der ersten 6 Monate (180 Tage) nach Sondenimplantation 5.2% - 13 PatientInnen entsprechend - verstarben. Die Hälfte aller Todesfälle (9 PatientInnen) trat jedoch während den ersten 3 Monaten nach PEG-Anlage auf: 6 Fälle (2.4%) im 1. Monat, 2 Fälle (0.8%) im 2. Monat und ein Fall (0.4%) im 3. Monat.

Die mittlere Überlebenszeit innerhalb der Gruppe der verstorbenen PatientInnen betrug 186 ± 221 Tage, wobei die erste Person 6 Tage und die am längsten überlebende Person 755 Tage nach Sondenanlage verstarb. Es wurden keine direkten PEG-Anlage-bedingten Todesfälle verzeichnet.

3.2.1 Ereignisse während der PEG-Anlage

Bei 8 PatientInnen (3.2%) musste eine wiederholte Punktion vorgenommen werden. In 2 Fällen bestand eine Barriere durch vermehrtes Viszeralfett bei Adipositas und in einem anderen Fall fielen Sauerstoffsättigung und Blutdruck nach Verabreichung von Midazolam und Propofol stark ab, woraufhin der Patient/die Patientin vor Durchführung der 2. Punktion durch Zufuhr von Flumazenil und 500ml Infusionslösung stabilisiert wurde. Ein/e Patient/in führte während der Sondenimplantation eine abrupte Bewegung durch, bei einer Person gestaltete sich die Anlage als technisch kompliziert, da keine normalen anatomischen Verhältnisse vorlagen, weshalb rechts der Linea alba punktiert werden musste. Zu den verbleibenden 3 Fällen wiederholter Punktionen wurden keine Angaben getätigt. Ein weiteres unerwartetes Ereignis ereignete sich durch Steckenbleiben der inneren Halteplatte im Recessus piriformis, woraufhin diese, mittels starrer Endoskopie, geborgen werden musste, bevor der Fadendurchzug gelang.

Bezüglich Verletzungen während Sondenanlage kam es bei 3 PatientInnen zu Schleimhautschädigungen mit kleinen Sickerblutungen, die jedoch unter Observanz sistierten. In einem Fall wurde vermutlich das vorhandene Tonsillenkarzinom verletzt, wodurch es infolgedessen zu einer kleineren Blutung mit Stridor und sO₂-Abfall kam.

3.3 Komplikationen

Bei 179 PatientInnen (71.9%) traten keine, bei 70 PatientInnen (28.1%) jedoch insgesamt 113 PEG-bezogene Komplikationen auf. Davon wurden 99 als Minor- (24.6%) und 14 als Major (3.5%) Komplikationen klassifiziert. Von den 70 betroffenen PatientInnen zeigten sich bei 18 PatientInnen (25.7%) bereits früh (<7 Tage) Komplikationen, bei den verbleibenden 52 PatientInnen (74.3%) hingegen erst spät (>7 Tage) nach PEG-Anlage.

Dabei befanden sich 12 PatientInnen nach Sondenimplantation noch in stationärer Betreuung, demgegenüber traten bei 46 PatientInnen Komplikationen erst nach Entlassung aus dem Krankenhaus auf. Bei den restlichen 12 PatientInnen konnten keine Angaben bezüglich des Post-Komplikations-Entlassungsdatums gefunden werden.

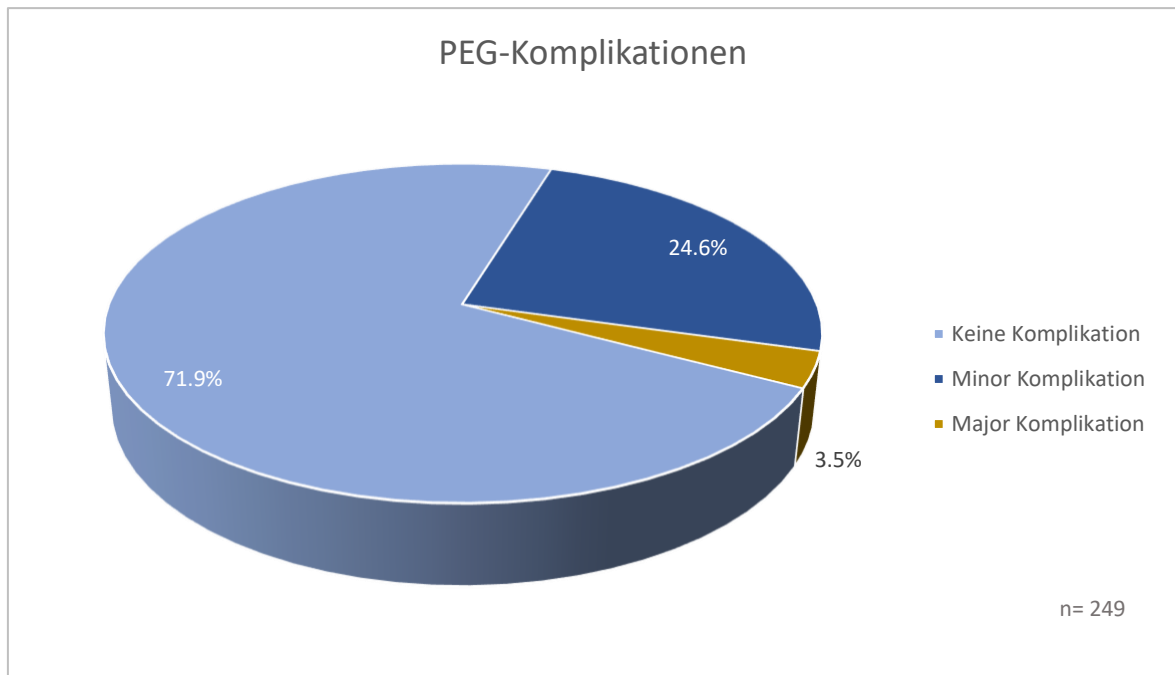


Abbildung 9: Die Gesamtkomplikationsrate nach PEG-Anlage betrug 28.1% (n=70), demzufolge wurden bei 71.9% aller PatientInnen (n=179) keine Komplikationen verzeichnet

3.3.1 Minor Komplikationen

Die Gesamtkohorte betrachtend (n=249) traten Minor Komplikationen mit einer Inzidenz von 11.2% (n=28) als peristomale Sekretion, mit 10.8% (n=27) als lokale Wundinfektion, mit 5.2% (n=13) als Hypergranulation des peristomalen Gewebes (Caro luxurians), mit 5.2% (n=13) als Abdominalschmerzen, mit 2.0% (n=5) als Pneumoperitoneum, mit 1.6% (n=4) als Sondendislokation und mit 3.6% (n=9) als mechanische Komplikation in Erscheinung. Die mechanischen Komplikationen inkludierten 5 Sondenobstruktionen, 3 Brüche der äußeren Halteplatte und einen Sondenbruch. Die therapeutischen Maßnahmen bei lokaler Wundinfektion beruhten im Wesentlichen auf der Reinigung des peristomalen Gewebes mit Antiseptika (Octenisept®, Betaisodona®, Prontosan®), dem Anlegen einer keimreduzierenden Wundauflage (Cutimed® Sorbact® Gel) und eines sterilen Wundverbandes, der Entnahme eines Abstriches zum mikrobiellen Erregernachweis und der Lockerung der äußeren Halteplatte. Zudem wurden, je nach Erregerstatus, Antibiotika in

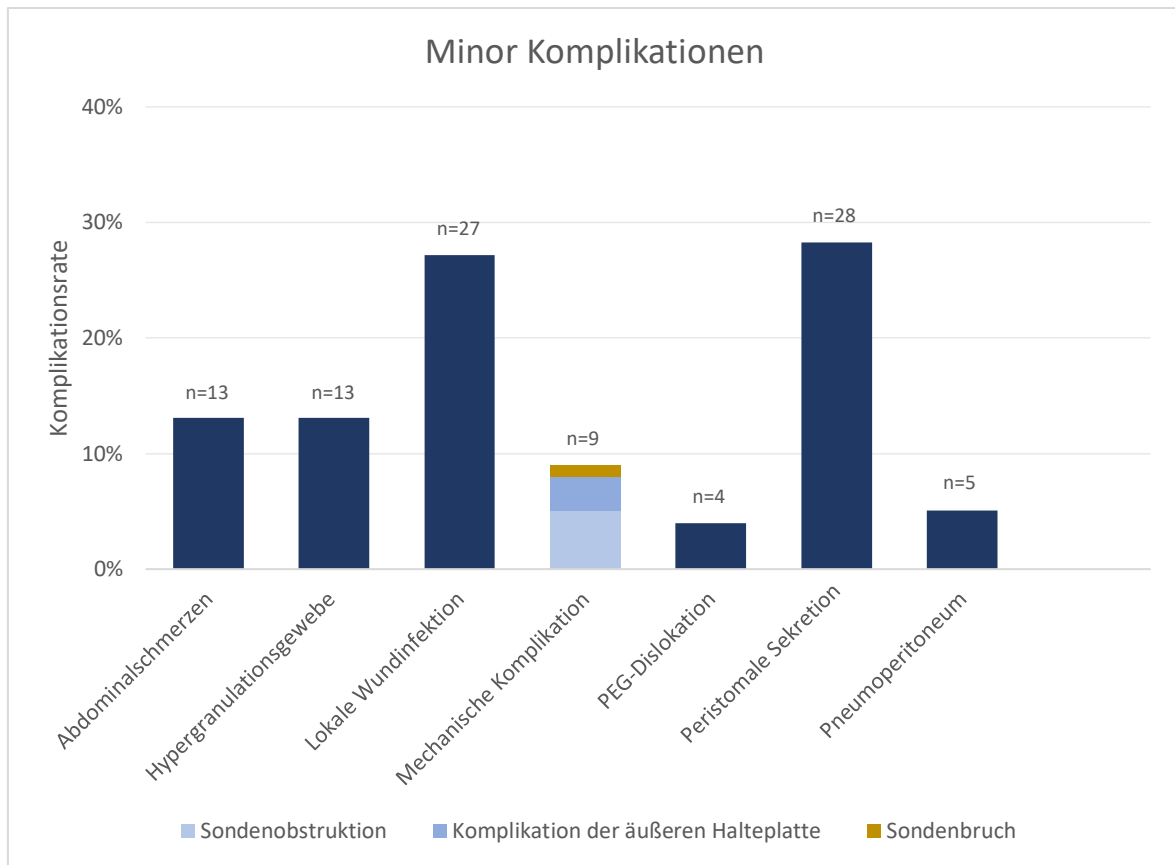


Abbildung 10: Präsentation der Minor-Komplikationsraten nach PEG-Anlage. Die Gesamtheit der Minor Komplikationen (n=99) betrachtend, zeigten sich Abdominalschmerzen in 12.9%, Hypergranulationsgewebe in 12.9%, lokale Wundinfektionen in 26.7%, mechanische Komplikation

