

Intrajeunale L-Dopa-Applikation bei der Parkinson-Krankheit: Optimierung der PEG-Anlage

Intrajeunal levodopa in Parkinson's disease: Optimization of PEG application

OPEN
ACCESS

Autorinnen/Autoren

Karl-Ernst Grund¹, Annette Zipfel¹, Wolfgang H. Jost² 

Institute

- 1 Experimentelle chirurgische Endoskopie, Universitätsklinikum Tübingen, Universitätsklinik für Allgemeine Viszeral- und Transplantationschirurgie, Tübingen, Germany
- 2 Parkinson-Klinik Ortenau, Wolfach, Germany

Schlüsselwörter

Parkinson-Krankheit, JET-PEG, L-Dopa, Hybrid-PEG, Komplikationen

Keywords

Parkinson's disease, JET-PEG, Levodopa, Hybrid-PEG, Complications

eingereicht 28.11.2023

akzeptiert nach Revision 25.04.2024

Artikel online veröffentlicht 2024

Bibliografie

Fortschr Neurol Psychiatr

DOI 10.1055/a-2337-3433

ISSN 0720-4299

© 2024. The Author(s).

This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution-NonDerivative-NonCommercial-License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit. Contents may not be used for commercial purposes, or adapted, remixed, transformed or built upon. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14,
70469 Stuttgart, Germany

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Karl-Ernst Grund
Gottwollshäuser Steige 25
74523 Schwäbisch Hall
k.e.grund@web.de

ZUSAMMENFASSUNG

Die verschiedenen Formen der perkutanen endoskopischen Gastrostomie (PEG) haben auch in der Neurologie eine hohe Relevanz, da die pumpengesteuerte intrajeunale L-Dopa-Gabe zu den unverzichtbaren Therapieformen bei der fortgeschrittenen Parkinsonerkrankung gehört. Eine optimale PEG-Anlage und Nachsorge sind daher bedeutsam für den Erfolg der Therapie. Die als Standard geltende intrajeunale Applikation von L-Dopa-Gel über eine JET-PEG, d.h. eine PEG mit eingelegtem Innenkatheter bis ins Jejunum, ist allerdings aus verschiedenen Gründen nicht unproblematisch. Insbesondere die zum Teil erheblichen kumulierten Komplikationsraten zwingen zum Überdenken der Situation. Zu berücksichtigen ist auch das sehr begrenzte Resorptionsgebiet des Medikamentes im Bereich der Flexura duodenojejunalis. Komplikationsursachen sind überwiegend eine nicht optimale Anlegetechnik von PEG und Innenkatheter sowie die oft fehlende adäquate Nachsorge. Im Folgenden werden die Details einer gegenüber der konventionellen Technik modifizierten und optimierten Applikationstechnik dargestellt, die sich in klinischen Anwendungen seit Jahren bewährt hat, sowie zusätzlich eine neue Applikationsform, die Hybrid-PEG, vorgestellt. Viele der aus anatomisch/physiologischen, chirurgischen und endoskopischen Gesichtspunkten abgeleiteten Details müssen bei der Anlage strikt beachtet werden, um Minor- und Major-Komplikationen zu reduzieren bzw. zu vermeiden. Besondere Probleme bereiten Lokalinfectionen im Bereich der Durchtrittsstelle der PEG bis hin zur Peritonitis, Leckagen und das Buried-Bumper-Syndrom (BBS). Als besonders störend erweisen sich auch die relativ häufigen Dislokationen des Innenkatheters, was letztlich durch eine Clip-Fixation der Katheterspitze vermieden werden kann. Insbesondere durch Anwendung der Hybrid-PEG, einer Kombination von endoskopisch kontrollierter Gastropexie mit drei Nähten und folgender zentraler Fadendurchzugstechnik (FDZ) der PEG-Sonde, lässt sich die Komplikationsrate deutlich senken und damit für die Patienten eine entscheidende Verbesserung erzielen. Die hier diskutierten Gesichtspunkte sind für alle diejenigen, die mit der Therapie der fortgeschrittenen Parkinson-Krankheit zu tun haben, von hoher Relevanz. Eine vertrauensvolle interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Neurologie

und Endoskopie/Chirurgie/Gastroenterologie ist eine Voraussetzung für gute klinische Ergebnisse.

ABSTRACT

The various forms of Percutaneous Endoscopic Gastrostomy (PEG) are highly relevant in neurology, as pump-administered intrajejunal levodopa application is one of the indispensable forms of therapy in advanced Parkinson's disease. Optimal PEG placement and follow-up are therefore significant for the success of the therapy. However, the standard intrajejunal administration of levodopa gel via a JET-PEG, i. e. a PEG with an internal catheter inserted into the jejunum, is not without problems for various reasons. In particular, the considerable cumulative complication rates demand a reconsideration of the situation. The very limited absorption area of the drug in the region of the flexura duodenojejunalis must also be taken into account. Causes of complications are predominantly a non-optimal application technique of PEG and internal catheter as well as the frequent lack of an adequate follow-up. In this paper, the details of a modified and optimized application technique compared to the conventional techniques are presented.

These new methods have proved their usefulness in clinical applications for years, and additionally a new application form, the Hybrid-PEG, is presented. However, many of the details derived from anatomical/physiological, surgical and endoscopic aspects must be strictly observed during the application in order to reduce or avoid minor and major complications. In particular, problems are caused by local infections in the area of the insertion point of the PEG including peritonitis, leaks and buried bumper syndrome (BBS). The relatively frequent dislocations of the internal catheter also prove to be particularly troublesome. These can ultimately be avoided by clip fixation of the catheter tip down in the jejunum. In particular, the use of the newly developed Hybrid-PEG, a combination of endoscopically controlled gastropexy with three sutures and subsequent central thread-pull-through of the PEG tube, can significantly reduce the complication rate and thus achieve a decisive improvement for patients. The aspects discussed here are highly relevant for all those involved in the therapy of advanced Parkinson's disease. Trustful interdisciplinary collaboration between neurology and endoscopy/surgery/gastroenterology is a prerequisite for good clinical outcomes.

HINWEIS

Die vorliegende Arbeit ist eine Erweiterung und Aktualisierung dieser Publikation: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00702-023-02601-0>.

Einleitung

Bei der Parkinson-Krankheit (PK) resp. dem M. Parkinson stellt L-Dopa immer noch die wichtigste medikamentöse Therapie dar. Erfahrungsgemäß treten aber im Verlauf, trotz zeitlich genau abgestimmter oraler Dosierung, End-of-dose-Akinesen und Hyper- sowie Dyskinesien auf, die zu Therapiealternativen zwingen [1].

Für solche fortgeschrittenen Krankheitsstadien kommen neben der tiefen Hirnstimulation (deep brain stimulation, DBS) eine subkutane Apomorphin-Applikation per Pumpe oder eine intrajejunale L-Dopa-Applikation (Levodopa-Carbidopa-Intestinal-Gel (LCIG) oder Levodopa-Entacapon-Carbidopa-Intestinal-Gel (LECIG)) per Pumpe infrage [2].

Die Pathophysiologie der PK beruht grundsätzlich auf dem Funktionsverlust der dopaminergen Neurone und damit der Speicherkapazität für Dopamin im Gehirn [3].

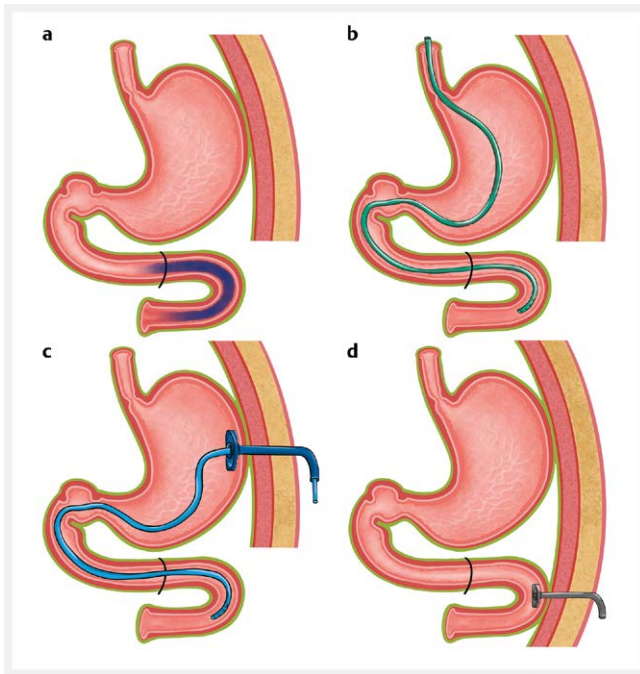
Die motorischen Fluktuationen unter L-Dopa haben eine multifaktorielle Ätiologie. Der Verlust dopaminergener, nigrostriataler Projektionsneurone, respektive die Degeneration der Projektionsbahnen, führt zu einer Abnahme der präsynaptischen Dopaminspeicherkapazität im Striatum. Dadurch können Schwankungen der L-Dopa-Plasmaspiegel, die aus der kurzen Halbwertszeit des L-Dopas resultieren, im Gehirn immer schlechter kompensiert werden, denn L-Dopa flutet innerhalb von ca. 1 Stunde bis zum maximalen Plasmaspiegel an und hat eine Halbwertszeit von ca. 90 Minuten.

Zu bedenken ist in dieser therapeutisch schwierigen Situation neben dem degenerativen Prozess einerseits die sehr kurze Halbwertszeit/Wirkdauer des L-Dopa und andererseits die frühe Mitbeteiligung des Magen-Darm-Traktes bei der PK im Sinne einer Transitstörung. Bei subtiler Diagnostik sind intestinale Motilitätsstörungen oft schon sehr früh im Krankheitsverlauf nachweisbar [4]. Neben Schluckstörungen und Transportproblemen im Ösophagus ist vor allem bei fortgeschrittener PK eine Gastroparese, d. h. eine gestörte Motilität des Magens mit verlangsamter, unkoordinierter oder ausbleibender Magenentleerung, entscheidend [5]. Sie führt im weiteren Verlauf zu einem schwer, kaum oder nicht vorhersehbaren Transport des Medikaments ins Duodenum bzw. Jejunum. Oft bleiben die Tabletten zunächst schon im Ösophagus hängen oder im Magen liegen und gelangen nicht zeitgerecht an ihren Resorptionsort im proximalen Jejunum. Dies hat weitreichende Konsequenzen für die Plasma-Wirkspiegel, mit daraus resultierenden Fluktuationen und ausgeprägter ON/OFF-Problematik.

