

# Empfehlungen zur Anorektalen Manometrie im Erwachsenenalter<sup>1</sup>

## Anorectal Manometry<sup>2</sup>

### Authors

C. Pehl<sup>1</sup>, P. Enck<sup>2</sup>, A. Franke<sup>3</sup>, T. Frieeling<sup>4</sup>, W. Heitland<sup>5</sup>, A. Herold<sup>6</sup>, H. Hinninghofen<sup>7</sup>, M. Karaus<sup>8</sup>, J. Keller<sup>9</sup>, H.-J. Krammer<sup>10</sup>, M. Kreis<sup>11</sup>, R. Kuhlbusch-Zicklam<sup>4</sup>, H. Mönnikes<sup>12</sup>, U. Münnich<sup>13</sup>, T. Schiedeck<sup>14</sup>, M. Schmidtman<sup>12</sup>

### Affiliations

Die Institutsangaben sind am Ende des Beitrags gelistet.

### Schlüsselwörter

- Darm
- Rektummanometrie
- Empfehlungen

### Key words

- intestine
- rectal manometry
- recommendations

### Zusammenfassung

Die Gesellschaft für Neurogastroenterologie hat in Zusammenarbeit mit den Deutschen Gesellschaften für Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten (Kommission Proktologie), für Viszeralchirurgie (Arbeitsgruppe Colo-Proktologie) und für Koloproktologie Empfehlungen zur anorektalen Manometrie beim Erwachsenen erarbeitet. Die Empfehlungen umfassen die Abschnitte „Technische Grundlagen“, „Vor- und Nachbereitung“, „Durchführung und Auswertung“, „Reproduzierbarkeit“ sowie „Indikationen“. Bei jeder anorektalen Manometrie sind als Mindestanforderung zu bestimmen: der Ruhe- und maximale Kneifdruck im Analkanal, das Vorhandensein respektive Fehlen des rektoanal Inhibitionsreflexes, die sensorischen Schwellenwerte für Rektumdehnung (Perzeptions- und Stuhldrangschwelle) sowie eine Compliancemesung des Rektums bei einer Ballonfüllung mit 100 mL. In Abhängigkeit von spezifischen Fragestellungen oder laborspezifischen Protokollen kann zusätzlich die Analkanallänge, die Dauerkontraktionsleistung, die Schmerzschwelle bei Rektumdehnung bestimmt sowie ein Husten- oder Defäkationstest durchgeführt werden. Die Durchführung einer anorektalen Manometrie ist im Rahmen eines strukturierten Programms zur Abklärung der Stuhlinkontinenz und Obstipation indiziert. Weiter kann eine anorektale Manometrie im Einzelfall präoperativ, vor Biofeedback-Therapie sowie bei Patienten mit idiopathischem Schmerzsyndrom oder Reizdarm sinnvoll sein.

### Abstract

This document contains the guidelines of the German Societies of Neurogastroenterology and Motility, Gastroenterology (committee for proctology), Abdominal Surgery (coloproctology working group), and Coloproctology for anorectal manometry in adults. Recommendations are given about technical notes, study preparation (equipment; patient), technique for performing manometry and data analysis, reproducibility, and indications. Minimum standards for anorectal manometry are measurement of resting and squeeze pressure, testing of rectoanal inhibitory reflex, determination of rectal sensation (first perception and urge), and calculation of rectal compliance. Anorectal manometry is indicated in patients with fecal incontinence and constipation in the context of a structured programme.

received 11.3.2007

accepted 23.3.2007

### Bibliography

DOI 10.1055/s-2007-963099  
Z Gastroenterol 2007; 45:  
397–417 © Karl Demeter  
Verlag im Georg Thieme Verlag  
KG Stuttgart · New York ·  
ISSN 0044-2771

### Correspondence

#### Dr. Christian Pehl

Medizinische Klinik, Kreis-  
Krankenhaus Vilsbiburg  
Krankenhausstr. 2  
84137 Vilsbiburg  
Tel.: ++49/87 41/60 31 53  
Fax: ++49/87 41/60 32 04  
christian.pehl@kkh-  
vilsbiburg.de

<sup>1</sup> Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Neurogastroenterologie und Motilität, der Kommission Proktologie der Deutschen Gesellschaft für Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten, der Deutschen Gesellschaft für Koloproktologie und der Chirurgischen Arbeitsgruppe Colo-Proktologie der Deutschen Gesellschaft für Viszeralchirurgie zur anorektalen Manometrie im Erwachsenenalter

<sup>2</sup> Recommendations of the German Society for Neurogastroenterology and Motility, The Commission Proctology of the German Society for Digestive and Metabolic Diseases, the German Society for Coloproctology and the Surgical Working Group Coloproctology of the German Society for Visceral Surgery on Anorectal Manometry in Adults

