

3. Laser- und Elektrokoagulationsverfahren im Gastrointestinaltrakt

GOSSNER, L. und ELL, C.

Innere Medizin II, HSK Wiesbaden

Die lokale Therapie von Tumoren des Gastrointestinaltraktes stellt in der Regel ein palliatives Vorgehen im Sinne einer thermischen oder athermischen Gewebedestruktion dar. Aufwendige und risikoreiche Palliativoperationen bei gastrointestinalen Tumoren werden in zunehmendem Maße durch lokale tumorverdrängende Gewebeverfahren im Sinne einer Stentimplantation und durch gewebedestruierende Therapien ersetzt^{1,2}. Daneben werden bei Patienten mit Präkanzerosen, intraepithelialen Neoplasien und mukosalen Karzinomen der Speiseröhre und des Magens lokale endoskopische Therapieverfahren in kurativer Intention zunehmend häufiger angewandt. Zur lokalen thermischen Gewebedestruktion oder Ablation stehen neben dem Neodym-YAG-Laser die Argonplasmakoagulation (APC), die heute als historisch zu betrachtende monopolare Elektrokoagulation, die deutlich seltener angewandte bi- oder multipolare Elektrokoagulation sowie als athermisches Verfahren die photodynamische Lasertherapie (PDT) zur Verfügung.

1. Laserkoagulation

1.1. Technik

Die größten Erfahrungen zur thermischen Tumordestruktion sind bisher für den Nd:YAG-Laser (Neodymium-Ittrium-Aluminum garnet) bei einer Wellenlänge von 1064 nm beschrieben. Der Argon-Laser und der Nd:YAG mit KTP-Kristall zur Frequenzverdopplung (synthetisches, nicht-lineares Kristall aus potassium [K]-titanyl (T)-phosphate [P]; Wellenlänge 532 nm) haben sich nicht etabliert, werden jedoch für spezielle Indikationen in Zentren eingesetzt (siehe 1.2.).

Das Nd:YAG Laserlicht wird über koaxiale, in der Regel 600 µ starke Glas- oder Quarzfasern, die über den Arbeitskanal des Endoskops platziert werden, an den Tumor herangeführt. Exophytisch wachsendes Tumorgewebe wird bei einer Laserleistung von 70–90 Watt bei einer Pulsdauer von 1–2 Sekunden abgetragen. Da der Nd:YAG-Laser für das Auge unsichtbar ist, erfolgt die Zielerfassung des zu behandelnden Tumorgewebes mit einem Helium-Pilot-Laserstrahl. Die spezielle Laserfaser wird im Non-Kontakt-Verfahren mit einer Distanz von ca. 1 cm tangential zum Tumor platziert, um die Eindringtiefe gering und die Gefahr einer Perforation niedrig zu halten³. Um eine Via falsa zu vermeiden, sollte die Laserkoagulation stets am distalen Tumorende beginnen. Hierzu kann es erforderlich sein, der Lasertherapie eine zunächst mechanische Bougierung voranzustellen. Kurzstreckige Tumorsegmente von 5–6 cm sind hierbei am besten therapierbar. Läsionen nahe des oberen Ösophagusphinkters sowie im Bereich der Kardia sind aufgrund des oft geringen Abstandes und der Justierung des Zielstrahles als technisch schwieriger anzusehen.

1.2. Indikation und klinischer Einsatz

1.2.1. Palliative Tumortherapie

Die Nd:YAG-Lasertherapie ist im Bereich des Ösophagus und der Kardia sowie im unteren Gastrointestinaltrakt im Rektum und Sigmoid fest etabliert⁴⁻⁸. Primäre Indikationen sind hierbei die Beseitigung subjektiver Symptome im Sinne einer Dysphagie sowie die Wiedereröffnung des Ösophaguslumens, um eine zufriedenstellende Nahrungsaufnahme zu gewährleisten⁹⁻¹¹. Das Ausmaß der Obstruktion, die Länge des Tumors (< 5 cm), die zirkumferenzielle Ausdehnung sowie der Verlauf des Restlumens beeinflussen die Effektivität und Prognose der Lasertherapie¹⁰. Die Erfolgsrate bezüglich einer Beseitigung oder einer Verbesserung der Dysphagie ist anhand vieler Publikationen gut dokumentiert^{4-6, 8-18}. Der technische Erfolg im Sinne einer Wiedereröffnung des Ösophaguslumens liegt bei 97%, auch wenn das funktionelle Ergebnis mit 70–85% schlechter ausfällt. Ein dysphagiefreies Intervall von 3–6 Wochen ist bei 60–70 % der Patienten erreichbar. Die Lebensqualität der Patienten kann somit verbessert werden, auch wenn eine Verlängerung der Überlebenszeit nicht möglich ist. Die mittlere Überlebenszeit bei erfolgreicher Palliation liegt zwischen 12 und 22 Wochen⁸⁻¹⁸.

In einer großen Serie von 1359 Patienten ist die Komplikationsrate der Lasertherapie mit 4,1% angegeben, überwiegend handelt es sich um Perforationen¹⁸. Die relativ niedrige Komplikationsrate sowie die geringe Patientenbelastung sind die Vorteile der konventionellen Lasertherapie gegenüber der Endoprothesenimplantation im Bereich der Speiseröhre: Eine Arbeitsgruppe um Rutgeerts¹⁹ untersuchte retrospektiv die erzielten Ergebnisse bei 125 Patienten, die mittels Neodym:YAG-Laser, Kunststoffendoprothese oder Metallprothetik versorgt wurden. Die Komplikationsrate lag bei der Lasertherapie bei 9%, die methodenbedingte Letalität war 0%. Dagegen war die Komplikationsrate bei Kunststoffprothesen bei > 40% und die methodenbedingte Letalität bei 12%. Die selbstexpandierenden Metallstents wiesen eine Komplikationsrate von 30% und eine methodenbedingte Letalität von 5% auf. Die Autoren schlussfolgern, dass zumindest bei kurzstreckigen Stenosen primär eine Lasertherapie aufgrund der Komplikationsarmut erwogen werden sollte und erst im zweiten Schritt an eine Stent-Implantation zu denken sei.

Die Nachteile der Lasertherapie sind zum einen im relativ kurzen Intervall, während dem die Dysphagie gebessert ist und in den relativ hohen Anschaffungskosten zu sehen (30–80 000 Euro).