Dabei besteht ein weiteres, grundsätzliches Problem der oralen L-Dopa-Gabe in der notwendigen Ortsgenauigkeit der Applikation in einem sehr eng begrenzten Resorptionsgebiet (10–20 cm) unmittelbar nach der Flexura duodeno-jejunalis (siehe Schemazeichnung ► **Abb. 1a**; Übersicht bei Warnecke [5]). Dies erschwert zusätzlich die jejunale Applikation.

Die Applikation von Medikamenten ins obere Intestinum ist grundsätzlich durch eine nasoenterale Sonde (NES) oder durch verschiedene Verfahren der perkutanen endoskopischen Gastrostomie (PEG) möglich (► **Abb. 1b–d**).

Für die hier abgehandelte intrajejunale L-Dopa-Applikation kann vorübergehend (z. B. für die Austestung einer L-Dopa-Gabe) eine nasoenterale Sonde eingelegt werden, im Regelfall wird aber für die Dauertherapie eine PEG mit Innenkatheter, eine sogenannte JET-PEG angelegt [6–10].



► **Abb. 1** Möglichkeiten der Medikamentenapplikation ins Zielgebiet im proximalen Jejunum **a** Relativ eng begrenztes Resorptionsgebiet für L-Dopa im Bereich der Flexura duodenojejunalis. **b** Nasoenterale Sonde (für die Austestungsphase). **c** JET-PEG: ins Jejunum reichender Innenkatheter in einer PEG. **d** D-PEJ = EPJ: direkte endoskopische Sondeneinlage durch die Bauchwand ins Jejunum. [rerif]

Obwohl die PEG, die inzwischen als Standard-Intervention in der flexiblen Endoskopie gilt, seit ihrer Erstbeschreibung durch Michael Gauderer [11] einen Durchbruch für die enterale Ernährung und einen Benefit für Millionen von Patienten gebracht hat, treten nicht selten Komplikationen auf [12–14]. Deshalb gibt es einerseits Akzeptanz-Probleme bei Patienten, andererseits entstehen im Fall einer Komplikation hohe Belastungen für den Patienten, den Arzt und das Gesundheitssystem. Interessanterweise wurden in klinischen Studien betreffend intrajejunaler L-Dopa-Applikation bei bis zu 100 % der Patienten Komplikationen vor allem in der ersten Woche nach Behandlungsbeginn nachgewiesen [15–18], sodass eindeutig Handlungsbedarf besteht (Übersicht bei [18] und ► **Tab. 1**).

Der bis dato als gegeben akzeptierte Applikationsweg über eine JET-PEG, also einen nach duodenal/jejunal reichenden Innenkatheter durch eine liegende PEG, muss aus endoskopisch/chirurgischer Sicht neu und kritisch beleuchtet werden. Folgerichtig wurde jetzt mit der Hybrid-PEG ein Applikationsverfahren entwickelt, das essenzielle Gesichtspunkte berücksichtigt und offenbar im klinischen Einsatz wesentlich weniger Komplikationen als die konventionellen PEG-Techniken mit sich bringt (siehe Kapitel 4.3).

Ziel dieser Arbeit ist, die bislang zu wenig diskutierten Probleme der konventionellen PEG-Anlage-Technik anzusprechen und die daraus entstandenen Alternativen darzustellen und zu diskutieren.

Alle für die Anlegung einer PEG hier aufgeführten Empfehlungen gelten uneingeschränkt nicht nur für Patienten mit den üblichen Indikationen, sondern in verstärktem Maße auch für Patienten mit fortgeschrittenem Morbus Parkinson. Bei diesen schwer kranken Patienten ist jede Komplikation besonders dramatisch und

► **Tab. 1** Hohe Komplikationsraten in der Studie von Olanow et al. [18] in Bezug auf JET-PEG, Pumpe und Sondeneintrittsstelle (engl. „device complications“).

	Levodopa-Carbidopa-Gel zur intestinalen Anwendung (n = 37)	Nicht-retardiertes orales Levodopa-Carbidopa (n = 34)	Gesamt (n = 71)
Beliebiges unerwünschtes Ereignis	35 (95 %)	34 (100 %)	69 (97 %)
„Device-Komplikationen“ gesamt	34 (92 %)	29 (85 %)	63 (89 %)
Innenkatheter	14 (38 %)	12 (35 %)	26 (37 %)
JET-PEG	11 (30 %)	12 (35 %)	23 (32 %)
Pumpe	5 (14 %)	8 (24 %)	13 (18 %)
Sondeneintrittsstelle	15 (41 %)	15 (44 %)	30 (42 %)

sollte deshalb unbedingt vermieden werden. Deshalb werden am Schluss der Arbeit spezielle Aspekte der PEG-Anlage für diese Patienten herausgestellt.

Problemdarstellung/Methoden

Seit der Inauguration der PEG vor 40 Jahren haben sich die konventionellen Anlagetechniken, wie sie in der Literatur und in Leitlinien [19–23] dargestellt sind, nur wenig geändert und weisen diverse Schwachpunkte auf, die sich als Ursache der in der Realität hohen Komplikationsraten der PEG erwiesen haben. In der Literatur werden Komplikationsraten meist nur differenziert berichtet [13, 24–26]), bei kumulierter Auflistung liegen sie aber schon aufgrund der meist inkonsequenten Erfassung des Follow-up bei 40–75 % [13, 27, 28]. Damit stellt die PEG eindeutig die endoskopische Intervention dar mit der höchsten Komplikationsrate (und auch der höchsten Letalität) [26].

Umfassende Recherchen in Literatur und Leitlinien sowie Erfahrungen bei zahlreichen Hospitationen und bei mehr als 100 PEG-Kursen mit mehr als 2000 Teilnehmern haben zur Entwicklung alternativer Anlagetechniken geführt [12, 29, 30], die auf (patho-)anatomischen und (patho-)physiologischen Fakten sowie chirurgischen Überlegungen beruhen. Entscheidend für einen komplikationsarmen Verlauf sind die Einhaltung von Regeln, die in der Chirurgie zwischen 1830 und 1930 für Operationen im Bauchraum etabliert worden sind [31, 32] und auch von Nicht-Chirurgen bei einer PEG-Anlage berücksichtigt werden müssen (Details siehe Kapitel 4.3 Hybrid-PEG). Die folgerichtige Beachtung dieser pathophysiologisch begründeten Faktoren hat in praxi zu einer deutlichen Senkung der Komplikationsraten geführt (kumulierte Komplikationsrate von 46 auf 13 %, Frühkomplikationen von 23 auf 3 %, Spätkomplikationen von 22 auf 10 % [33]). Entsprechend zeigt auch das neu entwickelte und auf diesen Gesichtspunkten beruhende Konzept der Hybrid-PEG in großen klinischen Studien [34–36] eine dramatische Senkung der Komplikationsraten.

Ergebnisse/Problemanalyse konventioneller Techniken

Bei eingehender Analyse zeigt sich eindeutig, dass die konventionellen Anlage-Techniken zahlreiche mögliche Fehlerquellen in sich tragen, die hier zunächst kurz dargestellt werden:

Transnasale Sonden (TNS)

Auch bei der einfach erscheinenden Anlage transnasaler Sonden gibt es Fehlerquellen: z. B. eine nicht konsequent kontrollierte Sondeneinführung, eine ungezielte Lokalanästhesie sowie schließlich eine fehlerhafte Ante- bzw. Reklination des Kopfes bei der Sondeneinführung [37]. Wenn entsprechende technische Maßgaben nicht beachtet werden [12, 38] ist auch die Sondenapplikation jenseits der Flexura duodenojejunalis schwierig.

PEG in Fadendurchzugstechnik (FDZ)

Bei der Anlage einer PEG in Fadendurchzugstechnik fehlt nicht selten eine standardisierte Vorbereitung (z. B. für den Instrumententisch), die Lokalanästhesie wird oft relativ ungezielt und unsystematisch in Aspirationstechnik [19] durchgeführt, die Anästhesienadel im Magenumen nicht fixiert, und der Einstich von Skalpell und Faden-Trokar ohne Abstütz-Technik und ohne interne Fixation ausgeführt.

Wird die Zugkraft beim Durchzug von Faden und PEG-Sonde durch die Bauchwand nicht gut kontrolliert, besteht einerseits die Gefahr der Verletzung des Zungengrundes durch den Faden und andererseits ist die Entwicklung eines Pneumoperitoneums vorprogrammiert.

Ernstere Komplikationen werden vor allem dadurch ausgelöst, dass nach dem Durchzug die entscheidenden Parameter (adäquater Anpressdruck, adäquate Appositionsfläche und ausreichende Dauer der Apposition bis zur festen Verbindung der Peritonealblätter) – als entscheidender Sicherheitsfaktor bei jeder PEG – nicht kontrolliert bzw. nicht dauerhaft gewährleistet werden können (siehe Kapitel 4.3) [39].

JET-PEG

Problematisch gestaltet sich nicht selten die Positionierung des Innenkatheters an die optimale Stelle im Bereich der Flexura duodenojejunalis (► **Abb. 1**), meist aufgrund technischer Probleme mit einem normalen Gastroskop und insuffizienter Beneath The Scope (BTS)/Over The Wire (OTW)-Technik. Die relativ häufigen Dislokationen des Innenkatheters verursachen notwendige Folgeeingriffe.

Trokar-Punktion

Bei dieser (oft missverständlich als Direkt-Punktion benannten) Technik sollen zunächst zwei Gastropexienähte angelegt werden (wobei aber schon aus topographischen Gründen drei Nähte günstiger sind). Die anschließende Punktion mit dem extrem spitzen und scharfkantigen Trokar zur späteren Einführung eines Ballonkatheters birgt in der in Gebrauchsanweisung und Literatur angegebenen Form das reale Risiko einer Fehlpunktion der Magen hinterwand, was aufgrund der Lage von Aorta und Pankreas in diesem Bereich lebensbedrohliche Folgen haben kann.