Form einer Lokal- (Baneocin®-Salbe) oder einer Systemtherapie appliziert. Hautschutzcremen (Cavilon™) und Wundsalben (Vitawund®) wurden nicht nur bei Lokalinfektionen, sondern auch zur Behandlung eines Caro luxurians eingesetzt. Um weitere Gewebswucherungen zu unterbinden, wurde bei Auftreten einer Hypergranulation des peristomalen Gewebes eine Lapisierung mittels Silbernitratstäbchen durchgeführt. Das Vorliegen eines Pneumoperitoneums wurde jeweils im Zusammenhang mit persistierenden Schmerzen und/oder bestehender Peritonitis unter Durchführung radiologischer Verfahren ermittelt. Lagen ausschließlich Schmerzen vor, wurde das Pneumoperitoneum durch Anziehen des Sondensystems und engmaschiger Kontrolle konservativ behandelt. Trat dieses jedoch in Verbindung mit Peritonitis auf, folgten die unten angeführten interventionellen Maßnahmen zur Therapie dieser Major Komplikation, wodurch auch das Problem der vermehrten Gasansammlung in der Cavitas abdominalis gelöst wurde. Im Falle einer peristomalen Sekretion wurden vergleichbare Interventionen wie bei dem Auftreten einer lokalen Wundinfektion gesetzt, hingegen mit dem Unterschied, dass bei

„nässender PEG“ ein Anziehen und eine Neu-Positionierung der äußeren Halteplatte vorgenommen wurde. Die Behandlung mechanischer Komplikationen mit häufig vorliegenden Materialschäden beinhaltete das Ersetzen sämtlicher erneuerbarer Teile des Sondensystems, wie bei Sondenbruch erforderlich, sowie forciertes Spülen der Tube bei Sondenobstruktion. Trat zusätzlich Nahrung aus dem Stomakanal aus, wurde die Nahrungsapplikation über die PEG-Sonde unterbrochen und gegebenenfalls auf parenterale Ernährung gewechselt. Bei Dislokation wurde in der Regel eine Sonden-Neuinstallation vorgenommen.

3.3.2 Major Komplikationen

Bezogen auf die Gesamtheit der inkludierten PatientInnen (n=249), erlitten 5 Personen (2.0%) eine Blutung, 3 Personen eine gastrale Perforation mit anschließender Peritonitis und weitere 3 Personen ein Buried-Bumper-Syndrom (1.2% pro Komplikation). Eine zudem als „Major“ klassifizierte Komplikation, die Aspirationspneumonie, trat in keinem der Fälle auf.

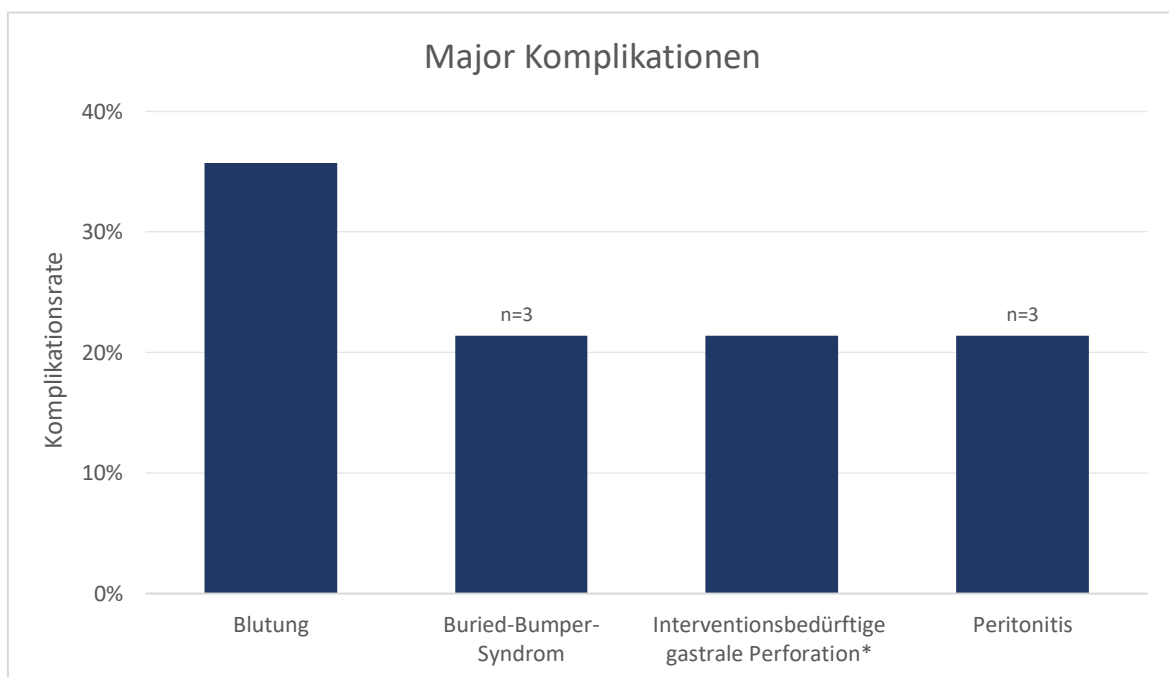


Abbildung 11: Innerhalb der Major Komplikationen (n=14) traten Blutungen zu 35.7%, das BBS, die Peritonitis und eine interventionsbedürftige gastrale Perforation* zu je 21.4% auf

Eine rezidivierende Blutung wurde vermutlich durch ein peristomales Ulcus ventriculi, welches allem Anschein nach druckbedingt, durch mechanische Irritation der inneren

* Eine über das bei PEG-Anlage nötige Maß des Perforationskanals hinausgehende

Halteplatte entstand, verursacht und mittels Gastroskopie inspiziert. Zu einer Applikation von Protonenpumpeninhibitoren folgte die reine Verabreichung klarer Flüssigkeiten und häufiges Spülen der Sonde mit anschließender Aspiration, um eine Blutung rechtzeitig erkennen zu können. Auch die Verabreichung von NSAR und SSRI wurde durch Erhöhung des Blutungsrisikos - wie auch Blumenstein et al. berichteten - unterbunden (61). In einem Fall trug eine erosive Antrumgastritis zur Entwicklung einer Sickerblutung bei, welche ebenso durch die bereits erwähnten Maßnahmen therapiert wurde trotz alledem jedoch eine Sonden-Neuanlage erforderte. Die verbleibenden 3, um die Punktionsstelle vorliegenden Blutungen, wurden innerhalb der ersten 24 Stunden nach PEG-Anlage sichtbar. Im Zuge dessen erfolgte eine Reinigung mit NaCl-Lösung sowie die Anbringung eines resorbierbaren hämostatischen Gelatineschwammes (Spongostan™). Weiters wurde bei einem multimorbiden Patienten mit zusätzlich vorliegender perihepatischen Aszites und Schmerzen eine Sonden-Neuanlage unternommen. Eine Reposition der Halteplatten und laborchemische Observanz des Blutbildes, als auch der Blutgerinnung erfolgte in allen Fällen.

Betreffend der gemeinsam aufgetretenen Major Komplikationen – es handelte sich hierbei um eine Peritonitis und eine über das bei PEG-Anlage nötige Maß des Punktionskanals hinausgehende interventionsbedürftige Magenperforation – wurde eine umgehende Laparotomie mit Sonden-Entfernung, ein chirurgischer Verschluss des sanierungsbedürftigen Magenwanddefekts mittels Übernähung und in einem Fall eine Magenteilresektion durchgeführt. Nach Möglichkeit erfolgte dabei auch eine direkte Sonden-Neuanlage. Weiters wurden Analgetika (Novalgin®, Diclovit®, Vendal®), Infusionslösungen und Antibiotika verabreicht und Blutkulturen entnommen. Die Präsentation eines Buried-Bumper-Syndroms konnte in einem Fall erfolgreich durch vorsichtige Befreiung der inneren Halteplatte unter endoskopischer Sicht und anschließender lockerer Fixierung behandelt werden. Zudem wurde die Entnahme von Abstrichen und Blutkulturen angeordnet. Da eine Sonden-Entfernung und -Neuanlage bei laufender Chemotherapie als nicht sinnvoll erachtet wurde und die Fistel dicht zu sein schien, wurde die PEG-Sonde in situ belassen. Um ein erneutes Festsetzen der Halteplatte zu verhindern, wurde vor jedem Gebrauch eine Sonden-Mobilisation durchgeführt. In den beiden weiteren BSS-Fällen wurde die Sonde endoskopisch mit anschließendem Wundverschluss durch OTSC®- und Hämoclips, als auch chirurgisch entfernt und neu implantiert.

3.4 Korrelationen

Bezüglich des Zusammenhangs zwischen der Verabreichung einer bzw. keiner präinterventionellen Antibiose und dem Auftreten einer Komplikation ergab sich kein signifikanter Unterschied ($p=0.48$). 189 PatientInnen erhielten, mit einer beobachteten Komplikationsrate von 27%, eine Antibiotikaphylaxe vor Sondenanlage, im Vergleich zur Komplikationsrate von 31.7% bei jenen 60 PatientInnen, die vorab keine Antibiose verabreicht bekamen ($RR=1.174$). Auch die mithilfe des Kruskal-Wallis-Tests durchgeführten Gruppenvergleiche einer bzw. keiner auftretenden Komplikation in Bezug auf den CCI-Score und das Alter der PatientInnen erbrachten keine statistisch signifikanten Ergebnisse ($p=0.43$), ($p=0.38$).