Eine palliative Thermokoagulation ist bei nicht stenosierenden Magentumoren lediglich bei chronischen Blutungen aus dem Tumor sinnvoll. Hier ist die Laserkoagulation die Methode der Wahl und hilft, den Blutkonservenverbrauch zu reduzieren. Bei stenosierenden Magentumoren kann mit Hilfe des Lasers zwar meist die Passage wiederhergestellt werden, die funktionellen Ergebnisse sind jedoch in der Regel nur bei kurzstreckigen Stenosen und exophytisch wachsenden Tumoren am ösophagokardialen Übergang befriedigend.

Bei exophytischen Karzinomen im Rektum-Sigmoid-Bereich stellt der Laser ein ausgesprochen sicheres und befriedigendes Palliativverfahren bei inoperablen Tumoren dar⁷.

1.2.2. Kurative Therapie gastrointestinaler Frühkarzinome

Neben der reinen Palliation kann der Neodym-YAG-Laser jedoch auch in kurativer Intention bei inoperablen Patienten eingesetzt werden^{20, 21}: Eine Arbeitsgruppe aus Belgien berichtet über ihre positiven Erfahrungen beim Magenfrühkarzinom. In 90% der Fälle ließ sich eine komplette initiale Remission erreichen²⁰. Ähnlich positive Erfahrungen berichtet auch eine japanische

Arbeitsgruppe an 30 Patienten mit Magenfrühkarzinom²¹. Kritisch ist jedoch anzumerken, dass bei der kurativen Lokalthherapie früher Neoplasien immer ein geweberesezierendes Verfahren wie die endoskopische Mukosaresektion (EMR) zur Histologiegewinnung primär angestrebt werden sollte.

Eine weitere, derzeit als experimentell anzusehende Indikation für den YAG- oder KTP-Laser ist die Ablation von spezialisiertem Zylinderepithel im Ösophagus, der sogenannten Barrettmukosa. Problematisch erscheint jedoch, dass keine komplette Ablation der Barrettmukosa erreicht werden konnte, persistierendes spezialisiertes Zylinderepithel wurde auch noch unter dem neugebildeten Plattenepithel nachgewiesen. Erste kasuistische Berichte belegen desweiteren ein kuratives Potential bei hochgradigen intraepithelialen Neoplasien und mukosalen Karzinomen²²⁻²⁵.

1.2.2. Nichtvariköse gastrointestinale Blutung

Der YAG-Laser sollte heute nicht mehr zur Primärtherapie der Ulkusblutung angewandt werden. Vulnerable, spontan blutende Tumoren können jedoch effektiv therapiert werden. Positive Berichte liegen über seinen Einsatz bei Strahlenproktitis mit chronischem Blutverlust vor (26). Auch seltene Situationen wie das GAVE-Syndrom („Wassermelonenmagen“) und Angiodysplasien können eine gute Indikation für die Laserkoagulation darstellen (27).

2. Argon-Plasma-Koagulation und Elektrokoagulation

2.1. Argonplasmakoagulation-Technik

Die Argon-Plasma-Koagulation (APC) ist ein Verfahren der monopolaren Hochfrequenzchirurgie, das die herkömmliche mono- und bipolare Elektrokoagulation oder die Elektro-Hydro-Thermosonde weitgehend verdrängt hat. Bei der APC (z.B. Argon-Beamer 2, Erbe, Medizintechnik, Tübingen, Deutschland) wird elektrische Energie durch ionisiertes und damit elektrisch leitfähiges, gasförmiges Argon auf das zu koagulierende Gewebe übertragen. Die Argon-Plasma-Koagulation kann deshalb in gleicher Weise wie der Laser im Non-Kontakt-Verfahren eingesetzt werden. Bei der APC wird Hochfrequenzstrom über einen flexiblen, teflonbeschichteten Katheter durch ionisiertes Argongas auf das Gewebe appliziert und dort eine thermische Koagulation und Desikkation bewirkt. Eine Vaporisation des Gewebes wie bei Lasersystemen tritt nicht auf. Wegen des physikalischen Prinzips ist die Eindringtiefe des thermischen Effekts begrenzt, so dass tieferliegende Gewebeschichten nicht miterfasst werden. Die begrenzte Eindringtiefe verringert das Perforationsrisiko, schließt es aber nicht aus. Der bei der Applikation bestehende Lichtbogen weist jedoch keine physikalische Gemeinsamkeit mit dem Laser auf. Die Applikation der Energie wird nicht von den Gesetzen der Optik wie beim Laser, sondern von den Gesetzen der elektrischen Felder bestimmt. Die Eindringtiefe kann durch die Begrenzung der Hochfrequenzleistung und Applikationsdauer sowie auch in geringem Maße durch den Gasfluss bestimmt werden. Die maximale Eindringtiefe der thermischen Effekte beträgt ca. 3–4 mm. Neu entwickelte Sonden scheinen eine verbesserte Gewebedestruktion zu induzieren. Die Argon-Plasma-Koagulation muss stets unter Sicht durchgeführt werden. Hierbei muss zum Zünden des Plasmas die Sonde ausreichend nahe an das Zielgewebe herangebracht werden, ohne die Organwand zu berühren. Ähnlich der Lasertherapie sollte die Applikation des ionisierten Gases in kurzen Pulsen erfolgen und die Hochfrequenz-Ausgangsleistung und die Applikationsdauer entsprechend der intendierten Eindringtiefe begrenzt werden. Zur Tumordestruktion wird hierbei eine maximale Leistung von 99 Watt, zur Therapie des Stentingrowths/-overgrowths eine Applikation um 60 Watt empfohlen. Trotz der relativ oberflächlichen Gewebe-

destruktion kann durch den Kontakt der Sonde mit der Organwand ein Emphysem oder ein Wandschaden/Perforation entstehen. Gerade im rechtsseitigen Kolon ist aufgrund der geringen Wandstärke besondere Vorsicht geboten, hier gelten für flache Läsionen im rechtsseitigen Kolon wegen der bestehenden Perforationsgefahr reduzierte Leistungsdosen von 40 Watt. Die Behandlung kann grundsätzlich in Sedoanalgesie durchgeführt werden ²⁸⁻³³.