Durch einfache Maßnahmen lässt sich einerseits die Appositionsfläche optimieren und andererseits die Gefahr einer Fehlpunktion minimieren [12, 29].

Generell ist hier eine Hybrid-PEG als Ausgangspunkt (siehe Kapitel 4.3) sicherlich die bessere Alternative.

Für die L-Dopa-Applikation intrajejunal per JET-PEG eignet sich diese Methode bislang noch nicht, weil in den bislang vorgesehenen Ballonkatheter kein dünnerer Innenkatheter eingeführt werden kann. Weiterentwicklungen mit vorkonfiguriertem Innenkatheter und zum Teil in Doppelballon-Technik werden derzeit erprobt. Damit wäre dann ohne Fadendurchzug mit einem Feinkaliber-Endoskop zur Beobachtung eine JET-PEG in Direktpunktionstechnik möglich.

Problemlösungen und Diskussion

Die in Kapitel 3 beschriebenen Schwachstellen der konventionellen Anlagetechnik sind – neben Problemen mit der Nachsorge [40] – zweifellos als Hauptursachen der hohen Komplikationsraten anzusehen [29, 38, 41]. Aus dieser Defizitanalyse entstandene Empfehlungen für alternative Techniken wurden inzwischen an hohen Patientenzahlen erfolgreich angewandt [30, 34, 35].

Die entscheidenden Schritte werden hier insbesondere im Hinblick auf die Indikation L-Dopa-Applikation dargestellt und diskutiert.

Transnasale Sonden, hier nasoenterale Sonden

Grundsätzlich sind solche Sonden für die L-Dopa-Applikation intrajejunal geeignet (► **Abb. 1**). Ihre Anwendung ist jedoch für diese Indikation auf eine Testphase (ob und wie die lokale L-Dopa Applikation wirkt) beschränkt [42], da im Langzeitverlauf die Belästigung des Patienten durch die Sonde in der Regel nicht toleriert wird.

FDZ-PEG

Obligate Voraussetzung ist vor allem eine klare Indikationsstellung: Beim fortgeschrittenen Morbus Parkinson ist die intrajejunale L-Dopa-Gabe neben der DBS und der Apomorphin-Injektion eine der drei etablierten Therapiemöglichkeiten, für die alle unterschiedlichen Felder von Indikationen und Kontraindikationen bestehen, die ganz individuell berücksichtigt werden müssen [43]. Außerdem sind Aufklärung und Einwilligung des Patienten sowie eine standardisierte und sorgfältige Vorbereitung von Patient, Team und Instrumentarium unabdingbar [30, 39, 41].

Generell ist für die Anlage-Technik wichtig, dass die hier dargestellten technischen Details (► **Tab. 2**) intensiv ins Bewusstsein von Arzt und Assistenz gerückt und genau beachtet werden. Das ist zur Senkung der Komplikationsrate unabdingbar für alle Arten der PEG-Anlage, insbesondere aber für kritische Fälle, zu denen fraglos die L-Dopa-Applikation bei der PK zählt. Bei diesen Patienten sollte jegliche Komplikation schon von vorneherein unbedingt vermieden werden.

Die Lokalanästhesie muss gezielt und bewusst nach definierten Vorgaben schichtspezifisch durchgeführt werden (► **Abb. 2**). Zur Wahl der Sonden-Eintrittsstelle: Die Sonden-Eintrittsstelle ist bei der PEG-Anlegung definiert durch die (individuell unterschiedliche) Stelle der Diaphanie und zeigt in der Regel (nur) wenige Zentime-

ter Variabilität. Trotzdem sollten **vor** der Anlegung eventuelle Falten-Täler der Haut im linken Oberbauch (im Sitzen!) markiert werden, um später nicht eine Sonden-Eintrittsstelle in der Tiefe der Falte versorgen zu müssen.

► **Tab. 2** FDZ-PEG Step by Step

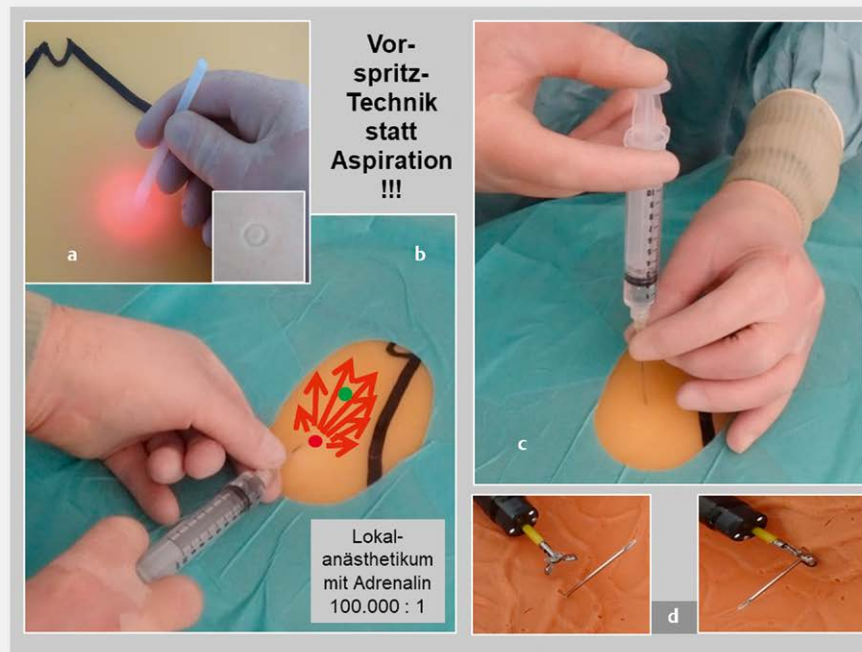
1. Orientierende Gastroskopie bis tief ins Duodenum, mögl. sogar bis ins Jejunum
2. Gute Luft/CO ₂ -Insufflation des Magens
3. Suche nach Diaphanie, Fingerdruckprobe und Markierung
4. Lokalanästhesie: a) horizontal in Fächertechnik b) vertikal bis in den Magen
5. Wandnahe Fixierung der Anästhesienadel im Magenlumen mittels Zange
6. Stichinzision mit dem 11er Skalpell in Konvergenztechnik
7. Einstecken des Fadentrokars im Skalpell-Kanal
8. Entfernung der Stahlkanüle, Fixierung der Trokar-Hülse im Magenlumen (s. 5.)
9. Einführung des Fadens, Greifen und wenige cm Einzug ins Endoskop
10. Auszug von Endoskop und Faden aus dem Mund
11. Verbindung von Faden und PEG-Sonde vor dem Mund
12. Zungenschutz mit dem Finger
13. Durchzug von Faden und PEG-Sonde durch die Bauchdecke durch kurzhubige Wickelbewegungen mit gebremster Kraft Sonde bis zum Verband permanent unter leichtem Zug halten
14. Fixierung der Sonde unter definiertem Zug (ca. 200 p), Verband

Bei der folgenden Punktion reicht es nicht aus, „... einfach da hinein zu stechen, wo es hell leuchtet“: Eine exakte Lokalisation der Einstichstelle und eine zielzentrierte Stichrichtung müssen gewährleistet sein.

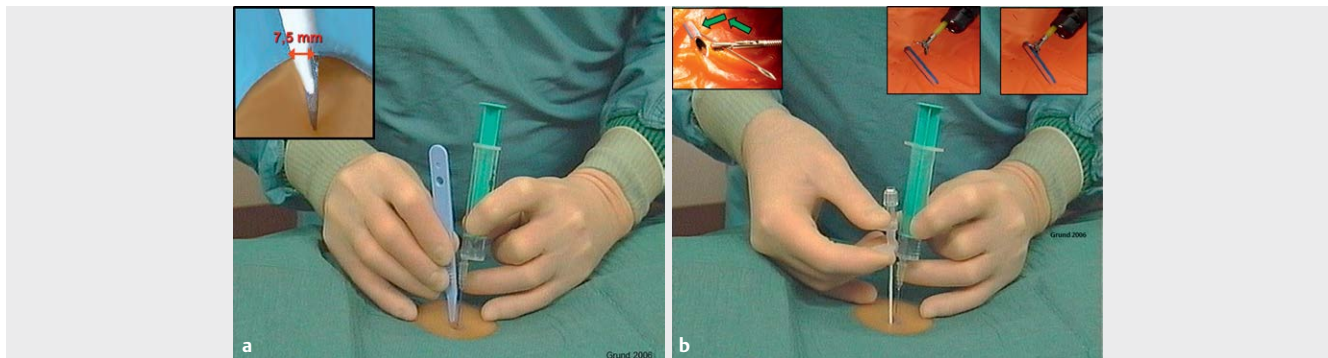
Zum Ausschluss einer intestinalen Interposition wird in der Literatur oft der sogenannte Aspirationstest [44] empfohlen; er ist aber aus mehreren Gründen grundsätzlich unsicher [41]; in dubio sollte unbedingt eine sonographische Kontrolle der anatomischen Ausgangslage erfolgen.

Nach dem Einstich ist die sofortige Fixation der Anästhesienadel im Magen mit einer endoskopischen Zange ein essenzielles Detail, um komplikationsträchtige Verschiebungen der Wandschichten gegeneinander zu verhindern (► **Abb. 2d**). Auch die Trokar-Kanüle sollte intern fixiert werden, bis der Faden in den Magen eingeschoben ist (► **Abb. 3b** Inset). Die schichtgerechte Stichinzision (aus mehreren Gründen obligat mit einem 11er Skalpell, siehe ► **Abb. 3a**) und die Einführung des Faden-Trokars in Abstütz-Technik, folgen den Gesetzen der Trigonometrie (► **Abb. 3a, b**). Zur Anpassung der Hautinzision an den Durchmesser der PEG-Sonde: Bei der Verwendung von Standard-PEGs der Größen Ch 14, 15 oder 16 (entsprechend 4,7 mm, 5,0 mm oder 5,3 mm) bewirkt die angegebene Verwendung eines Skalpells Nummer 11 die optimale Stichlänge von 7,5 mm. Wird eine Sonde mit Durchmesser Ch 20 (entsprechend 6,7 mm) verwendet, muss der Schnitt um ca. 3 mm verlängert werden, um optimale Dichtigkeit zu gewährleisten.