4 Diskussion

4.1 Datenvergleich

Die vorliegenden Daten wurden im Allgemeinen mit denen internationaler Studien verglichen. Um jedoch generalisierte Aussagen über die an der Grazer Universitätsklinik für Gastroenterologie und Hepatologie auftretenden PEG-Komplikationen tätigen zu können, wurden die Ergebnisse dieser Arbeit in Beziehung zu einer bereits bestehenden Datenanalyse - dieselbe Thematik behandelnde - Vorgängerarbeit gesetzt und gegenübergestellt (134). In Bezug auf demografische Daten erhielten von 2013-2016 77 Frauen und 281 Männer, gegenüber 2017-2019 64 Frauen und 185 Männer eine PEG-Anlage im Grazer Landeskrankenhaus. Die weiteren Basischarakteristika stimmen weitgehend überein und sind Tabelle 8 zu entnehmen. Auch im internationalen Vergleich ergibt sich eine Kongruenz hinsichtlich der Zusammensetzung des PatientInnenkollektivs mit Indikation zur PEG-Sondenimplantation (29),(31).

Basischarakteristika	2013-2016 (n=358)	2017-2019 (n=249)
Mittleres Alter in Jahren	63.6	63.5
Geschlecht (weiblich/männlich)	21.5% / 78.5%	25.7% / 74.3%
Mittlerer BMI in kg/m ²	24.2	24.5

Tabelle 8: Gegenüberstellung der Basischarakteristika der beiden PatientInnenkohorten des LKH-Graz (2013-2016 und 2017-2019) mit Indikation zur PEG-Anlage

Die Erfolgsrate der PEG-Anlage variiert von 76%-100%, liegt jedoch meist - auch dem Resultat dieser (98,8%) und der Vorgängerarbeit (99,2%) entsprechend - über 95% (61),(135). Innerhalb des Grazer Universitätsklinikums zeigen die Indikationen zur PEG-Anlage eine Zunahme bei Kopf-Hals-Tumoren (HNC) und einen Rückgang in der Kategorie „Neurologische Erkrankungen und psychomotorische Retardierung“ (NDPR), sowie „Zerebrovaskuläre Erkrankungen“ (CVD). Die verringerte Anzahl der PEG-Sondenimplantationen bei kognitiv beeinträchtigten Patientinnen könnte sich im zunehmenden Einfluss ethischer Grundprinzipien und einer dadurch womöglich zurückhaltenderen Entscheidungsfindung widerspiegeln. Auch ErwachsenenvertreterInnen, welche unter Umständen die körperliche Integrität der zu vertretenden Person aufrechtzuerhalten versuchen, sowie die Assoziation der PEG mit „End-of-Life-Care“ könnte eine Rolle spielen (29).

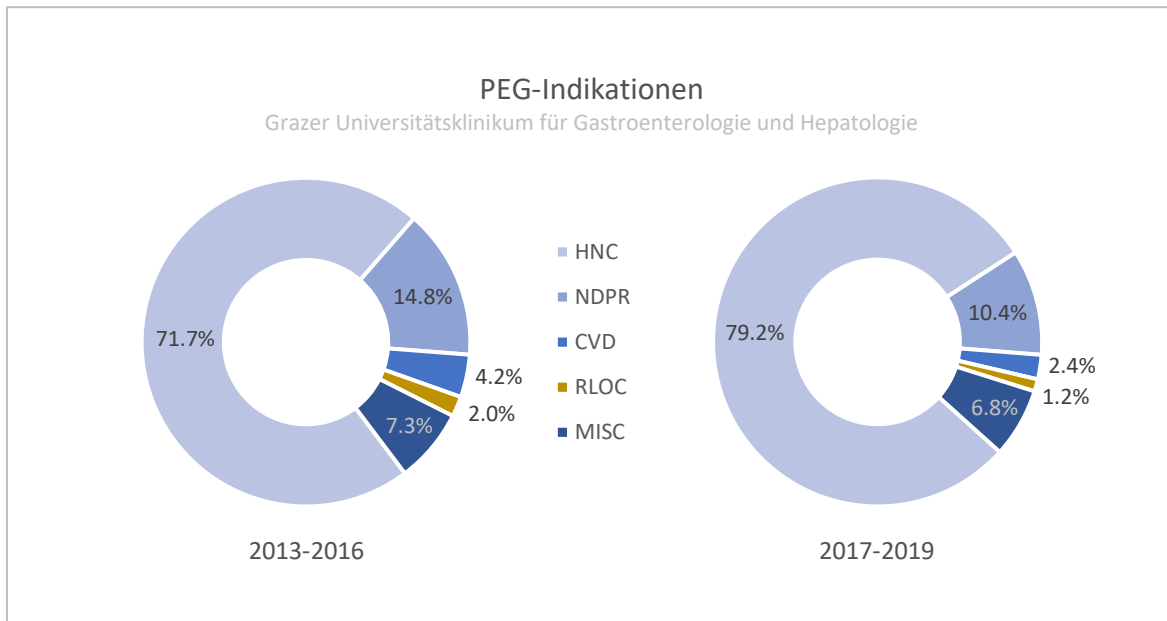


Abbildung 12: Indikationen zur PEG-Anlage am Grazer Universitätsklinikum in den Jahren 2013-2016 verglichen mit 2017-2019

Die beiden, im Zeitraum von 2013-2019, beobachteten Hauptindikationen zur PEG-Anlage am LKH Graz - Kopf-Hals-Tumoren und neurologische Erkrankungen - gehen mit den Ursachen zur Sondenanlage anderer Studien konform. (136),(137),(138). In der Fachliteratur lassen sich Gesamtkomplikationsraten von 13.2-42.9% (151), kategorisiert in Minor- und Minor Komplikationen, mit einer Häufigkeit von 13-40% (61) und 1-10% (135),(139) auftretend finden.

Die Komplikationsraten der Grazer Universitätsklinik für Gastroenterologie und Hepatologie liegen, wie in Abbildung 13 präsentiert, innerhalb dieser Grenzen. Die Kategorie der Minor Komplikationen genauer beleuchtet, ergibt sich jedoch, wie in Abbildung 14 sichtbar, eine Diskrepanz bezüglich der peristomalen Sekretion. Der in dieser Arbeit vorliegende Wert von 11.2%, ist nicht nur, verglichen mit Inzidenzraten internationaler Studien (1-2%, 5%, und 7.2%), sondern auch gegenüber Bellmanns Ergebnis (8.1%) erhöht (61),(114),(134),(140). Die hohe Abweichung könnte vor allem die niedrigsten - in der Literatur zu findenden - Inzidenzraten betreffend, auf eine lückenhafte Dokumentation peristomaler Sekretion zurückzuführen sein und sich personenabhängig, durch unterschiedliche Definition und Interpretation dieser Komplikation ergeben. Zudem werden kutane Infektionen rund um das Stoma nie sicher von systemischen Grunderkrankungen abgegrenzt. Eine von Jain et al. entwickelte Klassifikation zur objektiven Beurteilung peristomal entzündlicher Hautreaktionen hat sich in klinischer

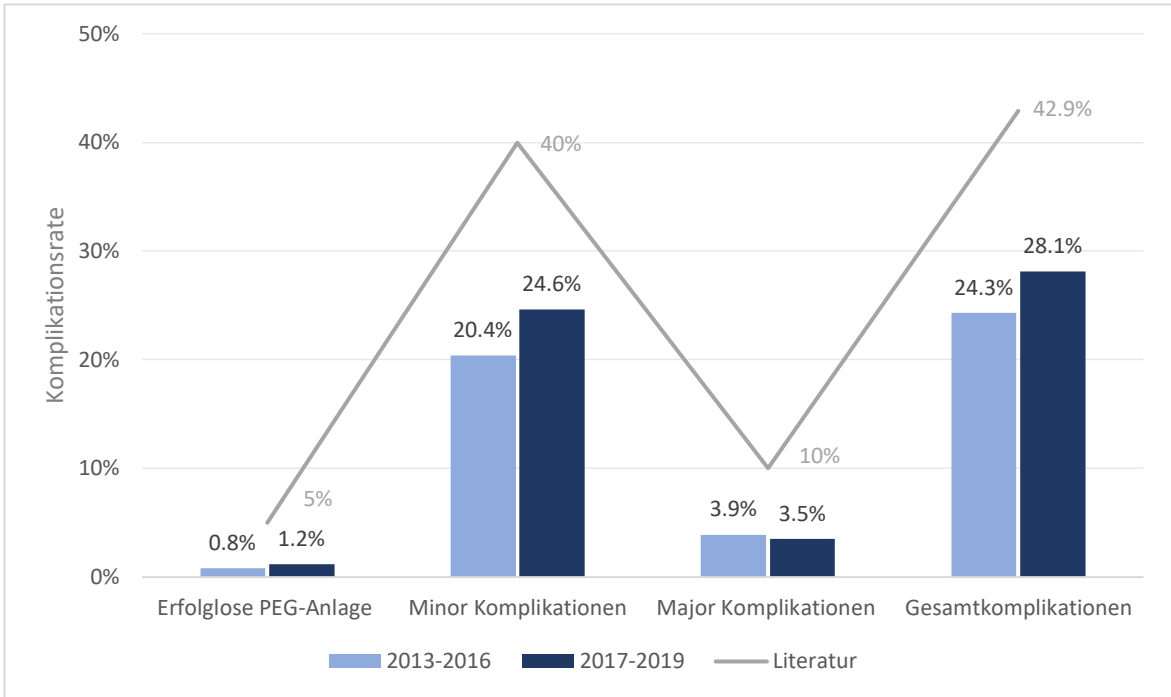


Abbildung 13: PEG-Anlage Erfolgs-, sowie Komplikationsraten am Grazer Landeskrankenhaus im internationalen Vergleich