2.2. Argonplasmakoagulation – Indikation und klinischer Einsatz

2.2.1. Palliative Tumorthherapie

Der entscheidende Nachteil der Elektrokoagulationsverfahren – nämlich die Notwendigkeit des direkten und dauerhaften Kontaktes zwischen Tumorgewebe und Therapiesonde – wird durch den Argon-Beamer überwunden. Er hat mittlerweile Eingang in nahezu jede Endoskopieabteilung gefunden und wird als sogenannter „Laser des kleinen Mannes“ als preiswerte Alternative zum YAG-Laser sehr häufig in der Palliativtherapie größerer Tumoren im Ösophagus, Magen und Rektum eingesetzt: eine maximale Generatorleistung ist jedoch erforderlich, um ausreichende Ablationseffekte zu erzielen. Vergleichende klinische Studien zwischen Laser- und Argon-Beamer fehlen. Aufgrund vergleichender in-vitro-Untersuchungen muss jedoch davon ausgegangen werden, dass die Argon-Beamer-Therapie der Laserkoagulation unterlegen ist, d.h. für den gewünschten Therapieeffekt wesentlich mehr Behandlungssitzungen erforderlich sind ³²⁻³⁴.

2.2.2. Rekanalisation okkludierter Metallstents

Eine weitere Einsatzmöglichkeit liegt in der Therapie von Tumorein- oder -überwuchs in Metallstents, da durch den Argon-Beamer die Metallfilamente des Stents im Gegensatz zum Laser nicht so schnell destruiert werden. Ein direkter Kontakt der Metallfilamente sollte dennoch vermieden werden. Aus experimentellen Untersuchungen ist darüber hinaus bekannt, dass ein Teil der applizierten Energie über die Metallfilamente fortgeleitet wird und es z.B. am distalen Ende des Stents zu einer geringen Gewebekoagulation kommen kann. Deshalb sollte auch hier die Applikationsdauer des Argon-Plasmas möglichst kurz gehalten werden ^{29, 32}.

2.2.3. Barrettösophagus

Die Literaturübersicht von van den Boogert ³⁵ zeigt, dass die APC bisher fast ausschließlich zur Ablation von Barrettschleimhaut ohne Dysplasien oder mit leichtgradigen Dysplasien eingesetzt wurde. Hierbei ist oft eine streifenförmige Applikationstechnik in longitudinaler Richtung günstig. Voraussetzung für eine lokale, endoskopische Therapie beim Barrett-Ösophagus ohne bzw. mit lediglich low-grade Neoplasien sollte jedoch sein, dass mit den angewandten Therapien eine komplette Ablation des unerwünschten Epithels und eine komplette Restitution des orthotopen Epithels, ohne wesentliche Komplikationen, erreicht wird. Dies wurde bisher nur in einer Originalarbeit dokumentiert ³⁶. Die bisher publizierten Daten sind diesbezüglich noch nicht in der Lage, diese Frage eindeutig positiv zu beantworten ³⁵⁻³⁸. Ebenso wenig ist derzeit ein Vergleich der einzelnen endoskopischen Methoden hinsichtlich Effizienz, Risiken und Aufwand möglich. Die regelmäßige Überwachung ist obligat, da die Patienten zeitlebens gefährdet sind. Barrett-Epithel kann sich erneut bilden bzw. nach Bestrahlung können noch vorhandene Reste – teilweise unter Plattenepithel verdeckt – wieder an Größe und Neoplasiegrad zunehmen. Diese Annahmen werden durch bisher alle vorliegenden Studien, die als Originalarbeiten publiziert wurden, bestätigt. Fasst man zusammen, so kann eine endoskopische Lokalthherapie der Bar-

rett-Schleimhaut, ohne Neoplasie bzw. mit leichter Neoplasie, beim derzeitigen Kenntnisstand nicht außerhalb klinischer Studien empfohlen werden.

2.2.4. Kurative Therapie gastrointestinaler Frühkarzinome

Neben der reinen Palliation wurde der Argon-Beamer auch für die kurative Therapie kleiner Malignome genutzt. In ersten Pilotstudien wurde die APC zur primären Therapie bei hochgradigen intraepithelialen Neoplasien und Barrettfrühkarzinomen erfolgreich und komplikationslos eingesetzt^{39, 40}. Wiederum gilt, ein Einsatz außerhalb prospektiver klinischer Studien ist derzeit nicht gerechtfertigt. Auf Grund der irregulären punktförmigen Applikation erscheint der Einsatz jedoch eher fragwürdig, vielmehr sollte lediglich an eine Applikation zur Therapieoptimierung mit einer Energie von 80 bis 99 Watt in Kombination mit der EMR oder PDT gedacht werden.

2.2.5. Therapieoptimierung sessiler Adenome

Nach „Piecemeal“-Resektion großflächiger kolorektaler Adenome persistieren nicht selten kleine Reste neoplastischen Gewebes im Randbereich der Schnittflächen. Mittels APC kann hier eine Therapieoptimierung unmittelbar im Anschluss nach Polypektomie oder im kurzzeitigen Intervall durchgeführt werden. Zwar existieren derzeit keine vergleichenden Studien mit anderen Therapiemodalitäten, vielfache empirische Erfahrungen legen jedoch den Einsatz der APC für diese spezielle Indikation nahe^{34, 41}.

2.2.6. Zenkersches Divertikel

Die Therapie von Patienten mit symptomatischen Zenker Divertikel ist traditionell Domäne der Chirurgie – in Vollnarkose sowie in der Regel mit starrem Instrumentarium. Als Alternative zur Chirurgie wurde ein neuer „flexibler“ Therapieansatz mittels APC beschrieben: Nach Einlage einer Magensonde in das wahre Ösophaguslumen wird die Gewebebrücke zwischen Divertikel und Ösophaguslumen schrittweise mit APC durchtrennt. Die limitierte Eindringtiefe der thermischen Schädigung sowie die gute Hämostase minimieren die Perforationsgefahr und das potentielle Blutungsrisiko. Auch wenn die Erfahrungen derzeit noch begrenzt sind, scheint die endoskopische Therapie durchaus Vorteile zu bieten: Bei betagten Hochrisiko-Patienten ist keine Vollnarkose erforderlich und die Methode kann auf „Outpatient“-Basis durchgeführt werden. Jedoch muss einschränkend erwähnt werden, dass in der Regel mehrere Therapiesitzungen notwendig sind^{42–44}.

2.2.7. Nichtvariköse gastrointestinale Blutung

Die APC-Therapie wird heute großzügig zur Blutstillung nichtvariköser Blutungen im oberen und unteren Gastrointestinaltrakt eingesetzt. Das Indikationsspektrum reicht hierbei von der Ulkusblutung, Angiodysplasien, Ulkus Dieulafoy bis hin zu Blutungen aus benignen oder malignen Tumoren^{29, 45–49}. Die Mehrheit der publizierten Berichte beschreibt unkontrollierte Serien, die jedoch in der Bewertung der APC-Therapie als einfach, sicher, nebenwirkungsarm und nahezu uneingeschränkt verfügbar übereinstimmen. Während die APC-Therapie sicher nicht als Primärtherapie bei der Ulkusblutung angewandt werden sollte, kann sie beim Wassermelonen-Magen effektiv den Transfusionsbedarf verringern^{45–46}. In gleicher Weise gilt dies auch für die Strahlencolitis^{47–49}.