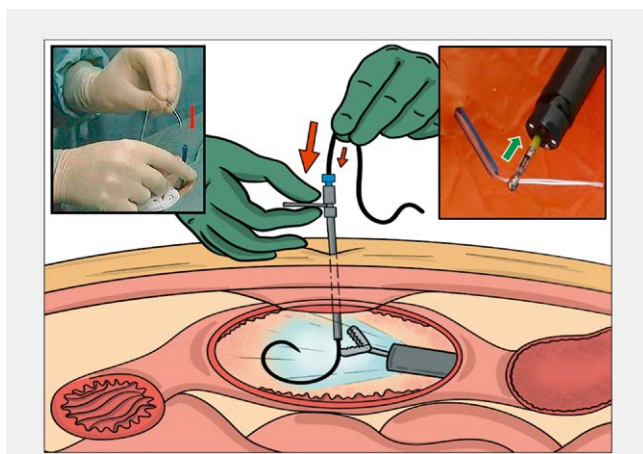
Nach Einschieben des Fadens in den Fadentrokar wird dieser intra-gastral mit der Zange gegriffen und wenige cm ins Endoskop eingezogen (► **Abb. 4**). Beim Durchzug des Fadens und der PEG-Sonde von intra-gastral nach extern (► **Abb. 5**) muss der Zungen-



► **Abb. 2** Erste Schritte der PEG-Anlage **a** Eindeutige Diaphanie und Markierung auf der Bauchdecke. **b** Horizontale Injektion des Lokalanästhetikums in Fächertechnik. Roter Punkt: Injektionsstelle des Lokalanästhetikums, grüner Punkt: geplante spätere Einstichstelle der PEG. Beachte: Handposition und Abstütztechnik. **c** Vertikale Injektion in Abstütztechnik, bis die Anästhesienadel sicher den Magen erreicht hat. **d** und **e** Sofortige Fixierung der Anästhesienadel im Magenlumen wandnah mit einer Zange zur Vermeidung einer Dislokation. [rerif]



► **Abb. 3** Skalpell-Inzision und Einstechen des Faden-Trokarers **a** Konvergierender Einstich des Skalpells Nummer 11 (mit 7,5 mm Stichbreite optimal für eine PEG Ch 14-16.) **b** Im Skalpellkanal Einstich des Faden-Trokarers, der im Magenlumen fixiert wird (Umgreifen von der Anästhesie-Nadel siehe Insets). Beide Male dient die Anästhesienadel mit aufgesetzter Spritze als Zielhilfe. [rerif]



► **Abb. 4** Nach Entfernung der Stahlkanüle aus dem Faden-Trokarer Einschieben des Fadens, der sofort im Magen gefasst und wenige Zentimeter ins Endoskop eingezogen wird. [rerif]

grund mit dem Finger geschützt werden, um eine Blutung zu vermeiden (► **Abb. 5b**).

Für die leicht mögliche Vermeidung eines Pneumoperitoneums und damit für die Vermeidung von diagnostischer Unsicherheit gibt es eine einfache, leicht auszuführende Prophylaxe [45] (► **Abb. 5c**): Nach langjährigen Erfahrungswerten und aktuellen tierexperimentellen Daten [46] sollte die Anzugskraft der Sonde ca. 200 p (Gewicht von 2 Tafeln Schokolade) betragen [30, 41] und weder unterschritten (Gefahr von Infektion, Peritonitis und Leckage) noch überschritten (Gefahr eines Einwachsens der inneren Halteplatte = Buried-Bumper-Syndrom (BBS) [47]) werden.

Hybrid-PEG

Die eben dargestellte Technik der FDZ-PEG lässt sich weiter entscheidend verbessern, indem eine primäre Gastropexie (endoskopische Annaht der Magenvorderwand an die Bauchwand) vorgeschaltet wird [30, 35]. Diese Kombination wird Hybrid-PEG genannt.

Hintergrund für die Einführung dieser neuen Anlage-Technik war, dass der entscheidende Faktor für die Komplikationsarmut

einer PEG initial die sichere und sofortige Verklebung sowie im Verlauf eine dauerhafte Verwachsung und Abdichtung der zwei Serosa-Oberflächen (Peritoneum parietale der vorderen Bauchwand und Außenfläche (Peritoneum viscerale) des Magens) darstellt (► **Abb. 6**). Damit ist auch eine optimale Abheilung des Sondenkanals gewährleistet.

Die wichtigsten Parameter für die Heilung sind adäquate Werte für den Appositions-Druck, die Appositions-Fläche und die Appositions-Dauer [48, 49]. Sind diese drei Parameter adäquat realisiert, resultiert eine peritoneale Heilung und Abdichtung. Bei zu geringem Druck, und/oder zu kleiner Appositionsfläche, und/oder zu kurzer Appositionsdauer drohen schwerwiegende Komplikationen wie persistierende peritoneale Reizung, lokale oder gar diffuse Peritonitis und Leckage bzw. bei exzessivem Druck ein Buried-Bumper-Syndrom (BBS).

Die Kombination einer primären Gastropexie mit folgender FDZ-PEG im Zentrum der drei obligaten Pexie-Nähte in Form einer Hybrid-PEG (► **Abb. 7**) erfüllt die Kriterien der Abdominalchirurgie und zeigt in klinischen Studien mit großen Patientenzahlen sehr gute Ergebnisse mit deutlich niedrigeren Komplikationsraten als bei konventioneller Technik [34–36, 50].

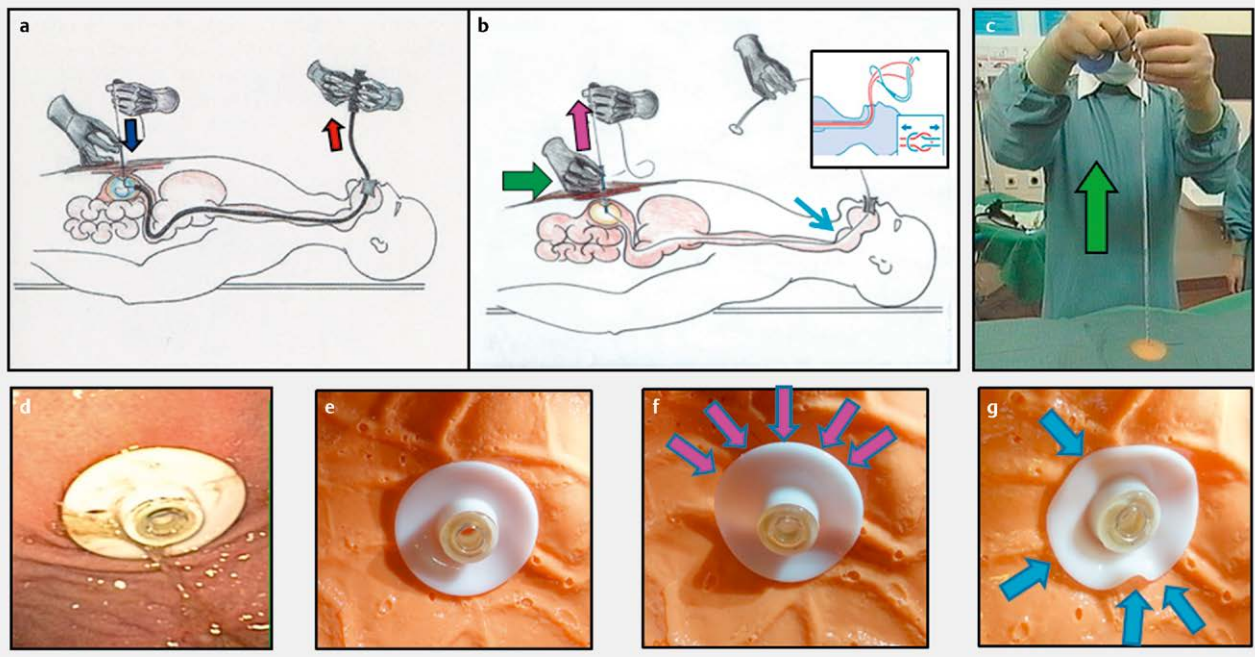
Die Hybrid-PEG hat aufgrund des nachvollziehbaren theoretischen Hintergrundes und der sehr guten klinischen Ergebnisse sicherlich das Potenzial, sich als künftiger Standard für PEG-Anlagen zu etablieren [35, 50].

Gastropexie

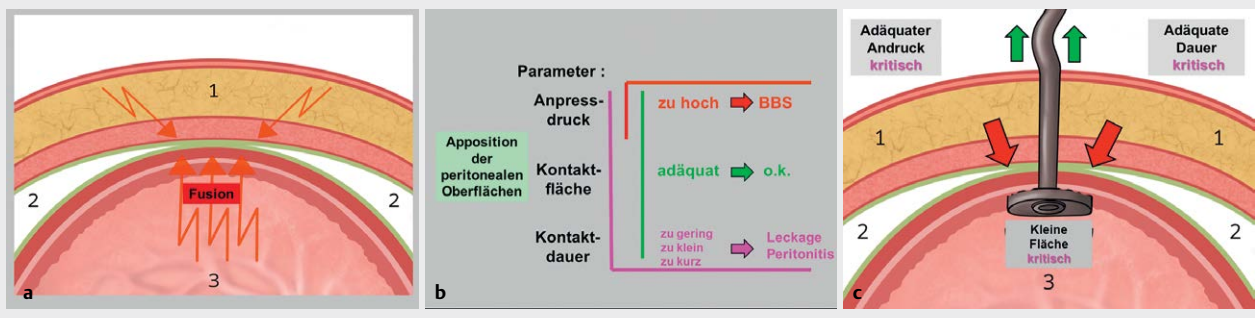
Für die Anlegung der Gastropexienähte – sei es für die Trokar-Punktion (siehe Kapitel 4.6) oder für die Hybrid-PEG (siehe Kapitel 4.3) – gelten wenige, aber entscheidende Details (► **Abb. 8**, ► **Tab. 3**).