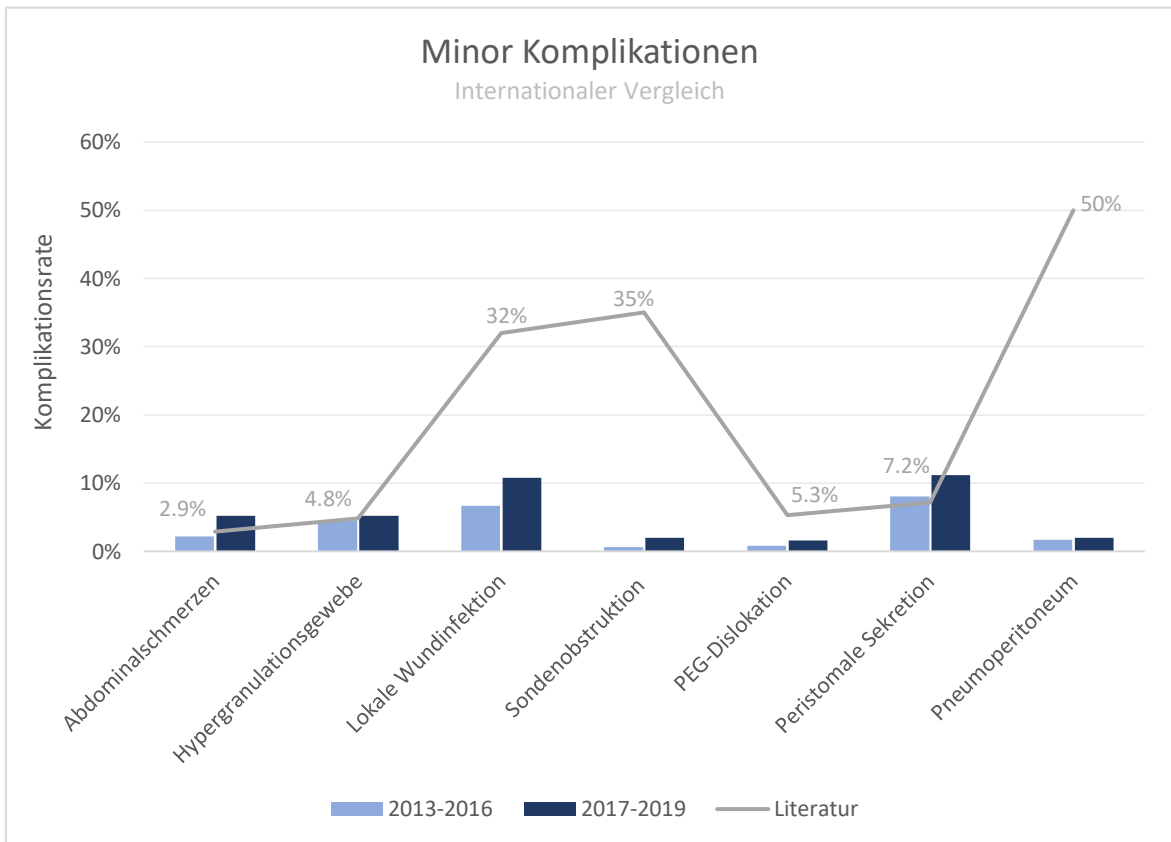


Abbildung 14: Gegenüberstellung der Inzidenzraten einzelner Minor Komplikationen am LKH Graz

Anwendung nur bedingt durchgesetzt, das womöglich auf zu geringe Praktikabilität zurückzuführen ist (141),(142). Ebenso ist die hier beobachtete abdominelle Schmerzrate von 5.2% gegenüber Literaturangaben (2.9%) und der Vorgängerarbeit (2.2%) erhöht (87),(134). Die weiteren Minor Komplikationen: Hypergranulationsgewebe, Lokale Wundinfektion, Sondenobstruktion, PEG-Dislokation und Pneumoperitoneum liegen innerhalb der Bereiche der genannten Quellen (2),(61),(114).

Im Hinblick auf die einzelnen Major Komplikationen am Grazer Universitätsklinikum liegen, verglichen mit jenen der Fachliteratur kongruente bzw. niedrigere Inzidenzraten vor. (104),(114),(118),(119),(143).

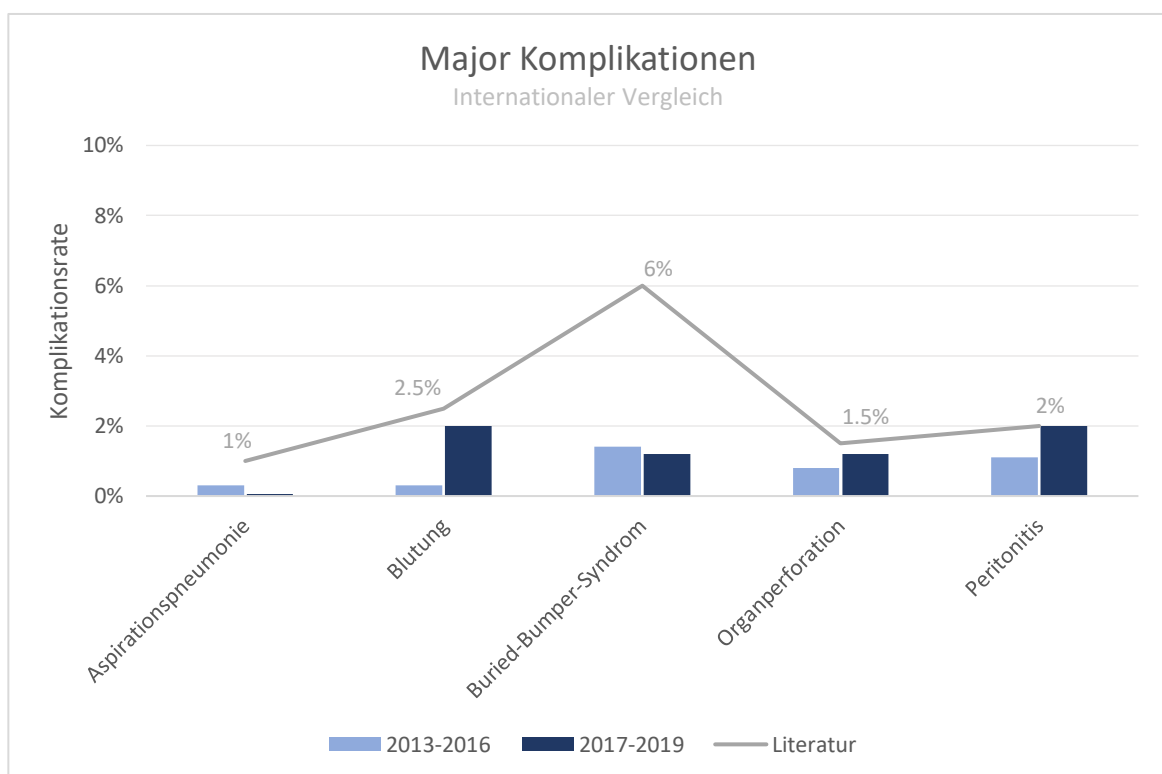


Abbildung 15: Gegenüberstellung der Inzidenzraten einzelner Major Komplikationen an der Universitätsklinik für Gastroenterologie und Hepatologie und Major Komplikationsraten aus fachliterarischen Quellen

In seiner im Jahr 2019 abgeschlossenen Analyse berichtete Bellmann, dass im beobachteten Zeitraum von Januar 2013 bis Dezember 2016 insgesamt 109 PEG-assoziierte Komplikationen bei 87 (24.3%) von 358 PatientInnen, geteilt in 20.4% Minor- und 3.9% Major Komplikationen im LKH Graz auftraten. Im Vergleich dazu liegt die Gesamtkomplikationsrate dieser Datenanalyse bei 28.1%, wodurch sich eine Erhöhung um 3,8% ergibt. Im Falle der Studie Bellmanns traten 1.3 Komplikationen pro

betroffener/betroffenem Patientin/Patienten und im Falle dieser Arbeit 1.6 Komplikationen pro betroffener/betroffenem Patientin/Patienten auf. 95 der 109 Gesamtkomplikationen (20.4%) ließen sich in Bellmanns Studie der Kategorie „Minor Komplikation“ zuteilen, im Unterschied zu dieser vorliegenden Arbeit mit 99 Minor- (24.6%) von insgesamt 113 PEG-Komplikationen. Gegenüber dem Zeitraum von 2013-2016 (2.2%), ergab sich bei der

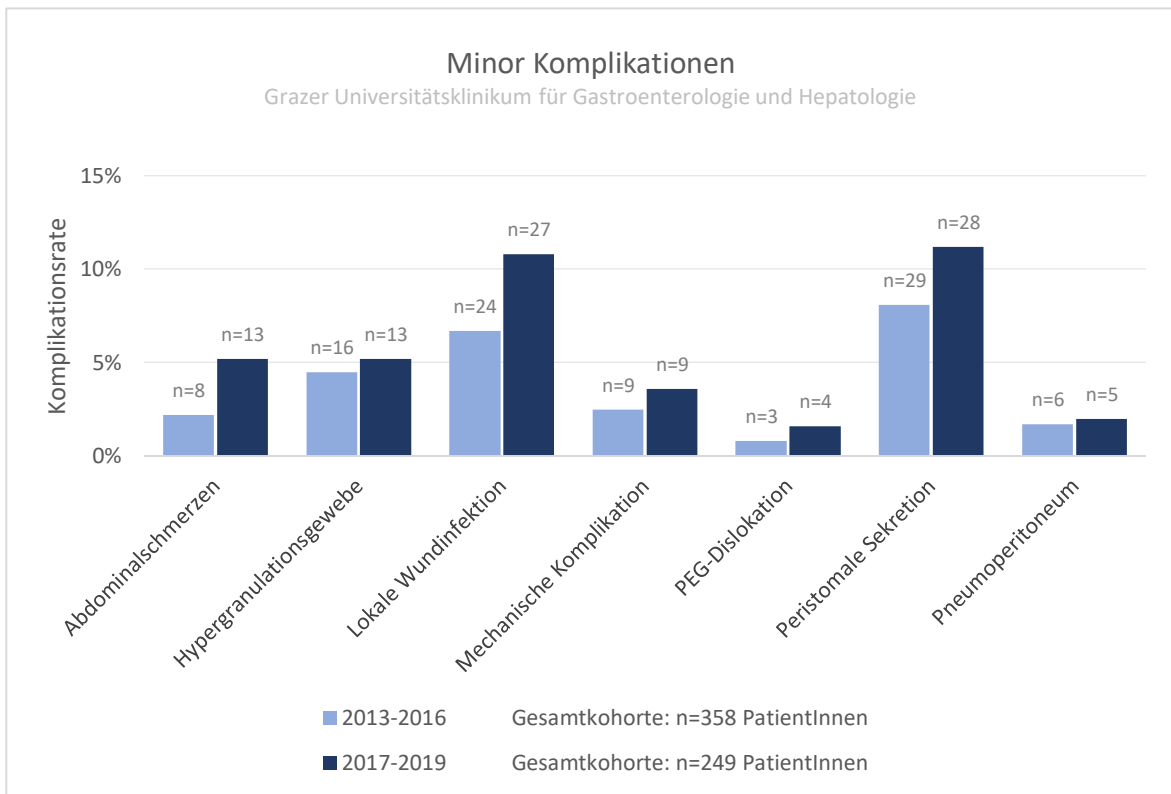


Abbildung 16: Darstellung der Anzahl an PEG-assoziierten Minor Komplikationen an der Grazer Universitätsklinik von 2013-2016 sowie 2017-2019