2.3. Elektrokoagulation-Technik

Zu unterscheiden sind mono-, bi- und multipolare Koagulationssonden (MPEC) und Modifikationen mit zusätzlicher Wasserspülung der Sonde, der sog. Elektro-Hydro-Thermosonde (EHT). Bei der MPEC erfolgt die Koagulation durch Applikation von Strom über zwei Elektroden, die mit Gewebe in Kontakt stehen. Hauptsächlicher Nachteil ist die relativ unkontrollierte Tiefe der Koagulation. Im Vergleich zu den monopolaren Elektroden ist bei der bi- und multipolaren Sonde die übertragbare Koagulationsenergie limitiert. Dieses Energielimit kann sowohl als Vorteil im Sinne einer verminderten Perforationsgefahr, aber auch als Nachteil im Sinne einer verminderten koagulatorischen Potenz interpretiert werden. Die geringen Anschaffungskosten sowie die einfache, flexible Handhabbarkeit macht dieses Verfahren auch heute noch gerade im angelsächsischen Raum relativ attraktiv.

2.4. Elektrokoagulation – Indikation und klinischer Einsatz

Größere Berichte zur palliativen Thermochemotherapie von Tumoren liegen bisher nicht vor. Die zur Verfügung stehenden Sonden sind jedoch für eine quantitativ ausreichende Tumorkoagulation unbefriedigend. Weiterhin muss hinzugefügt werden, dass die Elektrokoagulation im Verhältnis zur Lasertherapie einen wesentlichen Nachteil aufweist: Die Notwendigkeit, zur Tumordestruktion Kontakt zwischen der Sonde und dem Tumorgewebe aufrecht zu erhalten, impliziert bei größeren Tumoren einen relativ hohen zeitlichen Aufwand im Vergleich zum etablierten Laser-Non-Kontakt-Verfahren⁵⁰⁻⁵³. Die Elektrokoagulationstherapie scheint deshalb nur für kleine Läsionen attraktiv oder falls nur eine sehr oberflächliche Koagulation gewünscht ist.

Die multipolare Elektrokoagulation wird deshalb hauptsächlich von amerikanischen Arbeitsgruppen für eine spezielle Indikation eingesetzt: der sogenannten „Barrett-ablation“. So beschreiben mehrere Arbeiten die erfolgreiche Ablation von Zylinderepithel-Metaplasien bei Barrett-Ösophagus. Hier erfolgte entweder ohne oder unter Kombination mit einem Protonenpumpenblocker eine weitgehende Reepithelialisierung des Ösophagus mit normalem Plattenepithel nach Elektrokoagulation⁵⁴⁻⁵⁸.

4. Photodynamische Therapie

4.1. Technik

Die photodynamische Therapie (PDT) ist ein neues lokales endoskopisch kontrolliertes Therapiekonzept, das auf einer selektiven Sensibilisierung von präkanzerösen oder malignen Läsionen und einer lichtinduzierten Gewebedestruktion beruht. Als Lichtquellen dienen heute meist Farbstofflaser im Dauerstrichbetrieb. Laserlicht einer definierten Wellenlänge, die im relativen Absorptionsmaximum des verabreichten Photosensibilisators liegt, wird endoskopisch über flexible Lichtleiter in den Gastrointestinaltrakt eingebracht und kann zu einer lokalen Bestrahlung des sensibilisierten, dysplastischen oder malignen Gewebes eingesetzt werden. Die photodynamische Therapie nutzt hierbei das Phänomen, dass Licht in Gewebe gespeicherte photosensibilisierende Substanzen aktivieren kann. Die durch den Photosensibilisator absorbierte Lichtenergie wird in mehreren Schritten im wesentlichen auf den im Gewebe befindlichen Sauerstoff übertragen. Dieser gelangt damit in ein erhöhtes Energieniveau (Singulett-Sauerstoff). Der durch Licht „aktivierte“ Photosensibilisator führt über Oxidationsprozesse mit bestimmten Zellstrukturen wie z.B. der Zellmembran oder Mitochondrien zur Tumordestruktion

⁵⁹⁻⁶². Offenbar kommt es zu einer bevorzugten Bindung des Photosensibilisators an die Tumorzellmitochondrien sowie zu einer erhöhten Konzentration in den Endothelzellen der Tumorgefäße. In Abhängigkeit von dem verabreichten Photosensibilisator führt schließlich eine organspezifische Clearance nach unterschiedlichen Retentionszeiten zu einem Konzentrationsgefälle zwischen dysplastischem oder malignem Gewebe und dem Normalgewebe. Die Menge des im Gewebe angereicherten Photosensibilisators und die applizierte Lichtmenge bestimmen in Anwesenheit von Sauerstoff den destruierenden Effekt der PDT ⁶³. Der Wirkungsmechanismus der PDT postuliert somit im Gegensatz zu den konventionellen Hochenergielasern eine selektive, athermische Destruktion des Zielgewebes unter weitestgehender Schonung der gesunden Umgebung. Zur Lichtapplikation werden hierbei für tubuläre Hohlorgane wie dem Ösophagus zylindrische Diffusorstrahler zur circumferenziellen Lichtapplikation ⁶⁴ oder Mikrolinsen für eine antegrade Bestrahlung z.B. von Magenfrühkarzinomen eingesetzt. Die applizierten Lichtdosen liegen je nach Photosensibilisator zwischen 20 und 300 Joule, bei einer Leistungsdichte von 100 bis 400 mW, einem Bruchteil der durch den Neodym-YAG-Laser aufgebrachten Leistung.