Wichtig sind dabei [29, 30, 39]:

- sorgfältige Kontrolle und korrekte Handhabung des Pexie-Devices mit regelhafter Applikation von mindestens 3 Nähten
- Adäquate Knotentechnik zur sicheren Apposition der Wandschichten (> 6 Knoten gegenläufig)
- Die konsequente Verwendung von Mini-Kugeltupfern (sogenannten „Fipsen“) als Unterlage der Knoten zur Schonung der Haut, Verminderung der Schmerzen und Erleichterung der Nahtentfernung nach ca. 10 Tagen (► **Abb. 8**).



► **Abb. 5** a Das Endoskop wird mitsamt dem Faden unter Kontrolle des Fadenlaufes (blauer Pfeil) nach oral ausgeleitet (roter Pfeil), b dann wird der Faden vor dem Mund in Schlingentechnik mit der PEG-Sonde verbunden (Inset). Anschließend wird am abdominalen Fadenende mit kurzhubigen Wickel-Bewegungen der Faden herausgezogen (pinker Pfeil): dabei wird der Zungengrund mit dem Finger geschützt (blauer Pfeil) und die Trokarhülse in situ gehalten (grüner Pfeil). c Sofort nach Durchzug der PEG-Sonde wird diese unter leichter Spannung gehalten (grüner Pfeil) (ca. 200 p = Gewicht von 2 Tafeln Schokolade), um ein Pneumoperitoneum zu verhindern. Diese Spannung wird bis zum Abschluss des Verbandes aufrechterhalten! d und e Sanft an der Schleimhaut anliegende innere Halteplatte f Halteplatte zu locker (pinke Pfeile), Gefahr von Leckage, Infektion und Peritonitis! g Halteplatte zu fest angezogen (blaue Pfeile): Gefahr eines Buried-Bumper-Syndroms (BBS). [rerif]



► **Abb. 6** Grundlagen der Sicherheit einer PEG a Entscheidende Voraussetzung für die Sicherheit einer PEG: Dichte und stabile Fusion der peritonealen Blätter von Magen (3) und vorderer Bauchwand (1) (durch fibrinöse Verklebung, gefolgt von Konversion in Bindegewebe), um die Durchtrittsstelle der PEG sicher von der freien Bauchhöhle (2) zu isolieren. b Pathophysiologie des Peritoneums. Die wichtigsten Parameter für eine sichere Verbindung durch Verklebung, Adhäsion und Verwachsung ist die Apposition der peritonealen Oberflächen durch Anpressdruck, Kontaktfläche und Kontaktdauer. Sind diese Parameter adäquat, wird Dichtigkeit und Heilung erreicht, ist der Anpressdruck zu gering und/oder die Kontaktfläche zu klein und/oder die Kontaktdauer zu kurz, besteht die Gefahr von Leckage, Infektion und Peritonitis. Ist der Anpressdruck zu hoch, kann ein Buried-Bumper-Syndrom (BBS) entstehen. c Durch eine herkömmliche Fadendurchzugs (FDZ)-PEG ist diese Sicherheit NICHT gewährleistet: Druck, Fläche und Dauer der Apposition sind kritisch und können prinzipiell durch eine FDZ-PEG nicht adäquat kontrolliert bzw. garantiert werden. 1: Bauchdecke 2: freie Bauchhöhle 3: Magen. Rote Pfeile: kritische Grenze zur freien Bauchhöhle. [rerif]

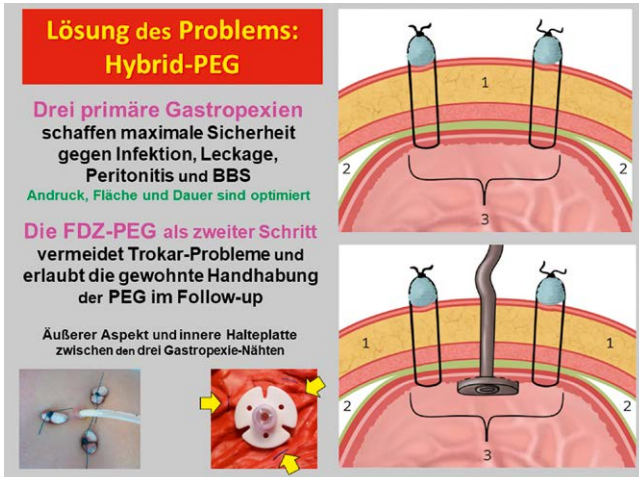
PEG mit intestinaler Sonde (engl. jejunal tube through PEG = JET-PEG)

Die Anlegung eines Innenkatheters in eine PEG (sogenannte JET-PEG, ► **Abb. 9**) ist bislang mit einer hohen Rate an Dislokationen belastet (► **Tab. 4**), was für die Indikation "L-Dopa-Applikation" besonders unerwünscht ist.

Eine primäre und sekundäre Dislokation lässt sich oft vermeiden durch spezielle Maßnahmen [38]:

- Beim Primäreinstich Stichrichtung auf den Pylorus zu im Sinne eines Kulissen-Stichs, aber Vermeidung eines ausgeprägten tangentialen Stiches.

- Sichere Beherrschung der OTW- und BTS-Techniken zur korrekten Positionierung der Innenkatheter-Spitze.
- Vermeidung von zu kurzen oder zu langen Sondenanteilen im Magen.
- Vermeidung einer Sonden-Diskonnektion im Bereich des Y-Stückes.
- Eine Fixierung der Sondenspitze an der Intestinalwand mittels Hämostase-Clips bei rezidivierender Dislokation (► **Abb. 10**).



► **Abb. 7** Hybrid-PEG. Die Lösung dieses Problems stellt die Hybrid-PEG dar, eine Kombination von primären Gastropexie-Nähten im ersten Schritt, gefolgt von einer FDZ-PEG im zweiten Schritt. So wird maximale Sicherheit gegen Infektion, Leckage, Peritonitis und BBS kombiniert mit der gewohnten Handhabung einer FDZ-PEG im Follow-Up. 1: Bauchdecke, 2: Freie Bauchhöhle, 3: Magen. [rerif]

Lokalisation der Sondenspitze im duodeno-jejunalen Übergang: Das L-Dopa-Gel sollte relativ präzise im Bereich der 1. Jejunalschlinge appliziert werden. Zur genauen Lokalisation können das endoskopische Bild oder Röntgen-Verfahren herangezogen werden. Optimal ist die endoskopische Anlegung an einem Röntgen-Durchleuchtungsplatz (wie zur ERCP), wo die optimale Platzierung durch eine Kombination von Endoskopie und Röntgen verifiziert werden kann. Allerdings sind sekundäre Dislokationen des Innenkatheters nicht selten, sodass auch intermittierende Kontrollen und eventuell Repositionen erforderlich sein können. Bei rezidivierender Dislokation kann eine Fixation der Sondenspitze mit Hämostase-Clips erforderlich sein (siehe Kapitel 4.5); bislang sind keine negativen Folgen dieser Fixation bekannt geworden.

Trokar-Punktion (sogenannte Direktpunktion)

Zu den Aspekten dieses Zugangs für Parkinson-Patienten siehe Kapitel 3.4.

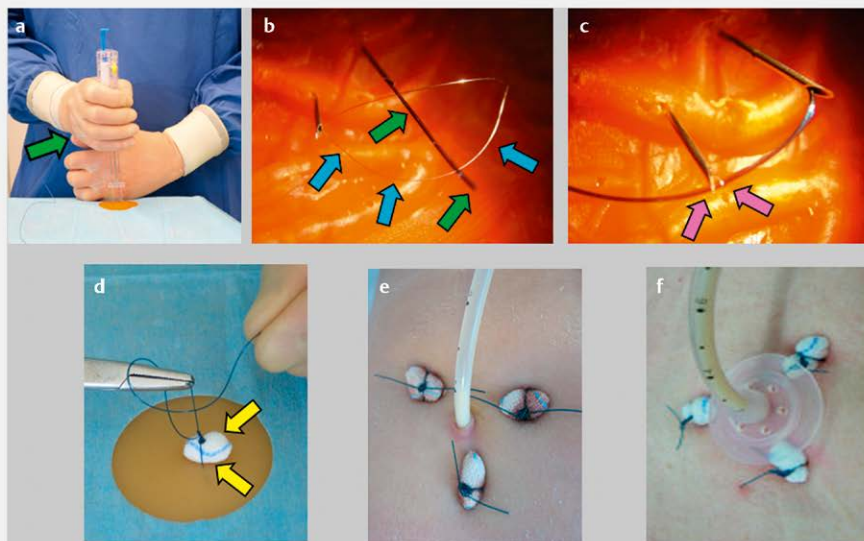
Der Einstich des extrem scharfen, kaliberstarken Trokars erfordert besondere technische Vorsichtsmaßnahmen [29]:

Zur Vermeidung schwerer Komplikationen ist unbedingt zu beachten:

- Während der Punktion ist außen an der Bauchdecke ein starker Gegenzug deckenwärts an den drei längergelassenen Pexie-Fäden erforderlich.
- Eine korrekte impulsartige Stichtechnik unter obligater endoskopischer Sicht ist essenziell.