Datenauswertung der darauffolgenden Jahre (2017-2019) eine mehr als doppelt so hohe abdominelle Schmerzrate (5.2%). Diese Zunahme lässt sich jedoch schwer interpretieren, da Schmerzen eine subjektive Empfindung darstellen und die Schmerztoleranzgrenze individuell unterschiedlich ausgeprägt ist. Hinsichtlich schwerwiegenderer Komplikationen traten in Bellmanns retrospektiver Analyse 14 Major- (3.9%) von insgesamt 109 Komplikationen, in dieser Datenauswertung ebenso 14 Major Komplikationen (3.5%) jedoch bei insgesamt 113-PEG-assoziierten Komplikationen auf. Ein Unterschied ergab sich in der Blutungshäufigkeit mit einer Rate von 0.3% in den Jahren von 2013-2016 und 2.0% von 2017-2019. Die Hämorrhagien lassen sich nicht auf eine verlängerte Thromboplastinzeit zurückführen, da die INR-Werte der PatientInnen zum Zeitpunkt des Auftretens der

jeweiligen Blutung im Normbereich lagen. Die verzeichneten Blutungen kamen jedoch ausschließlich bei TumorpatientInnen vor, woraus sich ein Zusammenhang zwischen erhöhter Vulnerabilität des Gewebes, schlechterer Wundheilung und aggressiven Behandlungsverfahren ergeben könnte.

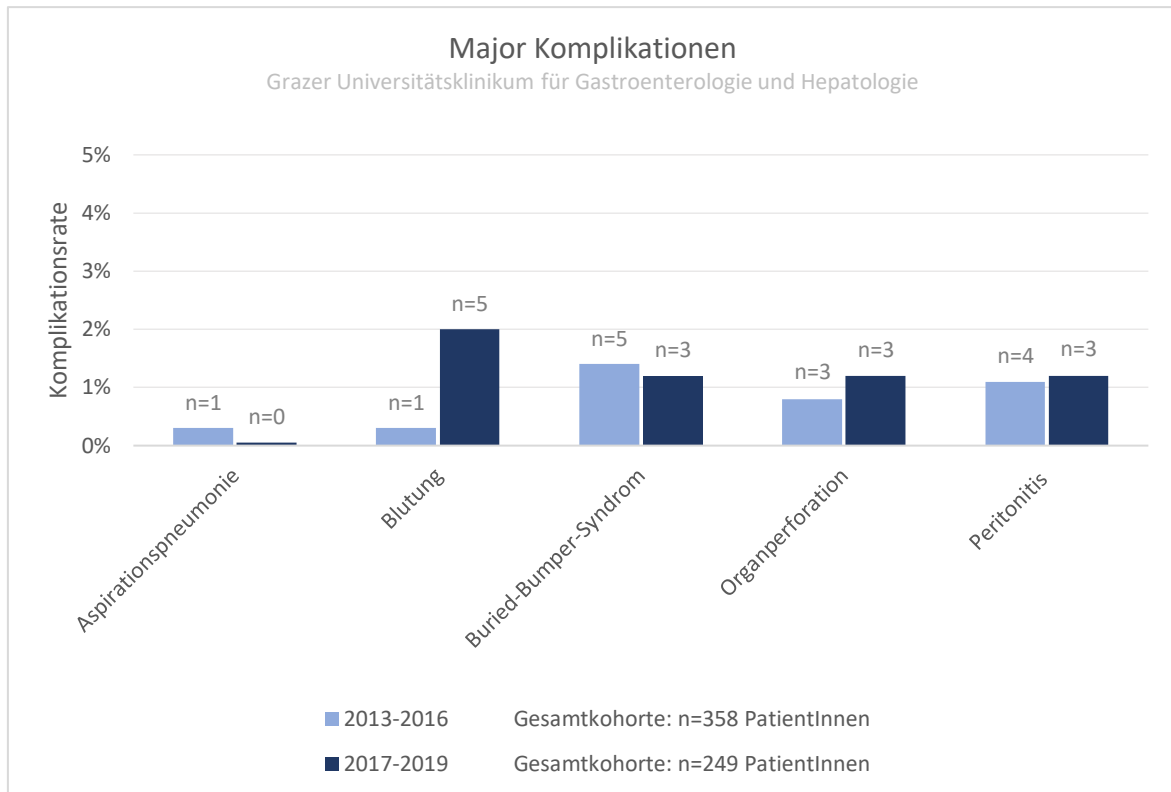


Abbildung 17: Darstellung der Anzahl an PEG-assoziierten Major Komplikationen an der Grazer Universitätsklinik von 2013-2016 sowie 2017-2019

Die Korrelationsanalysen, betreffend das Alter der PatientInnen, einer präinterventionell applizierten Antibiose und dem CCI-Score der PatientInnen, jeweils verglichen mit den aufgetretenen Komplikationen, ergaben weder in der Vorgängerstudie noch in dieser Arbeit einen statistisch signifikanten Zusammenhang. Da jedoch die Verabreichung einer Antibiose nur lückenhaft dokumentiert wurde, müssen diese Ergebnisse unter Vorbehalt interpretiert werden.

Die 30-Tage-Mortalität nach PEG-Anlage dieser Arbeit stimmte mit 2.4%, gegenüber den während der Literaturrecherche gefundenen Raten von 2.4%, 9-10% und 22-23.9% überein bzw. war im unteren Bereich dieser einzuordnen (17),(38),(136),(144). Der Trend zur Zunahme der Post-PEG-Mortalitätsraten konnte, wie Chang et al. berichteten, somit nicht bestätigt werden (29).

4.2 Conclusio

„Do not let your patients starve and when you offer them nutrition support, do so by the safest, most simplest, effective route“ (145). Die PEG-Sonde wird heute, unter anderem aufgrund ihres schnellen und sicheren Anlageprozesses, durch Reduzierung von Kosten und Verkürzung der Hospitalisierungsdauer, sowie angesichts ihrer immunologischen und ernährungsphysiologischen Vorteile gegenüber einer parenteralen Nahrungszufuhr zur mittel- bis langfristigen Ernährung präferiert (128),(135).

Die Hauptindikation zur PEG-Anlage am Grazer Landeskrankenhaus stellen nach wie vor Kopf-Hals-Tumor-PatientInnen. Dies ist nicht überraschend, sind doch 25-50% dieser PatientInnen bereits bei klinischer Präsentation, durch verminderte Schluckfunktion und häufig zusätzlichem Nikotin- und Alkoholabusus unterernährt. Die Tubenimplantation gilt hierbei als effizientes Tool zur Sicherstellung einer adäquaten Nutrition, verringert zudem Behandlungsunterbrechungen und Rehospitalisierungsraten, sollte jedoch schon frühzeitig durchgeführt werden (87),(88),(146).

Der postinterventionelle Verlauf nach PEG-Anlage ist oftmals komplikationsbehaftet, wobei dies durch häufigeres Auftreten von Minor- gegenüber Major Komplikationen und durch die in den meisten Fällen gegebene Möglichkeit einer Behandlung dieser im ambulanten Setting relativiert werden muss. Inhomogene Komplikationsraten gegenüber Literaturangaben könnten sich am Beispiel der peristomalen Sekretion und der Wundinfektion durch das Fehlen einheitlicher Definitionen ergeben. Wie bereits demonstriert, unterscheidet sich die Gesamtheit der Komplikationsraten an der Grazer Universitätsklinik für Hepatologie und Gastroenterologie jedoch nicht wesentlich von denen internationaler Studien.

Für eine komplikationsfreie PEG-Anwendung erscheint es aber unerlässlich, dass sowohl die PatientInnen als auch das Pflegepersonal detailliert in eine penible Sondenhygiene eingewiesen werden und diese einhalten. Zudem könnte sich eine regelmäßige Kontrolle durch den weiterbehandelnden Hausarzt/die weiterbehandelnde Hausärztin oder einen mobilen Betreuungsdienst als äußerst hilfreich erweisen.

Die Zunahme von chronischen Erkrankungen und die Vielfalt an innovativen Therapieformen führen zu steigender Lebenserwartung mit entsprechend längerer Pflegebedürftigkeit. Fortgeschrittenes Alter und ein hoher CCI-Score sollten deshalb keine Ausschlusskriterien zur PEG-Anlage darstellen, verlangen jedoch, unter Berücksichtigung der individuell-klinischen Gesamtsituation und der Autonomie jeder einzelnen Patientin/jedes einzelnen Patienten, eine sorgfältige Evaluierung bezüglich deren Erfordernis.