4.2. Indikationen und klinischer Einsatz

4.2.1. Palliative Tumorthherapie

Aufgrund der derzeit noch limitierten Eindringtiefe des therapeutischen Laserlichtes (maximal 7–10 mm) liegt zur Zeit der sinnvollste Einsatz des Verfahrens in der kurativen endoskopischen Therapie oberflächlicher maligner Tumoren. Dennoch zeigen monozentrische und auch eine multizentrische Studie aus den USA, dass bei der palliativen Behandlung großvolumiger Tumoren die photodynamische Therapie der konventionellen Lasertherapie überlegen zu sein scheint ⁶⁵⁻⁶⁸. Die einzige sinnvolle palliative Indikation zur PDT scheinen derzeit die Gallengangskarzinomen darzustellen ^{69, 70}. Eine kasuistische Mitteilung aus früheren Jahren wurde von der Berliner Arbeitsgruppe aufgegriffen und im Sinne eines Pilotversuches klinisch umgesetzt. Sie berichtet in einer Originalarbeit über 9 Patienten mit fortgeschrittenem cholangiozellulärem Karzinom und einer Bismuth Typ III und -IV-Situation. Bei keinem der Patienten war eine suffiziente Drainage nach endoskopischer Stent-Implantation erreicht worden. Nach photodynamischer Therapie kam es zu einem Absinken des Bilirubin-Spiegels um mehr als 50% mit konsekutiver Verbesserung der Lebensqualität. Die 30-Tage-Mortalität war 0 und das mediane Überleben 440 Tage ⁶⁹. Bestätigen sich diese Ergebnisse in weiteren kontrollierten und evtl. vergleichenden Untersuchungen würde das eine gravierende Verbesserung der palliativen Therapie darstellen.

4.2.2. Kurative Therapie gastrointestinaler Frühkarzinome

Aus den oben geschilderten methodischen Gründen und in Anbetracht der guten Therapiealternativen bei der palliativen Behandlung stenosierender Tumoren des Gastrointestinaltraktes liegt der zukünftige Schwerpunkt der PDT jedoch auf der Destruktion von auf die Mukosa limitierten Frühkarzinomen des Verdauungstraktes und bei prä malignen Veränderungen, insbesondere der Speiseröhre. Erstmals wurden 1993 von Laukka alle 14 Patienten mit Barrett-Mukosa mit oder ohne Dysplasien therapiert ⁷¹. Weitere Therapieerfahrungen an Patienten mit unterschiedlichen Dysplasiestadien oder auf die Mukosa limitierten Karzinomen beim Barrett-Ösophagus sind beschrieben ⁷²⁻⁷⁹. Hochgradige intraepitheliale und Frühkarzinome konnten in 90–100 % der Fälle erfolgreich destruiert werden. In Kombination mit einer Langzeit-Säure-suppression mit einem Protonenpumpenblocker wurde hierbei eine Regeneration durch den

Einwuchs von normalem Plattenepithel erzielt⁷¹⁻⁷⁹.

Plattenepitheliale hochgradige intraepitheliale Neoplasien und Ösophagusfrühkarzinome können durch die PDT ebenfalls erfolgreich therapiert werden⁸⁰⁻⁸². Eine umfangreiche Arbeit zum Langzeitüberleben nach PDT legte die Lyoner Arbeitsgruppe um Lambert vor. Der Verlauf über 5 Jahre ist in dieser Studie mit mehr als 120 Patienten dokumentiert. Komplette Remissionen wurden hierbei in fast 90 % der Fälle bei einer 5-Jahresüberlebensrate um 70 % beobachtet. Allerdings wurden diese Ergebnisse bei teilweise multimodaler Therapie erreicht⁸³.

Vielversprechend ist auch der Einsatz der PDT bei endoskopisch schwer angehbaren Magenfrühkarzinomen, da hier die Gefahr einer Perforation aus methodischen Gründen nahezu ausgeschlossen ist⁸⁴⁻⁸⁶.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass bei sorgfältiger Anwendung die Nebenwirkungen der photodynamischen Therapie gering sind, es sich als wirklich um ein minimal-invasives Therapiekonzept handelt. Im Mittelpunkt steht hierbei die Sensibilisierung der Haut, direktes Sonnenlicht sollte entsprechend dem Photosensibilisator zwischen 36 Stunden und 6 Wochen vom Patienten gemieden werden. Die grundsätzlichen Nachteile der PDT liegen in der beschränkten Verfügbarkeit des Verfahrens, seiner hohen Kosten und noch nicht völlig gelösten methodischen Probleme. Diese betreffen die Dosimetrie, die verschiedenen, in Erprobung befindlichen Photosensibilisatoren und auch die Lichtapplikation. Als klinischer Nachteil ist anzuführen, dass dem Pathologen kein Material zur Beurteilung hinsichtlich der exakten Tiefeninfiltration und/oder Entfernung im Gesunden zur Verfügung bei der Therapie von gastrointestinalen Frühkarzinomen gestellt werden kann. Insgesamt muss betont werden, dass sich die photodynamische Therapie noch in einem klinisch-experimentellen Stadium befindet, so dass derzeit eine Therapie in kurativer Intention nur im Rahmen kontrollierter Studien gerechtfertigt erscheint.

Literatur:

- 1 May A, Selmeier M, Hochberger J, Gossner L, Mühlendorfer S, Hahn EG, Ell C. Memory metal stents for palliation of malignant obstruction of the esophagus and cardia. *Gut* 1995; 37: 309
 - 2 Riemann JR, Kohler D, Ell C. Upper gastrointestinal tract: Palliative treatment of malignant tumors. In: Reimann/Ell (Eds.): *Lasers in Gastroenterology*. Thieme, Stuttgart, New York 1989: 37-43
 - 3 Krasner N. Palliative laser therapy for tumors of the gastrointestinal tract. *Baillière Clin Gastroenterol* 1991; 5: 37-59
 - 4 Ell C, Riemann JF, Lux G, Demling L. Palliative laser treatment of malignant stenosis in the upper gastrointestinal tract. *Endoscopy* 1986; 18 21-26
 - 5 Krasner N, Barr H, Skitmore C, Morris A. Palliativ laser therapy for malignant dysphagia. *Gut* 1987; 28: 792-798
 - 6 Maunour V, Brunetaut JM, Cochelard P. Endoscopic palliation for inoperable malignant dysphagia: long term follow up. *Gut* 1992; 33: 1602-1607
 - 7 Mathus-Vliegen EMH, Tytgatt GNJ. Laser photocoagulation in the palliation of colo-rectal malignancies. *Cancer* 1986; 57: 2212-2216
 - 8 Fleischer D, Kessler J, Hayes O. Endoscopic Neodym-YAG-Laser therapy for carcinoma of the esophagus. A new palliative approach. *Am J Surg* 1982; 143: 280-283
 - 9 Krasner N, Beard J. Laser eradication of tumours of the esophagus in gastric cardia. *Brit Med J* 1984; 226: 829
 - 10 Fleischer D, Sievak MV. Endoscopic laser therapy as palliation for esophagogastric cancer. Parameters affecting initial outcome. *Gastroenterology* 1985; 89: 827-831
 - 11 Mallow MH, Pinkas H. Endoscopic laser therapy for malignancies affecting the esophagus and gastroesophageal junction. *Arch Int Med* 1985; 145: 1443-46
 - 12 Cello J, Gerstenberger P, Wright T et al. Endoscopic YAG laser palliation of non-resectable esophageal malignancy. *Ann Intern Med* 1985; 102: 610-612
-