Endoskopische perkutane Jejunostomie (EPJ) = direkte perkutane endoskopische Jejunostomie (D-PEJ)

Die direkte Punktion des Dünndarmes stellt eine neuere Entwicklung der PEG-Techniken dar (► **Abb. 11**) [41, 51] und ist als Substi-



► **Abb. 8** Technik der Gastropexie **a** Einstich des Nahtapparates mit Doppelnadel in Abstütztechnik (grüner Pfeil). **b** Im Magenlumen Öffnung der Fangschlinge (blaue Pfeile) und Einschieben des Fadens (grüne Pfeile), bis er die Fangschlinge passiert hat. **c** Schließen der Fangschlinge: der Faden wird an der Nadel fixiert (pinke Pfeile) und die Doppelnadel kann mitsamt dem Faden durch die Bauchdecke herausgezogen werden. **d** Auf der Bauchdecke werden beide Fadenenden sofort gefasst und über einem kleinen Kugeltupfer (gelbe Pfeile) zur Entlastung der Bauchhaut sicher geknotet, **e** und **f** ins Zentrum der 3 Nähte wird bei einer Hybrid-PEG eine geeignete FDZ-PEG eingelegt und später in üblicher Weise mit einem Verband versehen. [rerif]

► **Tab. 3** Gastropexie Step by Step

Nach orientierender Gastroskopie bis tief ins Duodenum und Markierung:

1. Sorgfältige Prüfung des Gastropexie-Nahtapparates in allen Funktionen
2. Vorladen des Fadens und Justierung des Schlittens
3. Nach Markierung besonders ausgedehnte Lokalanästhesie v. a. horizontal
4. Einstechen der Doppelnadel bis in den Magen
5. Ausfahren der Fangschlinge
6. Einführen des Fadens durch die Fangschlinge
7. Schließen der Fangschlinge und Sichern (leichtes Gegenhalten am blauen Hebel)
8. Nahtapparat herausziehen ...
9. ... dabei sofort die zwei Fadenenden außen sichern
10. Fäden nicht zu locker, nicht zu fest verknoten, vorher Fips unterlegen
11. DREI solche Nähte legen
12. Aufatmen

► **Tab. 4** JET-PEG: Hauptprobleme

Eine Anlage des Innenkatheters ist oft schwierig:

Ungünstige äußere Bedingungen (Intensivstation, Intensivpatient, Freitagabend, keine Fachassistenz ...)

- Gastroskop "zu kurz", Kinderkoloskop fehlt ...
- Wenig Raum zum „Rangieren“ ...
- Keine passende lange Fasszange vorhanden ...
- Mangelnde Expertise von Endoskopiker u./o. Assistenz ...
- Dislokation schon beim Rückzug des Endoskopes ...
- Kontrolle der Sondenlage (Röntgen !): Logistikproblem ...
- Fachgerechte Nachsorge: Fehlanzeige ...

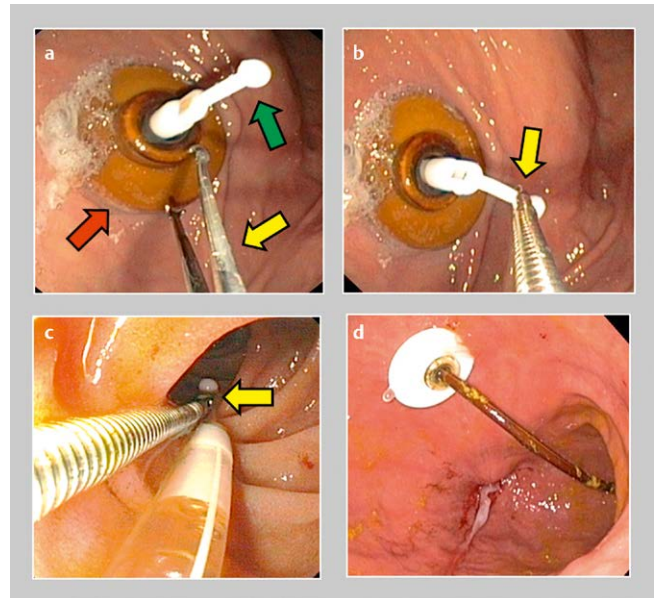
Im Verlauf kommt es häufig zu Dislokationen des Innenkatheters:

- **wird oft erst spät (zu spät) bemerkt ...**
- **Frühzeitige Diagnose, korrekte Behebung und Prophylaxe entscheidend**

tut für eine PEG bei nicht mehr vorhandenem, oder nicht zugänglichem Magen im chirurgischen und intensivmedizinischen Zusammenhang relevant. Die Technik ist durchaus anspruchsvoll und erfordert eine dezidierte und standardisierte Vorgehensweise als absolute Vorbedingung für ähnliche Erfolgsraten wie bei der „normalen“ PEG. Definierte Voraussetzungen sind [29, 39]:

- Ganz exakte Diaphanie und sehr genaue Markierung der Punktionsstelle
- Obligate Durchführung einer medikamentösen Spasmolyse
- Ausnahmslose interne Fixierung von Anästhesienadel und Faden-Trokar
- Besonders vorsichtiger Fadendurchzug

Prinzipiell würde sich eine EPJ/D-PEJ als Applikations-Form für die intrajejunale L-Dopa-Gabe ideal eignen, da in der Regel die erste



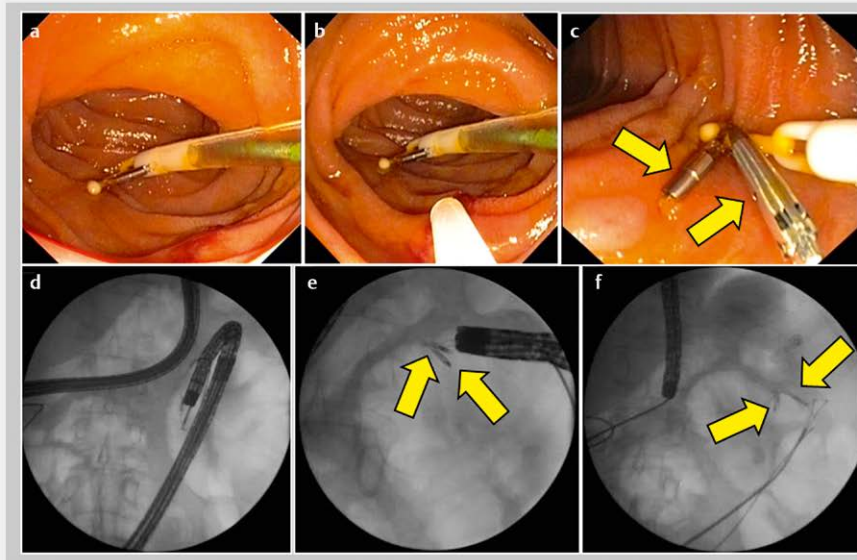
► **Abb. 9** JET-PEG **a** In eine liegende PEG (roter Pfeil) wird ein Innenkatheter (grüner Pfeil) von außen eingeschoben ... **b** ... und mit einer Fasszange (gelber Pfeil) ergriffen. **c**: Endoskop, Fasszange und Innenkatheter werden unter Sicht bis ins Jejunum nach distal geschoben und dort die Katheter-Spitze freigesetzt. **d** Definitive Lage des Innenkatheters, der im sanften Bogen durch den Magen bis ins Jejunum läuft. [rerif]

Jejunalschlinge knapp hinter der Flexura duodenojejunalis punktiert und somit der ideale Resorptionsort für L-Dopa weitgehend optimal getroffen werden kann.

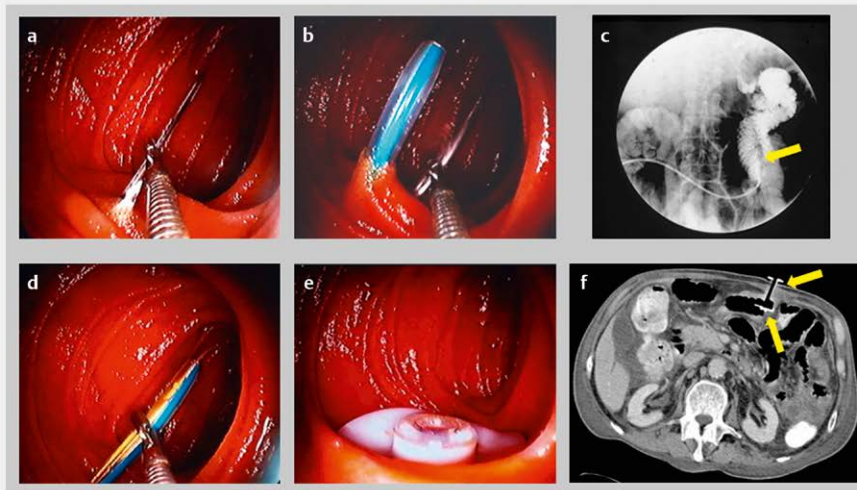
Die relativ anspruchsvolle Punktionstechnik, die einen sehr erfahrenen Endoskopiker voraussetzt, sowie die Sorge vor Komplikationen mit einer reinen FDZ-Technik an dieser Stelle (siehe oben) haben jedoch bislang verhindert, dass größere Zahlen an Parkinson-Patienten eine EPJ erhalten haben.

Neue Punktions-Devices, die sich in Entwicklung/Erprobung befinden, könnten hier einen Wandel schaffen und die EPJ/D-PEJ in Hybrid-Technik als optimale Applikationsform für L-Dopa intrajejunal etablieren.

Ein weiterer Vorteil der EPJ-Technik ist die sehr kurze Wegstrecke, die das L-Dopa-Gel im relativ engen Schlauchlumen passieren muss (wenige Zentimeter von der Bauchoberfläche bis ins Jejunum im Gegensatz zu > 60 cm bei einer JET-PEG). Damit wird die Hydrodynamik der kleinkalibrigen Schlauchsysteme verbessert. Nach dem Hagen-Poiseuille'sches Gesetz (1839) spielt der Innendurchmesser des Rohres, der sich in 4. Potenz auswirkt, die entscheidende Rolle für den Volumenstrom bzw. den erforderlichen Druck. Das hat erhebliche Konsequenzen für kleinkalibrige Schlauchsysteme bei der Applikation des relativ hoch viskösen LCIG/LECIG-Gels in das Darmlumen und stellt eine relativ häufige Komplikationsquelle dar [17, 18]. Diese physikalischen Fakten sollten auch im medizintechnischen Kontext bei der Konstruktion tragbarer Pumpen eine größere Beachtung finden.