5 Literaturverzeichnis

1. Ponsky JL. The Development of PEG: How it was. *Journal of Interventional Gastroenterology*. 2011;1(2):88–9.
2. Rosenberger LH, Newhook T, Schirmer B. Late accidental dislodgement of a percutaneous endoscopic gastrostomy tube: an underestimated burden on patients and the health care system. *Surgical Endoscopy*. 2011;25(10):3307–11.
3. Reinberg O, Roessingh A de B, Maurer SV, Nydegger A. Gastrostomie, PEG, Sonden und Knöpfe: Nicht mehr verwechseln und korrekt handhaben. 2008;19(4):4.
4. Fazio VW, Church JM, Wu JS, Herausgeber. *Atlas of intestinal stomas*. New York: Springer; 2012. 177–80 S.
5. Banerjee B. *Nutritional management of digestive disorders*. Boca Raton, FL: CRC Press; 2011.
6. Minard G. The History of Surgically Placed Feeding Tubes. *Nutr Clin Pract*. Dezember 2006;21(6):626–33.
7. Holle F. *Spezielle Magenchirurgie*. Springer-Verlag; 2013. 1011 S.
8. Prosser B. Common issues in PEG tubes—what every fellow should know. *Gastrointestinal Endoscopy*. 2006;64(6):970–2.
9. Pearce C, Duncan H. Enteral feeding. Nasogastric, nasojejunal, percutaneous endoscopic gastrostomy, or jejunostomy: its indications and limitations. *Postgraduate Medical Journal*. 2002;78(918):198–204.
10. Gomes Jr CA, Andriolo RB, Bennett C. Percutaneous endoscopic gastrostomy versus nasogastric tube feeding for adults with swallowing disturbances. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2015;
11. Rahnamai-Azar AA. Percutaneous endoscopic gastrostomy: Indications, technique, complications and management. *WJG*. 2014;20(24):7739.
12. Brandt CP, Mittendorf EA. Endoscopic placement of nasojejunal feeding tubes in ICU patients. *Surg Endosc*. Dezember 1999;13(12):1211–4.
13. Van Aken H, Reinhart K, Welte T, Herausgeber. *Intensivmedizin*. 3., vollst. überarb. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2014. 1172 S.
14. Dormann AJ, Huchzermeyer H. Endoscopic Techniques for Enteral Nutrition: Standards and Innovations. *Dig Dis*. 2002;20(2):145–53.
15. Margulies A, Kroner T, Gaisser A, Bachmann-Mettler I, Herausgeber. *Onkologische Krankenpflege*. 6., aktualisierte und überarbeitete Auflage. Berlin: Springer; 2017. 793 S.
16. Caspary WF, Mössner J, Stein J, Herausgeber. *Therapie gastroenterologischer Krankheiten*. Springer; 2005. 585, 676 S.
17. Vujasinovic M, Ingre C, Baldaque Silva F. Complications and outcome of percutaneous endoscopic gastrostomy in a high-volume centre. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*. 2019;54(4):513–8.
18. Caulfield KA, Page CP, Pestana C. Technique for Intraduodenal Placement of Transnasal Enteral Feeding Catheters. *Nutr Clin Pract*. Februar 1991;6(1):23–6.
19. Gerritsen A, van der Poel MJ, de Rooij T, Molenaar IQ, Bergman JJ, Busch OR, u. a. Systematic review on bedside electromagnetic-guided, endoscopic, and fluoroscopic placement of nasoenteral feeding tubes. *Gastrointest Endosc*. April 2015;81(4):836-847.e2.
20. Weimann A, Schütz T, Ohlrich-Hahn S, Fedders M, Grünewald G, ecomed Verlagsgesellschaft. *Ernährungsmedizin, Ernährungsmanagement, Ernährungstherapie: interdisziplinärer Praxisleitfaden für die klinische Ernährung*. 2019. S. 232.
21. Hirner A, Weise K, Ziegler M, Herausgeber. *Chirurgie: Schnitt für Schnitt*. Stuttgart: Thieme; 2004. S.112-3.

22. Wireko BM, Bowling T. Enteral tube feeding. *Clin Med (Lond)*. Dezember 2010;10(6):616–9.
23. Scott R, Bowling T. Enteral tube feeding in adults. *J R Coll Physicians Edinb*. 2015;45(1):49–54.
24. Montecalvo MA, Kathleen A, Steger, Farber HW, Smith BF, Dennis RC, Fitzpatrick GF, u. a. Nutritional outcome and pneumonia in critical care patients randomized to gastric versus jejunal tube feedings: *Critical Care Medicine*. Oktober 1992;20(10):1377–87.
25. Löser C, Arends J, Herausgeber. *Unter- und Mangelernährung: Klinik - moderne Therapiestrategien - Budgetrelevanz*. 1. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2011. 123–30 S.
26. Stoll-Salzer E, Wiesinger G. *Stoma- und Kontinenzberatung: Grundlagen und Praxis*. 2., aktualisierte und erw. Aufl. Stuttgart New York, NY: Thieme; 2012. 31–33, 113–17, 124–25 S.
27. Lim A, Schoeman M, Nguyen N. Long-term outcomes of direct percutaneous endoscopic jejunostomy: a 10-year cohort. *Endosc Int Open*. 15. September 2015;03(06):E610–4.
28. Krones E, Zollner G, Petritsch W. Knotting of Percutaneous Endoscopic Jejunostomy Feeding Tubes in Two Patients with Parkinson's Disease and Continuous Duodopa® treatment. *Z Gastroenterol*. Februar 2012;50(02):213–6.
29. Chang W-K, Lin K-T, Tsai C-L. Trends regarding percutaneous endoscopic gastrostomy. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95(24).
30. Chang W-K, Hsieh T-Y. Safety of percutaneous endoscopic gastrostomy in high-risk patients. 2013;28(S4):118–22.
31. Bartholomeyczik S, Dinand C, Herausgeber. *Entscheidungsfindung zur PEG-Sonde bei alten Menschen: Problemlagen und Entscheidungshilfe*. Mabuse-Verl; 2012. 11–3 S.
32. Denzer U, Beilenhoff U, Eickhoff A, Faiss S, Hüttl P, Smitten S, u. a. S2k-Leitlinie Qualitätsanforderungen in der gastrointestinalen Endoskopie, AWMF Register Nr. 021–022. *Z Gastroenterol*. 19. Januar 2016;53(12):E1–227.
33. Hubert-Fehler A, Hollmann A. Ernährung durch eine Magensonde (PEG) - Eine Entscheidung mit rechtlichen Konsequenzen. *Deutsches Ärzteblatt* 95, Heft 14, 3. 1998;A-805-8.
34. Löser C, Behrens R, Herausgeber. *Praxis der enteralen Ernährung: Indikationen - Technik - Nachsorge*. Stuttgart: Thieme; 2001. 57–66, 126–131, 133–135, 248 S.
35. Löser C, Aschl G, Hébuterne X. Consensus Statement; ESPEN guidelines on Artificial enteral nutrition - percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG). *Clinical Nutrition*. Oktober 2005;24(5):848–61.
36. Richter-Schrag H-J, Richter S, Ruthmann O, Olschewski M, Hopt UT, Fischer A. Risk factors and complications following percutaneous endoscopic gastrostomy: A case series of 1041 patients. *Can J Gastroenterol*. April 2011;25(4):201–6.
37. Ruthmann O, Seitz A, Richter S, Marjanovic G, Olschewski M, Hopt UT, u. a. Perkutane endoskopische Gastrostomie: Komplikationen mit und ohne Antikoagulation. *Chirurg*. März 2010;81(3):247–54.
38. C L, Jp I, Jw K. Risk factors for complications and mortality of percutaneous endoscopic gastrostomy: a multicenter, retrospective study. *Surg Endosc*. 2013;27(10):3806–15.
39. Veitch A, Vanbiervliet G, Gershlick A, Boustiere C, Baglin T, Smith L-A, u. a. Endoscopy in patients on antiplatelet or anticoagulant therapy, including direct oral anticoagulants: British Society of Gastroenterology (BSG) and European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) guidelines. *Endoscopy*. 18. Februar 2016;48(04):385–402.

40. Endoskopische Anlage von Sonden-systemen (PEG-/PEJ-Sonde) für die enterale Ernährung. *Dtsch med Wochenschr.* 28. April 2004;126(07):191–2.
41. Khashab MA, Chithadi KV, Acosta RD, Bruining DH, Chandrasekhara V, Eloubeidi MA, u. a. Antibiotic prophylaxis for GI endoscopy. *Gastrointestinal Endoscopy.* Januar 2015;81(1):81–9.
42. Rosien U, Gaus A, Jung M. Empfehlungen zur Antibiotikaphylaxe bei gastrointestinalen Endoskopien. *Z Gastroenterol.* November 2011;49(11):1493–9.
43. Blomberg J, Lagergren P, Martin L, Mattsson F, Lagergren J. Novel approach to antibiotic prophylaxis in percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG): randomised controlled trial. *BMJ.* 2. Juli 2010;341:c3115.
44. Rosenbaum A, Riemann JF, Schilling D. Die perkutane endoskopische Gastrostomie (PEG). *Dtsch Med Wochenschr.* :5.
45. Horiuchi A. Effectiveness of outpatient percutaneous endoscopic gastrostomy replacement using esophagogastroduodenoscopy and propofol sedation. *WJGE.* 2012;4(2):45.
46. Vudayagiri L, Gemma R. Percutaneous Endoscopic Gastrostomy (PEG) Tube. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535371/>. 2020.
47. Gottschalk U, Herausgeber. Thiemes Endoskopieassistenz. Stuttgart: Thieme; 2009. 167–185 S.
48. Frühmorgen P. Gastroenterologische Endoskopie Ein Leitfadens zur Diagnostik und Therapie. Berlin: Springer Berlin; 2013. 217–22 S.
49. Lyon SM, Pascoe DM. Percutaneous Gastrostomy and Gastrojejunostomy. *Semin intervent Radiol.* 2004;21(03):181–9.
50. Lucendo AJ, Frigal-Ruiz AB. Percutaneous endoscopic gastrostomy: An update on its indications, management, complications, and care. *Rev Esp Enferm Dig.* Dezember 2014;106(8):529–39.
51. Principles of flexible endoscopy for surgeons. New York: Springer; 2013. 119–29 S.
52. Keymling M, Schlee P, Wörner W. Die perkutane endoskopisch kontrollierte Gastrostomie. *Dtsch med Wochenschr.* 25. März 2008;112(05):182–3.
53. Hogan RB, DeMarco DC, Hamilton JK, Walker CO, Polter DE. Percutaneous endoscopic gastrostomy—to push or pull. *Gastrointestinal Endoscopy.* August 1986;32(4):253–8.
54. Codullo V, Cereda E, Crepaldi G, Cappello S, Montecucco C, Caccialanza R, u. a. Disease-related malnutrition in systemic sclerosis: evidences and implications. *Clin Exp Rheumatol.* August 2015;33(4 Suppl 91):S190-194.
55. Dormann AJ, Wejda B, Kahl S, Huchzermeyer H, Ebert MP, Malfertheiner P. Long-term results with a new introducer method with gastropexy for percutaneous endoscopic gastrostomy. *Am J Gastroenterol.* Juni 2006;101(6):1229–34.
56. Köhler G, Kalcher V, Koch OO, Luketina R-R, Emmanuel K, Spaun G. Comparison of 231 patients receiving either „pull-through“ or „push“ percutaneous endoscopic gastrostomy. *Surg Endosc.* Januar 2015;29(1):170–5.
57. Currie BM, Getrajdman GI, Covey AM, Alago W, Erinjeri JP, Maybody M, u. a. Push versus pull gastrostomy in cancer patients: A single center retrospective analysis of complications and technical success rates. *Diagn Interv Imaging.* September 2018;99(9):547–53.
58. Retes FA, Kawaguti FS, de Lima MS. Comparison of the pull and introducer percutaneous endoscopic gastrostomy techniques in patients with head and neck cancer. *United European Gastroenterology Journal.* 2017;5(3):365–73.