- 13 Pietrafitta J, Dwyer R. Endoscopic laser therapy of malignant esophageal obstruction. *Arch Surg* 1986; 121: 395-400
 - 14 Maunoury V, Brunetaud J, Cochelard F et al. Endoscopic palliation for inoperable malignant dysphagia: Long-term follow up. *Gut* 1992; 33: 1602-1607
 - 15 Norberto L, Ranzato R, Marino S, Angriman I et al. Endoscopic palliation of esophageal and cardiac cancer: neodymium-yttrium aluminium garnet laser therapy. *Dis Esophagus* 1999; 12: 294-296
 - 16 Abdel-Wahab M, Gad-Elhak N, Denewer A, et al. Endoscopic laser treatment of progressive dysphagia in patients with advanced esophageal carcinoma. *Hepatogastroenterology* 1998; 45: 1509-1515
 - 17 Gossner L, Ell C. Malignant strictures: Thermal treatment. *Gastrointest Endosc Clin N Amer* 1998; 8 (2): 493-501
 - 18 Ell C, Demling L. Laser therapy of tumor stenosis in the upper gastrointestinal tract: An international inquiry. *Lasers Surg Med* 1987; 7: 491-494
 - 18 Gevers AM, Macken E, Hiele M, Rutgeerts P. A comparison of laser therapy, plastic stents and expandable metal stents for palliation of malignant dysphagia in patients without fistulas. *Gastrointest Endosc* 1998; 48: 383-388
 - 20 Sibille A, Deschamps C, Jonard P, Dive C, Warzee P, Shapira M, Geubel A. Endoscopic Neodym YAG treatment of superficial gastric carcinoma: Experience in 18 western inoperable patients. *Gastrointest Endosc* 1995, 42: 340-345
 - 21 Motoo J, Okai T, Songür Y, Watanabe H, Yamaguchi Y, Mouri I, Ohta H, Sawabu N. Endoscopic therapy for early gastric cancer. *J Clin Gastroenterol* 1995; 21: 17-23
 - 22 Sharma P, Jaffe PE, Bhattacharyya A, Sampliner RE. Laser and multipolar electrocoagulation ablation of early Barrett's adenocarcinoma: long-term follow up. *Gastrointest Endosc* 1999; 49: 442-446
 - 23 Biddlestone LR, Barham CP, Wilkinson SP, Barr H, Shepard NHA. The histopathology of treated Barrett's esophagus: squamous reepithelialization after acid suppression and laser and photodynamic therapy. *Am J Surg Pathol* 1998; 22: 239-245
 - 24 Gossner L, May A, Stolte M, Seitz G, Ell C. KTP-laser destruction of dysplasia and early cancer in columnar-lined Barrett's esophagus. *Gastrointest Endosc* 1999; 49: 8-12
 - 25 Barham CP, Jones RL, Biddlestone LR et al. Photothermal laser ablation of Barrett's esophagus: Endoscopic and histological evidence of squamous reepithelialisation. *Gut* 1997; 41:281-284
 - 26 Caratzas C, Spencer GM, Thorpe SM, Sargeant LR, Bown SG. Nd:YAG laser treatment of bleeding from radiation proctitis. *Endoscopy* 1996; 28: 497-500
 - 27 Rutgeerts P, Vantrappen G. Non-acute bleeding: angiodysplasia and other vascular anomalies. In: Krasner N (editor). *Lasers in Gastroenterology*. London. Chapman and Hall Medical 1991: 75-108
 - 28 Grund KE, Zindel C, Farin G. Praktische Hinweise für die Argon-Plasma-Koagulation (APC) in der flexiblen Endoskopie. *Endoskopie heute* 1996; 4: 338-344
 - 29 Grund KE, Zindel C, Farin G. Argon plasma coagulation through a flexible endoscope: evaluation of a new therapeutic method after 1606 uses. *Dtsch Med Wochenschr* 1997; 122: 432-438
 - 30 Spieß T, Köhler H, Barth P, Stinner W, Goeriko N, Rothmund M. Eindringtiefe des Argon-Beamers im OGIT. *Endoskopie heute* 1996; 1: 107 (A)
 - 31 Johanns W, Jakobeit C, Luis W, Greiner L. Kontaktlose Argon-Gas-Koagulation in der flexiblen Endoskopie des Gastrointestinaltraktes: In-vitro-Untersuchungen und erste klinische Erfahrungen. *Z Gastroenterol* 1995; 33: 694-700
 - 32 Gossner L, May A, Hahn EG, Ell C. Vaporization and coagulation properties of the argon-beamer, KTP- and Nd: YAG-laser – an experimental comparison. *Gastrointest Endosc* 43 (1996) A 18
 - 32 Watson JP, Bennett MK, Griffin SM, Mathewson K. The tissue effect of argon plasma coagulation on esophageal and gastric mucosa. *Gastrointest Endosc* 2000; 52: 342-345
 - 34 Wahab PJ, Mulder CJJ, den Hartog G, Thies JE. Argon plasma coagulation in flexible gastrointestinal endoscopy: pilot experiences. *Endoscopy* 1997; 29: 176-181
 - 35 van den Boogert J, van Hillegersberg R, Siersma PD, de Bruin RWF, Tilanus HW. Endoscopic ablation therapy for Barrett's esophagus with high grade dysplasia: a review. *Am J Gastroenterol* 1999; 94: 1153-1160
 - 36 Schulz H, Mielke S, Antos D, Schentke KU, Vieth M, Stolte M, Bayerdorffer E. Ablation of barrett's epithelium by endoscopic argon plasma coagulation in combination with high-dose omeprazole. *Gastrointest endosc* 2000; 51: 659-663
 - 37 Van Laethem J, Cremer M, Peny M et al. Eradication of Barrett's mucosa with argon plasma coagulation and acid suppression: Immediate and midterm results. *Gut* 1998; 43: 747-751
 - 38 Byrne J, Armstrong G, Attwood S. Restoration of the normal squamous lining in Barrett's esophagus by argon beam plasma coagulation. *Am J Gastroenterol* 1998; 93: 1810-1815
 - 39 May A, L. Gossner, E. Günter, M. Stolte, C. Ell. Local treatment of early cancer in short Barrett's esophagus by means of Argon Plasma Coagulation: initial experience. *Endoscopy* 1999; 31: 1-4
-