► **Abb. 10** Häufiges Problem bei der JET-PEG ist die Dislokation des Innenkatheters. Sie kann durch Clipfixierung der Innenkatheter-Spitze an der jejunalen Wand verhindert werden. **a bis c** Fixierung der Innenkatheter Spitze mit 2 Hämostase-Clips (gelbe Pfeile) **d bis f** Radiologische Verifizierung. [rerif]



► **Abb. 11** D-PEJ = EPJ: Direkte Punktion des Dünndarms in FDZ-Technik; damit wird ein direkter Zugang ins Jejunum geschaffen. **a** Fixierung der Anästhesienadel im jejunalen Lumen. **b** Paralleler Einstich des Faden-Trokars. **d** Umgreifen und Fixierung des Faden-Trokars. **e** Nach Fadendurchzug optimale Position der inneren Halteplatte an der jejunalen Wand. **c** und **f** Radiologische Verifizierung: optimale Sondenlage in der zweiten Jejunalschlinge. [rerif]

Ausbildung und Training

Angesichts der in der Regel schwer kranken Patienten und dem relativ aufwändigen invasiven Verfahren einer JET-PEG sollten Probleme unbedingt schon von vornherein vermieden werden. Dazu gehört neben der Befolgung spezieller Hinweise zu Applikation auch, dass alle Akteure (Ärzte und Pflegepersonal) vorab ein strukturiertes Hands-on-Trainingsprogramm zu den Anlagemethoden durchlaufen haben [52]. Optimale Ausbildung und effektives Training sind für den Erfolg einer PEG-Anlage entscheidend [53].

PK-spezifische Aspekte

Prä-interventionelle Nüchternheit

Für eine PEG-Anlegung ist nur eine bedingte Nüchternheit vor dem Eingriff erforderlich, bis 3–4 Stunden vor dem Eingriff kann der Patient in der Regel Tee, Wasser und auch alle seine Medikamente zu sich nehmen. Ausgedehnte Mahlzeiten sind im Vorfeld aber – auch im Hinblick auf eine eventuell vorliegende Gastroparese – zu vermeiden.

Prä-interventionelle Antibiose

Patienten mit fortgeschrittenem Morbus Parkinson gehören zu einer Hochrisikogruppe, für die eine prä-interventionelle Antibiotikagabe (z. B. mit einem Cephalosporin der 2. Generation, wie sie international zum Standard gehört [21–23]) unbedingt anzuraten ist.

Post-interventionelles Management

Auch bei Parkinson-Patienten kann nach Abklingen der Analgosedierung, d. h. nach 3–4 Stunden, der Patient trinken und mobilisiert werden [21, 22]. In diesem Zusammenhang besteht bei Anwendung der beschriebenen Hybrid-PEG-Methode ein hoher Sicherheitsfaktor, sodass in diesem Fall prinzipiell auch die PEG unmittelbar nach der Anlegung beschickt werden kann und ein relativ zügiger Kostaufbau möglich ist.

Empfehlungen zur Kostform

Bezüglich der Kost beim Vorhandensein einer PEG mit Innenkatheter wird geraten, bei sehr faserreichen Speisen (z. B. Sauerkraut, Salat etc.) Zurückhaltung zu üben, sie gut zu zerkleinern und zu kauen und die Nahrungsaufnahme mit relativ viel Flüssigkeit zu begleiten.

Optimale Nachsorge/Pflege

Aufgrund der besonderen Wichtigkeit einer funktionierenden PEG zur L-Dopa-Applikation sind Maßnahmen zur optimalen Pflege des Sondenaustrittsstelle und der Sonde besonders relevant. Vor allem eine korrekte Wundversorgung mit Lockerung und Vermeidung einer Rotation bei einliegendem Innenkatheter ist essenziell. Für die Nachsorge sollten unbedingt speziell ausgebildete Pflegekräfte zum Einsatz kommen und Patient und Angehörige besonders gut geschult werden.

Berücksichtigung der Aktivität bzw. Hyperaktivität der Patienten

Motorische Hyperaktivität wird unter der Therapie einer Parkinson-Erkrankung nicht selten beobachtet. Deshalb ist die Absicherung der PEG-Schläuche und eine Verhinderung mechanischer Komplikationen eine wichtige Aufgabe. Es muss unter allen Umständen verhindert werden, dass (durch herunterfallende Pumpen, Hängenbleiben an Tischkanten oder Türgriffen etc.) die PEG-Schläuche disloziert oder gar herausgerissen werden. Einfache Verbände, wie sie bei einem bettlägerigen Patienten, der nur per PEG ernährt wird, möglich sind, müssen hier durch großflächige Sicherung, z. B. Verklebung mit hautfreundlichen Klebeverbänden ersetzt bzw. ergänzt werden. Speziell gefertigte Kleidung und spezielle Tragetaschen, in denen die Pumpe fest und sicher verstaut werden kann, sind für Patienten mit Hyperaktivität sinnvoll. Bei gut eingestellten Patienten sollten allerdings Dyskinesien deutlich verringert sein.

Zusammenfassung

Für die fortgeschrittene Parkinson-Krankheit stellt die intrajeunale Pumpen-gesteuerte Applikation von L-Dopa eine Eskalation der Standard-Therapieform dar. Sie wird bislang über eine sogenannte JET-PEG realisiert, d. h. eine PEG mit eingelegtem Innenkatheter bis ins Jejunum.

Bei kritischer Analyse ergibt sich für die JET-PEG angesichts der hohen Komplikationsraten ein dringender Verbesserungsbedarf, vor allem durch Optimierung der Anlagetechnik. Dazu sind Modifikationen und Optimierungen der konventionellen Technik und die strikte Befolgung der erarbeiteten technischen Details zielführend. Dazuhin tragen neue Entwicklungen wie die Hybrid-PEG (Kombination von 3 Gastropexie-Nähten mit folgender zentraler Fadendurchzugstechnik der PEG-Sonde) zu einer dramatischen Senkung der Komplikationsrate bei.

Weitere Entwicklungen vor allem bzgl. der Applikations-Devices sind erforderlich, um für die kritische Patientengruppe mit fortgeschrittener PK die intrajeunale L-Dopa-Applikation noch sicherer und effektiver machen zu können.

Wer Patienten mit einer fortgeschrittenen PK behandelt oder betreut, sollte über Möglichkeiten und Probleme der intrajeunalen gezielten L-Dopa-Applikation informiert sein, um dafür zu sorgen, dass bei der Anlage einer JET-PEG die vielfachen Möglichkeiten einer Komplikationsvermeidung durch eine optimierte Anlagetechnik realisiert werden. Grundsätzlich sollten solche Patienten in Zentren mit entsprechender Erfahrung behandelt werden, auch um eine optimale Nachbetreuung sicher zu stellen.

Fazit für die Praxis

Alle Personen im medizinischen Bereich, die mit der Therapie von Parkinson-Patienten zu tun haben, sollten die Grundsätze der PEG-Anlage und die Komplikationsmöglichkeiten sowie Prophylaxe und Therapie von Komplikationen kennen. Optimal dafür sind strukturierte Kurse mit Hands-on-Trainingsmöglichkeit.

Danksagung

Die Autoren danken Frau Dr. J. Fokkens und Herrn Prof. Dr. Ch. Bojarski für ihre wertvolle Hilfe bei der Erstellung des Manuskripts.

Interessenkonflikt

K.E. Grund und A. Zipfel haben Beraterverträge bei Fresenius Kabi. W.H. Jost ist als Referent und/oder Berater für AbbVie, Bial, Britannia/Stada, Desitin, Merz und Zambon tätig.

Literatur

- [1] Salat D, Tolosa E. Levodopa in the treatment of Parkinson's disease: current status and new developments. *J Parkinsons Dis* 2013; 3: 255–269. DOI: 10.3233/JPD-130186
- [2] AWMF: S3-Leitlinie Idiopathisches Parkinson-Syndrom. AWMF-Register-Nummer 030-01047, 2016.
- [3] Jost WH, Buhmann C, Classen J et al. Stellenwert der COMT-Hemmer in der Therapie motorischer Fluktuationen. *Der Nervenarzt* 2022; 93: 1035–1045. DOI: 10.1007/s00115-021-01237-3
- [4] Jost WH. Gastrointestinal dysfunction in Parkinson's Disease. *J Neurol Sci* 2010; 289: 69–73. DOI: 10.1016/j.jns.2009.08.020 S0022-510X(09)00775-8 [pii]