59. Giordano-Nappi JH, Maluf-Filho F, Ishioka S, Hondo FY, Matuguma SE, Simas de Lima M, u. a. A new large-caliber trocar for percutaneous endoscopic gastrostomy by the introducer technique in head and neck cancer patients. *Endoscopy*. September 2011;43(9):752–8.
60. Foster JM, Filocamo P, Nava H. The introducer technique is the optimal method for placing percutaneous endoscopic gastrostomy tubes in head and neck cancer patients. *Surg Endosc*. 2007;21(6):897–901.
61. Blumenstein I, Shastri YM, Stein J. Gastroenteric tube feeding: Techniques, problems and solutions. *World J Gastroenterol*. 14. Juli 2014;20(26):8505–24.
62. Jung M, Harz C, Pimentel F. Perkutane endoskopische Gastrostomie. *Dtsch med Wochenschr*. 25. März 2008;116(27):1063–8.
63. Classen M, Axon ATR, Herausgeber. *Gastroenterologische Endoskopie: das Referenzwerk zur endoskopischen Diagnostik und Therapie*. Stuttgart: Thieme; 2004. 417 S.
64. Rollnik JD, Herausgeber. *Die neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitation*. Berlin Heidelberg: Springer; 2013. 194 S.
65. Wirth R, Dziewas R, Jäger M. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM) in Zusammenarbeit mit der GESKES, der AKE, der DGN und der DGG. *Aktuel Ernährungsmed*. 18. Juli 2013;38(04):e49–89.
66. Alagiakrishnan K, Bhanji RA, Kurian M. Evaluation and management of oropharyngeal dysphagia in different types of dementia: A systematic review. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. Januar 2013;56(1):1–9.
67. Bliss DZ. Tube Feeding in Patients with Advanced Dementia: A Review of the Evidence. *Nutr Clin Pract*. August 2000;15(4):204–5.
68. Synofzik M. PEG-Ernährung bei fortgeschrittener Demenz: Eine evidenzgestützte ethische Analyse. *Nervenarzt*. April 2007;78(4):418–28.
69. Ayman AR, Khoury T, Cohen J, Chen S, Yaari S, Daher S, u. a. PEG Insertion in Patients With Dementia Does Not Improve Nutritional Status and Has Worse Outcomes as Compared With PEG Insertion for Other Indications: *Journal of Clinical Gastroenterology*. 2017;51(5):417–20.
70. Kruse A, Misiewicz J, Rokkas T, Hammer H, Niv Y, Allison M, u. a. Recommendations of the ESGE Workshop on the Ethics of Percutaneous Endoscopic Gastrostomy (PEG) Placement for Nutritional Support. *Endoscopy*. 20. August 2003;35(09):778–80.
71. Jost WH. Gastrointestinal dysfunction in Parkinson's Disease. *Journal of the Neurological Sciences*. 2010;289(1–2):69–73.
72. Miller N, Noble E, Jones D, Burn D. Hard to swallow: dysphagia in Parkinson's disease. *Age and Ageing*. 1. November 2006;35(6):614–8.
73. Coates C, Bakheit AMO. Dysphagia in Parkinson's Disease. *Eur Neurol*. 1997;38(1):49–52.
74. Johnston BT, Li Q, Castell JA, Castell DO. Swallowing and esophageal function in Parkinson's disease. *Am J Gastroenterol*. Oktober 1995;90(10):1741–6.
75. Monte FS, da Silva-Júnior FP, Braga-Neto P, Nobre e Souza MÂ, Sales de Bruin VM. Swallowing abnormalities and dyskinesia in Parkinson's disease: Swallowing Abnormalities and Dyskinesia in PD. *Mov Disord*. April 2005;20(4):457–62.
76. Fasano A, Visanji NP, Liu LWC, Lang AE, Pfeiffer RF. Gastrointestinal dysfunction in Parkinson's disease. *The Lancet Neurology*. Juni 2015;14(6):625–39.
77. Umemoto G, Furuya H. Management of Dysphagia in Patients with Parkinson's Disease and Related Disorders. *Intern Med*. 1. Januar 2020;59(1):7–14.

78. Scheppach W, Reißmann N, Pfau M, Molitor H. Direktpunktions-PEJ zur kontinuierlichen jejunalen DuoDopa®-Applikation bei Patienten mit fortgeschrittener Parkinson-Krankheit. *Z Gastroenterol.* 14. September 2015;53(09):s-0035-1558906.
79. Warnecke T, Dziewas R. Neurogene Dysphagien: Diagnostik und Therapie. 2., erweiterte und überarbeitete Auflage. Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer; 2018. 21, 148–56 S.
80. Carbó Perseguer J, Madejón Seiz A, Romero Portales M, Martínez Hernández J, Mora Pardina JS, García-Samaniego J. La gastrostomía endoscópica percutánea en pacientes diagnosticados de esclerosis lateral amiotrófica: mortalidad y complicaciones. *Neurología.* November 2019;34(9):582–8.
81. Czell D, Bauer M, Binek J, Schoch OD, Weber M. Outcomes of Percutaneous Endoscopic Gastrostomy Tube Insertion in Respiratory Impaired Amyotrophic Lateral Sclerosis Patients Under Noninvasive Ventilation. *Respiratory Care.* 2013;58(5):838–44.
82. Knoblauch A, Fitting J, Gugger M. Atemprobleme bei Patienten mit amyotropher Lateralsklerose: Therapeutische Optionen. *Swiss Medical Forum – Schweizerisches Medizin-Forum.* 2001;
83. Lang K, ElShafie RA, Akbaba S, Koschny R, Bougatf N, Bernhardt D, u. a. Percutaneous Endoscopic Gastrostomy Tube Placement in Patients with Head and Neck Cancer Treated with Radiotherapy. *CMAR.* Januar 2020;Volume 12:127–36.
84. Dysphagia Section, Oral Care Study Group, Multinational Association of Supportive Care in Cancer (MASCC)/International Society of Oral Oncology (ISOO), Raber-Durlacher JE, Brennan MT, Verdonck-de Leeuw IM, Gibson RJ, Eilers JG, u. a. Swallowing dysfunction in cancer patients. *Support Care Cancer.* März 2012;20(3):433–43.
85. Cidon EU. Chemotherapy induced oral mucositis: prevention is possible. *Chinese Clinical Oncology.* 3. November 2017;7(1):6.
86. Couch M, Lai V, Cannon T, Guttridge D, Zanation A, George J, u. a. Cancer cachexia syndrome in head and neck cancer patients: Part I. Diagnosis, impact on quality of life and survival, and treatment. *Head Neck.* April 2007;29(4):401–11.
87. De Souza e Mello GF, Lukashok HP, Meine GC. Outpatient percutaneous endoscopic gastrostomy in selected head and neck cancer patients. *Surgical Endoscopy.* 2009;23(7):1487–93.
88. Yanni A, Dequanter D, Lechien JR. Malnutrition in head and neck cancer patients: Impacts and indications of a prophylactic percutaneous endoscopic gastrostomy. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases.* 2019;136(3):S27–33.
89. Wiggenraad RGJ, Flierman L, Goossens A, Brand R, Verschuur HP, Croll GA, u. a. Prophylactic gastrostomy placement and early tube feeding may limit loss of weight during chemoradiotherapy for advanced head and neck cancer, a preliminary study: Prophylactic gastrostomy. *Clinical Otolaryngology.* 19. September 2007;32(5):384–90.
90. Durchschein F, Petritsch W, Hammer HF. Diet therapy for inflammatory bowel diseases: The established and the new. *World J Gastroenterol.* 21. Februar 2016;22(7):2179–94.
91. Day AS, Lopez RN. Exclusive enteral nutrition in children with Crohn's disease. *World J Gastroenterol.* 14. Juni 2015;21(22):6809–16.
92. Duncan H, Painesi A, Buchanan E, McGrogan P, Gerasimidis K, Walker G, u. a. Percutaneous endoscopic gastrostomy placement in paediatric Crohn's disease patients contributes to both improved nutrition and growth. *Acta Paediatr.* Juni 2018;107(6):1094–9.