- 40 Sessler MJ, Becker HD, Fleisch I, Grund KE. Therapeutic effect of argon plasma coagulation on small malignant gastrointestinal tumors. *J Cancer Res Clin On-col* 1995; 121: 235-238
 - 41 Waye JD, Grund KE, Farin G. Argon plasma coagulation (APC): clinical usefulness in flexible endoscopy. *Gastrointest Endosc* 1996; 43: 306 (Abstrakt)
 - 42 Ishioka S, Sakai P, Maluf Filho F, Melo JM. Endoscopic incision of Zenker's divertikula. *Endoscopy* 1995; 27: 433-437
 - 43 Mulder CJJ, den Hartog G, Robijn RJ, Thies JE. Flexible endoscopic treatment of Zenker's diverticulum: a new approach. *Endoscopy* 1995; 27: 438-442
 - 44 Mulder CJJ. Zapping Zenker's diverticulum: gastroscopic treatment. *Can J Gastroenterol* 1999; 13: 405-407
 - 45 Probst A, Scheubel R, Wienbeck M. Treatment of watermelon stomach (GAVE syndrome) by means of endoscopic argon plasma coagulation (APC): long-term outcome. *Z Gastroenterol* 2001; 39: 447-452
 - 46 Poniachik J, Quera R, Saenz R, Alfaro J, Smok G. Endoscopic coagulation with argon plasma, a therapeutic option in gastric antral ectasia. *Rev Med Chil* 2001; 129: 547-551
 - 47 Fantin AC, Binek J, Suter WR, Mayenberger C. Argon beam coagulation for treatment of symptomatic radiation-induced proctitis. *Gastrointest Endosc* 1999; 49: 515-518
 - 48 Silva RA, Correia AJ, Moreira Dias L, Lomba Viana H, Lomba Vianan R. Argon plasma coagulation therapy for hemorrhagic proctosigmoiditis. *Gastrointest Endosc* 1999; 50: 221-224
 - 49 Morrow JB, Dumot JA, Vargo JJ. Radiation induced hemorrhagic carditis treated with argon plasma coagulator. *Gastrointest Endosc* 2000; 51: 498-499
 - 50 Blackwood WD, Silvis SE. Gastroscopic electrosurgery. *Gastroenterology* 1971; 61: 305-14
 - 51 Matek W, Reidenbach HD, Wittman A, Beierlein L, Hermanek P. A comparative study of the tissue destroying effect of the laser and electrocoagulation. *Endoscopy* 1989; 21: 31-36
 - 52 Jensen DM, Machiacado G, Cangall G, Tung LA. English-Zychs: Comparison of low-power YAG-Laser and BICAP tumor probe for palliation of esophageal cancer strictures. *Gastroenterology* 1988; 94: 12-63
 - 53 Johnston JH, Fleischer D, Petrini J, Nord HJ. Palliative bipolar electrocoagulation therapy for obstructing esophageal cancer. *Gastrointest Endosc* 1987; 33: 349
 - 54 Sampliner RE, Fennerty MB, Garewal HS. Reversal of Barrett's esophagus with acid suppression and multipolar electrocoagulation: preliminary results. *Gastrointest Endosc* 1996; 44: 523-525
 - 55 Kovacs B, Chen Y, Lewis T et al. Successful reversal of Barrett's esophagus with multipolar electrocoagulation despite inadequate acid suppression. *Gastrointest Endosc* 1999; 9: 547-553
 - 56 Sampliner RE, Faigel DO, Liebermann DA et al. Effective and safe endoscopic reversal of nondysplastic Barrett's esophagus with thermal electrocoagulation combined with high-dose acid inhibition: A multicenter study. *Gastrointest Endosc* 2001; 53: 554-558
 - 57 Fass R, Garewal HS, Hayden CW, Ramsay L, Sampliner RE. Preferential repair by squamous epithelium of thermal induced injury to the proximal stomach in patients undergoing ablation of Barrett's esophagus. *Gastrointest Endosc* 2001; 53: 711-716.
 - 58 Sampliner RE, Camargo L, Fass R. Impact of esophageal acid exposure on the endoscopic reversal of Barrett's esophagus. *Am J Gastroenterol* 2002; 97: 270-272
 - 59 Gossner L, Ell C. Photodynamic therapy. In: *Gastroenterological Endoscopy*. Classen M, Tytgat GNJ, Lightdale CJ (eds.) Thieme Verlag Stuttgart 2002; 334-344
 - 60 Weishaupt K, Gomer CJ, Dougherty T. Identification of singlet oxygen as the cytotoxic agent in photoinactivation of a murine tumor. *Cancer Res* 1976; 36: 2326-2329
 - 61 Fisher AMR, Murphee AL, Gomer CJ. Clinical and preclinical photodynamic therapy. *Las Surg Med* 1995; 17: 2-31
 - 62 Ell C, Gossner L. Photodynamic therapy and its potential for the treatment of gastrointestinal malignancies and precancerous conditions. *Endoscopy* 1994; 26 :262-263
 - 63 Gossner L, Wittke H, Warzecha A, Ernst H, Sroka R, Hahn EG, Ell C. Dose-dependend destruction of human gastrointestinal neoplasms by photodynamic therapy. A quantitative pilot study in athymic nude mice. *Euro J Gastroenterol Hepatol* 1994; 2 : 159-165
 - 64 Gossner L, Sroka R, Ell C. A new long-range through-the-scope balloon applicator for photodynamic therapy in the esophagus and cardia. *Endoscopy* 1999; 31: 370-376.
 - 65 McCaughan JS Jr, Nims TA, Guy JT, Hicks WJ, Williams TE, Laufmann LR. Photodynamic therapy for esophageal tumors. *Arch Surg* 1989; 124: 74-80
 - 66 Heier SK, Rothman KA, Heier LM, Rosenthal WS. Photodynamic therapy for obstructing esophageal cancer: Light dosimetry and randomized comparison with Nd:YAG laser therapy. *Gastroenterology* 1995; 109: 63-72
 - 67 Maier A, Tomaselli F, Gebhard F, Rehak P, Smole J, Smolle-Juttner FM. Palliation of advanced esophageal carcinoma by photodynamic therapy and irradiation. *Ann Thorac Surg* 2000; 69: 1006-1009
-