- [5] Warnecke T, Schafer KH, Claus I et al. Gastrointestinal involvement in Parkinson's disease: pathophysiology, diagnosis, and management. *NPJ Parkinsons Dis* 2022; 8: 31. DOI: 10.1038/s41531-022-00295-x31 10.1038/s41531-022-00295-x [pii] 295 [pii]
- [6] Gheorghe C, Dumitru E, Ciocîrlan M et al. Percutaneous Endoscopic Gastrostomy with Jejunal Extension Tube for the Delivery of Levodopa Carbidopa Intestinal Gel: Clinical Practice Guidelines of the Romanian Society of Digestive Endoscopy. *J Gastrointest Liver Dis* 2019; 28: 349–354. DOI: 10.15403/jgld-404
- [7] Dam-Larsen S, Darkahi B, Glad A et al. Best practice in placement of percutaneous endoscopic gastrostomy with jejunal extension tube for continuous infusion of levodopa carbidopa intestinal gel in the treatment of selected patients with Parkinson's disease in the Nordic region. *Scand J Gastroenterol* 2015; 50: 1500–1507. DOI: 10.3109/00365521.2015.1055793
- [8] Lex KM, Kundt FS, Lorenzl S. Using tube feeding and levodopa-carbidopa intestinal gel application in advanced Parkinson's disease. *Br J Nurs* 2018; 27: 259–262. DOI: 10.12968/bjon.2018.27.5.259
- [9] Nomoto Y, Furihata M, Hagiwara H et al. Transgastric Jejunoscopy (PEG-J) for Continuous Infusion of Levodopa-Carbidopa Intestinal Gel: An Approach for Parkinson's Disease Treatment. *Medical Science Monitor* 2023; 29: DOI: 10.12659/MSM.941285
- [10] Grund KE, Zipfel A, Duckworth-Mothes B et al. Optimised endoscopic access for intrajejunal levodopa application in idiopathic Parkinson's syndrome. *Journal of Neural Transmission* 2023; 130: 1383–1394. DOI: 10.1007/s00702-023-02601-0
- [11] Gauderer MW, Ponsky JL, Izant RJ Jr. Gastrostomy without laparotomy: a percutaneous endoscopic technique. *J Pediatr Surg* 1980; 15: 872–875. DOI: S0022346880001352 [pii]
- [12] Grund KE, Zipfel A. Komplikationen bei perkutaner endoskopischer Gastrostomie (PEG). *Allgemein- und Viszeralchirurgie up2date* 2016; 10: 89–104. DOI: 10.1055/s-0042-102287
- [13] Rabast U, Krause J, Grzyszczok E. Indikationen, Frühkomplikationen und Überlebensraten bei 444 konsekutiven PEG-Patienten unter enteraler Ernährung. *Aktuelle Ernährungsmedizin* 2008; 33: 189–194. DOI: 10.1055/s-2008-1067409
- [14] Peveling-Oberhag J, Osman I, Walter D et al. Risk factors for early and late procedure-related adverse events in percutaneous endoscopic gastrostomy: A single center, retrospective study. *J Gastroenterol Hepatol* 2019; 34: 404–409. DOI: 10.1111/jgh.14407
- [15] Fernandez HH, Vanagunas A, Odin P et al. Levodopa-carbidopa intestinal gel in advanced Parkinson's disease open-label study: interim results. *Parkinsonism Relat Disord* 2013; 19: 339–345. DOI: 10.1016/j.parkreldis.2012.11.020
- [16] Jost WH. Unwanted effects and interaction of intrajejunal levodopa/carbidopa administration. *Expert Opinion on Drug Safety* 2014; 13: 447–458. DOI: 10.1517/14740338.2014.896336
- [17] Antonini A, Odin P, Pahwa R et al. The Long-Term Impact of Levodopa/Carbidopa Intestinal Gel on 'Off-time in Patients with Advanced Parkinson's Disease: A Systematic Review. *Adv Ther* 2021; 38: 2854–2890. DOI: 10.1007/s12325-021-01747-1
- [18] Olanow CW, Kieburtz K, Odin P et al. Continuous intrajejunal infusion of levodopa-carbidopa intestinal gel for patients with advanced Parkinson's disease: a randomised, controlled, double-blind, double-dummy study. *Lancet Neurol* 2014; 13: 141–149. DOI: 10.1016/S1474-4422(13)70293-X
- [19] Löser C, Aschl G, Hebuterne X et al. ESPEN guidelines on artificial enteral nutrition – percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG). *Clin Nutr* 2005; 24: 848–861. DOI: 10.1016/j.clnu.2005.06.013
- [20] Arvanitakis M, Gkolfakis P, Despott EJ et al. Endoscopic management of enteral tubes in adult patients – Part 1: Definitions and indications. *European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Guideline. Endoscopy* 2021; 53: 81–92. DOI: 10.1055/a-1303-7449
- [21] Gkolfakis P, Arvanitakis M, Despott EJ et al. Endoscopic management of enteral tubes in adult patients – Part 2: Peri- and post-procedural management. *European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Guideline. Endoscopy* 2021; 53: 178–195. DOI: 10.1055/a-1331-8080
- [22] Jain R, Maple JT, Anderson MA et al. The role of endoscopy in enteral feeding (Guideline der American Society of Gastrointestinal Endoscopy ASGE). *Gastrointest Endosc* 2011; 74: 7–12. DOI: 10.1016/j.gie.2010.10.021
- [23] Stroud M, Duncan H, Nightingale J et al. Guidelines for enteral feeding in adult hospital patients (Guideline der British Society of Gastroenterology BSG). *Gut* 2003; 52: vii1–vii12. DOI: 10.1136/gut.52.suppl_7.vii1
- [24] Hucl T, Spicak J. Complications of percutaneous endoscopic gastrostomy. *Best Pract Res Clin Gastroenterol* 2016; 30: 769–781. DOI: S1521-6918(16)30080-4 [pii]10.1016/j.bpg.2016.10.002
- [25] Boeykens K, Duysburgh I. Prevention and management of major complications in percutaneous endoscopic gastrostomy. *BMJ Open Gastroenterology* 2021; 8: e000628. DOI: 10.1136/bmj-gast-2021-000628
- [26] ENDO Podcast – Good Morning Endoscopy! Gastgeber: Alexander Meinung. Folge #31: PEG und Ernährungssonden – so einfach und doch so schwer? – mit Arno Dormann <https://www.endoscopy-campus.com/endo-podcast> 10. Januar 2023
- [27] Kratt T, Stüker D, Angelova K et al. Evaluation of complications after PEG-placement without prophylactic antibiotics. *Z Gastroenterol* 2010; 48: P033. DOI: 10.1055/s-0030-1263477
- [28] Schwartz B, Ziegler P, Hermes J-MJ et al. Complications of percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG) tube placement by provider training: a retrospective analysis. *Gastrointestinal Endoscopy* 2022; 95: AB467. DOI: 10.1016/j.gie.2022.04.1172
- [29] Grund KE, Ingenpass R, Königsrainer I et al. Endoskopisch gelegte Ernährungssonden: Technische Tipps und Tricks. Teil 2: JET-PEG und Direktpunktion. *Endo heute* 2006; 19: 158–164. DOI: 10.1055/s-2006-942242
- [30] Grund KE, Zipfel A, Mothes B. Sonden und PEGs zur Ernährung und Dekompression. *Allgemein- und Viszeralchirurgie up2date* 2021; 15: 127–148. DOI: 10.1055/a-1300-9283
- [31] Thorwald J. *Das Weltreich der Chirurgen*. Stuttgart: Steingrüben; 1957
- [32] Thorwald J. *Das Jahrhundert der Chirurgen*. Stuttgart: Steingrüben; 1956
- [33] Grund KE. Persönliche Mitteilung. 2006;
- [34] Schumacher L, Bojarski C, Reich V et al. Complication rates of direct puncture and pull-through techniques for percutaneous endoscopic gastrostomy: Results from a large multicenter cohort. *Endosc Int Open* 2022; 10: E1454–e1461. DOI: 10.1055/a-1924-3525
- [35] Kishta J, Reich V, Bojarski C. Hybrid-PEG – Erfahrungen nach über 300 Hybrid-PEGs an der Charité. *Endo-Praxis* 2021; 37: 95–99. DOI: 10.1055/a-1303-9295
- [36] Reich V, Bojarski C, Treese C et al. Perkutane endoskopische Gastrostomie: Analyse von 500 PEG-Punktionen durch geschultes Assistenzpersonal. *Z Gastroenterol* 2023; 61: KV320. DOI: 10.1055/s-0043-1772017
- [37] Zipfel A, Ingenpaß R, Grund KE. Sonden legen: Nasogastrale Sonden. *Lege artis* 2012; 2: 40–44. DOI: 10.1055/s-0032-1302474
- [38] Grund KE, Ingenpaß R. Endoskopisch gelegte Ernährungssonden: Technische Tipps und Tricks. Teil 4: Nasogastrale und nasoenterale Sonden zur Ernährung. *Endo heute* 2007; 20: 164–172. DOI: 10.1055/s-2007-990461
- [39] Duckworth-Mothes B, Zipfel A, Grund KE. Perkutane Enterostomie: Schritt für Schritt. Teil 1: Perkutane Gastrostomien. *Gastroenterologie up2date* 2022; 17: 209–223. DOI: 10.1055/a-1935-8687

- [40] Farrag K, Shastri YM, Beilenhoff U et al. Percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG): a practical approach for long term management. *BMJ* 2019; 364: k5311. DOI: 10.1136/bmj.k5311
- [41] Grund KE, Königsrainer I, Zipfel A. Endoskopisch gelegte Ernährungs-sonden: Technische Tipps und Tricks; Teil 1: PEG und EPJ in Fadendurchzugsmethode. *Endo heute* 2006; 19: 98–105. DOI: 10.1055/s-2006-942095
- [42] Deutsche Parkinson-Vereinigung e.V. (DPV). Pumpentherapien. Im Internet: www.parkinson-vereinigung.de/die-krankheit/allgemeines-zu-therapien1/pumpentherapien.html Stand: 29. 2. 2024
- [43] Schröter N, Jost WH, Rijntjes M et al. Synergien statt Rivalitäten – die missverstandenen Rollen von kontinuierlicher intrajejunaler Levodopatherapie und Tiefer Hirnstimulation in der Behandlung des Morbus Parkinson – eine Expertenmeinung. *Fortschr Neurol Psychiatr* 2024. DOI: 10.1055/a-2238-1641
- [44] Ponsky JL. Transilluminating percutaneous endoscopic gastrostomy. *Endoscopy* 1998; 30: 656. DOI: 10.1055/s-2007-1001371
- [45] Grund KE, Zipfel A. Perkutane endoskopische Gastrostomie – Komplikationen vermeiden und therapieren. *Gastroenterologie up2date* 2017; 13: 83–99. DOI: 10.1055/s-0042-122650
- [46] Duckworth-Mothes B. Persönliche Mitteilung. 2023;
- [47] Grund KE, Ingenpaß R, Königsrainer I et al. Endoskopisch gelegte Ernährungs-sonden: Technische Tipps und Tricks. Teil 3: Buried-Bumper-Syndrom. *Endo heute* 2007; 20: 28–32. DOI: 10.1055/s-2007-960591
- [48] Ellis H, Lennox M. (eds.). *Peritoneal Adhesions*. Westminster Hospital Medical School. 1983
- [49] Grund KE. Peritoneale Adhäsionen. In: Broschüre BAYER. 1983: 1–23
- [50] Reich V, Bojarski C, Treese C et al. Percutaneous Endoscopic Gastrostomy insertion performed by trained assistant personal – Retrospective data on 500 procedures. *Endoscopy*. [Submitted]
- [51] Mellert J, Naruhn MB, Grund KE et al. Direct endoscopic percutaneous jejunostomy (EPJ). Clinical results. *Surg Endosc* 1994; 8: 867–869. discussion 869-870. DOI: 10.1007/BF00843456
- [52] Grund K-E, Zipfel A. Flexible Endoskopie – Ausbildung und Training speziell für Chirurgen. *Allgemein- und Viszeralchirurgie up2date* 2019; 13: 403–416. DOI: 10.1055/a-0756-6137
- [53] Engelke M, Grund KE, Schilling D et al. Development and Pilot Validation of an Instrument Assessing Sensorimotor Skills for Percutaneous Gastral Puncture. *Visc Med* 2021; 37: 212–218. DOI: 10.1159/000511350