93. Fernández-Bañares F, Cabré E, Esteve-Comas M, Gassull MA. How Effective Is Enteral Nutrition in Inducing Clinical Remission in Active Crohn's Disease? A Meta-Analysis of the Randomized Clinical Trials. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*. September 1995;19(5):356–64.
94. Kotler DP. Nutritional management of patients with AIDS-related anorexia. *Semin Gastrointest Dis*. Oktober 1998;9(4):189–99.
95. Crotty B, McDonald J, Mijch AM, Smallwood RA. Percutaneous endoscopic gastrostomy feeding in AIDS. *J Gastroenterol Hepatol*. April 1998;13(4):371–5.
96. Ockenga J, Süttmann U, Selberg O, Schlesinger A, Meier PN, Gebel M, u. a. Percutaneous endoscopic gastrostomy in AIDS and control patients: risks and outcome. *Am J Gastroenterol*. September 1996;91(9):1817–22.
97. Yen EH, Leonard AR, Herausgeber. *Nutrition in Cystic Fibrosis: A Guide for Clinicians*. Springer International Publishing; 2015. 126 S.
98. Marshall B, Faro A, Elbert A, Fink A. *Cystic Fibrosis Foundation Patient Registry - Annual Data Report*. 2018;36–45.
99. Collins S, Barrett J, Elston C. *Nutritional Management of Cystic Fibrosis - Second edition*. 2016;60.
100. Nikolaus T, Becker C, Oster P. *Klinische Geriatrie*. Springer Berlin; 2013. 352 S.
101. Vujasinovic M, Ingre C, Baldaque Silva F, Frederiksen F, Yu J, Elbe P. Complications and outcome of percutaneous endoscopic gastrostomy in a high-volume centre. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*. 3. April 2019;54(4):513–8.
102. Ahmad I, Mouncher A, Abdoolah A. Antibiotic prophylaxis for percutaneous endoscopic gastrostomy - a prospective, randomised, double-blind trial. 2003;209–15.
103. Hartig W, Adolph M. *Ernährungs- und Infusionstherapie: Standards für Klinik, Intensivstation und Ambulanz*. 8., vollst. neu überarb. Aufl. Thieme; 2004. 173–78, 184 S.
104. Schwab R, Germer C-T, Lang H. *Notfälle in der Allgemein- und Viszeralchirurgie: Kurze Wege zur Therapieentscheidung*. Springer; 2019. 208–9 S.
105. Preclik G, Grune S, Leser HG. Prospective, randomised, double blind trial of prophylaxis with single dose of co-amoxiclav before percutaneous endoscopic gastrostomy. 1999; Verfügbar unter: <http://www.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bmj.319.7214.881>
106. Saadeddin A, Freshwater DA, Fisher NC. Antibiotic prophylaxis for percutaneous endoscopic gastrostomy for non-malignant conditions: a double-blind prospective randomized controlled trial. September 2005;565–70.
107. Löser C, Keymling M. [Antibiotic Prophylaxis Before Percutaneous Endoscopic Gastrostomy (PEG Catheter)]. *Z Gastroenterol*. 2000;271–3.
108. Jafri NS, Mahid SS, Minor KS, Idstein SR, Hornung CA, Galandiuk S. Meta-analysis: antibiotic prophylaxis to prevent peristomal infection following percutaneous endoscopic gastrostomy. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*. 1. März 2007;25(6):647–56.
109. León AH, Hebal F, Stake C. Prevention of hypergranulation tissue after gastrostomy tube placement: A randomised controlled trial of hydrocolloid dressings. 2019;41–6.
110. Häussinger D, Albrecht U. *Gastroenterologie, Hepatologie, und Infektiologie: Kompendium und Praxisleitfaden*. De Gruyter; 2018. 155 S.
111. Warriner L, Spruce P. Managing overgranulation tissue around gastrostomy sites. :2.
112. Gal-or N, Gil T, Metanes I. Intralesional Cryosurgery for the Treatment of Severe Stoma Hypergranulation Following Percutaneous Endoscopic Gastrostomy.

113. Feil M. Dislodged Gastrostomy Tubes: Preventing a Potentially Fatal Complication. 2017;
114. Schrag SP, Sharma R, Jaik NP. Complications related to percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG) tubes. A comprehensive clinical review. *J Gastrointest Liver Dis.* 2007;407–18.
115. Shah J, Sunkara T, Yarlagadda KS. Gastric Outlet and Duodenal Obstruction as a Complication of Migrated Gastrostomy Tube: Report of Two Cases and Literature Review. *Gastroenterology Res.* 2018;71–4.
116. Güvenç B, Raşa K, Güvenç S. The presence of percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG)-related postprocedural pneumoperitoneum. 2009;E269–70.
117. Lee T-H, Lin J-T. Clinical manifestations and management of buried bumper syndrome in patients with percutaneous endoscopic gastrostomy. *Gastrointestinal Endoscopy.* 2008;580–4.
118. Turner P, Deakin M. Percutaneous endoscopic gastrostomy tube removal and replacement after “buried bumper syndrome”: the simple way. *Surgical Endoscopy.* 2009;1914–7.
119. Singh D, Laya AS, Vaidya OU. Risk of Bleeding After Percutaneous Endoscopic Gastrostomy (PEG). *Digestive Diseases and Sciences.* 2012;973–80.
120. Acosta RD, Abraham NS, Chandrasekhara V. The management of antithrombotic agents for patients undergoing GI endoscopy. *Gastrointestinal Endoscopy.* 2016;3–16.
121. MacLean AA, Miller G, Bamboat ZM. Abdominal wall necrotizing fasciitis from dislodged percutaneous endoscopic gastrostomy tubes: a case series. *The American Surgeon.* 2004;(9):827–31.
122. Said MRM, Rani RA. Abdominal wall necrotising fasciitis: A rare but devastating complication of the percutaneous endoscopic gastrostomy procedure. 2017;72(1):3.
123. Chang W-K, Huang H-H, Lin H-H, Tsai C-L. Percutaneous Endoscopic Gastrostomy versus Nasogastric Tube Feeding: Oropharyngeal Dysphagia Increases Risk for Pneumonia Requiring Hospital Admission. *Nutrients.* 2019;11(12).
124. R S, Ca N, Wh C. A National Inpatient Cost Estimate of Percutaneous Endoscopic Gastrostomy (PEG)-associated Aspiration Pneumonia. *The American journal of managed care.* 2000.
125. Dwolatzky T, Berezovski S, Friedmann R. A prospective comparison of the use of nasogastric and percutaneous endoscopic gastrostomy tubes for long-term enteral feeding in older people. *Clinical Nutrition.* 2001;20(6):535–40.
126. Finucane TE, Bynum JP. Use of tube feeding to prevent aspiration pneumonia. *Lancet.* 1996;348(9039):1421–4.
127. DiSario JA. Endoscopic approaches to enteral nutritional support. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology.* 2006;20(3):605–30.
128. Shah RD, Tariq N, Shanley C. Peritonitis from peg tube insertion in surgical intensive care unit patients: identification of risk factors and clinical outcomes. *Surgical Endoscopy.* 2009;23(11):2580–6.
129. Naik RP, Joshipura VP, Patel NR. Complications of PEG - Prevention and Management. *Tropical Gastroenterology: Official Journal of the Digestive Diseases Foundation.* 2009;30(4):186–94.
130. Quan H, Li B, Couris CM. Updating and validating the Charlson comorbidity index and score for risk adjustment in hospital discharge abstracts using data from 6 countries. *American Journal of Epidemiology.* 2011;173(6):676–82.
131. Mayer T. *Die transformative Macht der Demografie.* Springer; 2016. 223 S.
132. Charlson ME, Pompei P, Ales KL. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *Journal of Chronic Diseases.* 1987;40(5):373–83.

133. Hübner J, Bruns J, Heinemann V. *Gastrointestinale Tumoren*. 1. Auflage. Elsevier; 2018. 23 S.
134. Bellmann JOH. Complications after placement of a percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG) - Retrospective analysis at the clinical department of gastroenterology and hepatology at the LKH University Hospital in Graz. 2019.
135. Sobani ZA, Tin K, Guttmann S, Abbasi AA, Mayer I, Tsirlin Y. Safety of Percutaneous Endoscopic Gastrostomy Tubes in Centenarian Patients. *Clin Endosc*. Januar 2018;51(1):56–60.
136. Schneider AS, Schettler A, Markowski A. Complication and mortality rate after percutaneous endoscopic gastrostomy are low and indication-dependent. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*. 2014;49(7):891–8.
137. Ponsky JL, Gauderer MWL. Percutaneous endoscopic gastrostomy: Indications, limitations, techniques, and results. *World Journal of Surgery*. 1989;13(2):165–70.
138. Molina Villalba C, Vázquez Rodríguez JA, Gallardo Sánchez F. Gastrostomía endoscópica percutánea. Indicaciones, cuidados y complicaciones. *Medicina Clínica*. 2019;152(6):229–36.
139. Schurink CAM, Tuynman H, Scholten P. Percutaneous endoscopic gastrostomy: complications and suggestions to avoid them. *European Journal of Gastroenterology & Hepatology*. Juli 2001;13(7):819–23.
140. Gundogan K, Yurci AM, Coskun R, Baskol M, Gursoy S, Hebbar G, u. a. Outcomes of Percutaneous Endoscopic Gastrostomy in Hospitalized Patients at a Tertiary Care Hospital in Turkey. *Eur J Clin Nutr*. April 2014;68(4):437–40.
141. Jain NK, Larson D, Schroeder K. Antibiotic Prophylaxis for Percutaneous Endoscopic Gastrostomy: A Prospective, Randomized, Double-Blind Clinical Trial. *Annals of Internal Medicine*. 1987;107(6):824.
142. Teichmann J, Riemann J. Periinterventionelle Antibiotikatherapie bei PEG-Anlage? *DMW - Deutsche Medizinische Wochenschrift*. 2007;132(50):2714.
143. Zuercher BF, Grosjean P, Monnier P. Percutaneous endoscopic gastrostomy in head and neck cancer patients: indications, techniques, complications and results. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2011;268(4):623–9.
144. Grant MD. Gastrostomy Placement and Mortality Among Hospitalized Medicare Beneficiaries. *JAMA*. 1998;279(24):1973.
145. Nutrition Support in Adults: Oral Nutrition Support, Enteral Tube Feeding and Parenteral Nutrition. National Collaborating Centre for Acute Care (UK); 2006.
146. Gumaste VV, Bhamidimarri KR, Bansal R. Factors predicting early discharge and mortality in post-percutaneous endoscopic gastrostomy patients. *Annals of Gastroenterology*. 2014;27(1):42–7.