- 68 Kashtan H, Konikoff F, Haddad R, Skornick Y. Photodynamic therapy of cancer of the esophagus using systemic aminolevulinic acid and a non laser light source: a phase I/II study. *Gastrointest Endosc* 1999; 49: 760-764
 - 69 Ortner A, Ernst H, Lochs H. Photodynamic therapy of malignant common bile duct stenoses. *Gastroenterology* 1998; 114: 9-14
 - 70 Berr E, Mössner P. Photodynamische Therapie von cholangiocellulären Carcinomen [abstract]. *Z Gastroenterol* 1997; 35: 691
 - 71 Laukka MA, Wang KK, Cameron AJ, Alexander GL. The use of photodynamic therapy in the treatment of Barrett's esophagus. *Gastrointest Endosc* 1993; 39: A 291
 - 72 Barr H, Shepherd NA, Dix A, Roberts DJH, Tan WC, Krasner N. Eradication of high-grade dysplasia in columnar-lined (Barrett's) oesophagus by photodynamic therapy with endogenously generated protoporphyrin IX. *Lancet* 1996; 348: 584-585
 - 73 Ackroyd R, Brown NJ, Davis MF, Stephenson TJ, Marcus SL, Stoddard CJ, Johnson AG, Reed MWR. Photodynamic therapy for dysplastic Barrett's esophagus: a prospective, double blind, randomised, placebo controlled trial. *Gut* 2000; 47: 612-617
 - 74 Overholt BF, Panjehpour M. Photodynamic therapy for Barrett's esophagus: Clinical update. *Am J Gastroenterology* 1996; 91: 1719-1723
 - 75 Panjehpour M, Overholt BF, Haydek JM, Lee SG. Results of photodynamic therapy for ablation of dysplasia and early cancer in Barrett's esophagus and effect of oral steroids on stricture formation. *Am J Gastroenterol* 2000; 95: 2177-2184
 - 76 Overholt BF, Panjehpour M. Photodynamic therapy for Barrett's esophagus: Clinical update. *Am J Gastroenterology* 1996; 91: 1719-1723
 - 77 Overholt BF, Panjehpour M, Haydek JM. Photodynamic therapy for Barrett's esophagus: follow-up in 100 patients. *Gastrointest Endosc* 1999; 49: 1-7
 - 78 Gossner L, Stolte M, Sroka R et al. Photodynamic ablation of high-grade dysplasia and early cancer in Barrett's esophagus by means of 5-aminolevulinic acid. *Gastroenterology* 1998; 114: 448-455
 - 79 Tan WC, Fulljames C, Stone N, Dix AJ, Sheperd N et al. Photodynamic therapy using 5-aminolevulinic acid for esophageal adenocarcinoma associated with Barrett's metaplasia. *J Photochem Photobiol B* 1999; 53: 75-80
 - 80 Monnier P, Savary M, Fontolliet C, Wagnieres G, Chatelain A, Cornaz , et al. Photodetection and photodynamic therapy of early squamous cell carcinomas of the pharynx, oesophagus and tracheo-bronchial tree. *Las Med Sci* 1990; 5: 149-168
 - 81 Savary JF, Monnier P, Fontolliet C et al. Photodynamic therapy for early squamous cell carcinomas of the esophagus, bronchi and mouth with m-tetra-(hydroxyphenyl)-chlorin. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1997; 123: 162-8
 - 82 Gossner L, May A, Sroka R, Stolte M, Hahn EG, Ell C. Photodynamic destruction of high-grade dysplasia and early carcinoma of the esophagus after the oral administration of 5-aminolevulinic acid. *Cancer* 1999; 86: 1921-8
 - 83 Sibille A, Lambert R, Souquet J, Sabben G, Descos F. Long-term survival after photodynamic therapy for esophageal cancer. *Gastroenterology* 1995; 108: 337-344
 - 84 Kato H, Kawaguchi M, Konaka C. Evaluation of photodynamic therapy in gastric cancer. *Laser Med Sci* 1986; 1: 67-74.
 - 85 Ell C, Gossner L, May A, Schneider HAT, Hahn EG, Stolte M, Sroka R. Photodynamic ablation of early cancers of the stomach by means of mTHPC and laser irradiation. *Gut* 1998; 43: 345-349
 - 86 Gossner L, Ell C. Photodynamic therapy in gastric cancer. *Gastrointest Endosc Clin N Am* 2000; 10: 461-480
-

Empfehlungen zum Einsatz von Laser- und Elektrokoagulationsverfahren im Gastrointestinaltrakt

Lasertherapie als palliative Therapiemassnahme bei malignen Tumoren

- Einsatz als palliative Tumorthherapie an Ösophagus und Kardia sowie im unteren Gastrointestinaltrakt (Rektum, Sigmoid) (Evidenzgrad II-1 A).
- Einsatz als palliative Massnahme bei maligner Dysphagie (Evidenzgrad II-1 A).

Lasertherapie als kurative Therapiemassnahme bei malignen Tumoren

- Einsatz als kurative Massnahme bei Magenfrühkarzinomen bei inoperablen Patienten (Evidenzgrad II-3 bis III C).
- Einsatz als kurative Therapiemassnahme bei intraepithelialen Neoplasien und mukosalen Karzinomen des gastroösophagealen Übergangs (Evidenzgrad II-3 bis III C).

Argonplasmakoagulation

- Die palliative Tumorthherapie mit Argonplasmakoagulation ist der Laserkoagulation unterlegen (Evidenzgrad III B).
- Rekanalisation okkludierter Metallstents (Evidenzgrad III C).
- Endoskopische Lokalthherapie bei Barrett-Schleimhaut ohne bzw. mit leichten Neoplasien (Evidenzgrad II-2 C).
- Kurativer Einsatz bei intraepithelialen Neoplasien und Barrettfrühkarzinomen (Evidenzgrad III C).
- Nachbehandlung sessiler Kolonadenome nach Abtragung (Evidenzgrad III C).
- Endoskopische Therapie des Zenker-Divertikels (Evidenzgrad III C).
- Nichtvariköse gastrointestinale Blutung (Evidenzgrad III C).

Photodynamische Therapie – palliative Tumorthherapie

- Bei der palliativen Behandlung grosser Tumoren ist die photodynamische Therapie der konventionellen Lasertherapie überlegen (Evidenzgrad III C).
- Verbesserung der Lebensqualität und des Überlebens bei cholangiozellulärem Karzinom (Evidenzgrad III C).