## Einleitung

Die anorektale Manometrie ist ein diagnostisches Spezialverfahren der Proktologie zur Erfassung von motorischen und sensorischen Messdaten des Analkanals und des Rektums. Die Manometrie des Analkanals und Rektums geht auf Ballonkatheter-Messungen in den 30er-Jahren zurück. Durch das große Volumen dieser Ballons im Analkanal waren Fremdkörper-Irritationen jedoch unvermeidlich. Schuster und Mitarbeiter haben durch die Kombination von perfundierten Kathetersystemen im Analkanal und Rektum mit einer Ballonsonde im Rektum zur Dehnungsstimulation die bis heute gebräuchlichste Messmethode der anorektalen Manometrie eingeführt [1]. Die nachfolgenden Empfehlungen sollen einen Überblick über die Durchführung der Methodik sowie die Auswertung und Interpretation der Messdaten geben. Zudem werden, basierend auf einer Sichtung der publizierten Literatur und der Erfahrung der Teilnehmer der Arbeitsgruppen, Mindestanforderungen für die Durchführung einer anorektalen Manometrie in der klinischen Routine definiert.

Die nachfolgenden Empfehlungen stellen eine Aktualisierung und Weiterentwicklung der Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Neurogastroenterologie und Motilität aus dem Jahr 1995 dar. Ihre besondere Bedeutung erhalten diese Empfehlungen durch die Tatsache, dass sie von der Arbeitsgruppe Proktologie der Deutschen Gesellschaft für Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten, der Arbeitsgruppe Colo-Proktologie der Deutschen Gesellschaft für Viszeralchirurgie und der Deutschen Gesellschaft für Koloproktologie evaluiert und mit herausgegeben werden.

## Technische Grundlagen

### Druck-Messverfahren in der anorektalen Manometrie

Druckmessungen in der Medizin erfolgen heute fast ausschließlich auf elektronischem Weg mittels piezoresistiver Druckwandler. Die einzelnen Verfahren unterscheiden sich lediglich durch Größe und Position der Wandler im Messsystem. Bei der Druckmessung mit Kathetern im Gastrointestinaltrakt ist neben Besonderheiten des Messsystems der Katheterdurchmesser zu berücksichtigen und bei Standards festzulegen.

### Messung mit Wasser-Perfusionskathetern

Bei der Druckmessung mit wasserperfundierten Kathetern wird der intrakorporale Druck über eine strömende Flüssigkeitssäule durch einen extrakorporal angebrachten Druckwandler gemessen. Die gemessenen Druckwerte sind vom Strömungswiderstand des Katheters (Querschnitt der Kanäle und Länge) sowie vom Strömungs-Zeitvolumen im Messkanal abhängig. Große Zeitvolumina verbessern die Dynamik (Druckanstieg und -abfall) des Systems, führen aber aufgrund des Strömungswiderstandes des Katheters zu größeren Druckdifferenzen zwischen dem Ort der Messung und dem Druckwandler selbst. Die Perfusionsmenge kann bei der anorektalen Manometrie 0,3–0,5 ml/min betragen. Bei der Wahl der Perfusionsmenge sollte immer beachtet werden, dass niedrige Perfusionsraten eine verminderte Dynamik bedeuten. Die Dynamik des Systems (Druckanstiege bei verschlossener Kanalöffnung) sollte regelmäßig überprüft werden und mindestens 300 mmHg/s betragen.

### Messung mit Mikro-Druckwandler-Kathetern (MTC – Micro transducer catheter)

Bei dieser Methode befinden sich die Druckwandler im Katheter, sodass nur elektrische Werte aus dem Körper einer Erfassungseinheit zugeführt werden. Die Druckübertragung auf den Wandlerchip erfolgt über ein Flüssigkeitsvolumen oder als Kraftwirkung durch Muskel oder Schleimhaut direkt auf die Wandlermembran. Beide Wirkungen sind nicht identisch und können zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Vergleichsmessungen im Ösophagus haben ergeben, dass diese Unterschiede bei der geforderten Genauigkeit hinsichtlich der diagnostischen Aussage vernachlässigbar sind [2].

### Messung mit gasperfundierten Kathetern

Bei der Druckmessung mit gasperfundierten Katheter gelten die gleichen Grundsätze wie bei der Messung mit wasserperfundierten Kathetern. Durch das Gas Helium als Perfusat besteht eine wesentlich größere Compliance, die Perfusions- und Wandlervolumen sind wesentlich kleiner. Aufgrund des niedrigeren Strömungswiderstandes ist die Flussmenge pro Zeiteinheit größer (5 ml/min). Da der Massenstrom in mg/min von Helium gegenüber Wasser einen Wert < 1% aufweist, relativiert sich der höhere Flow für den Patienten. Basierend auf ersten, bisher nur in Abstraktform veröffentlichten Vergleichsmessungen [3], scheint die Dynamik der Methode etwas geringer oder vergleichbar mit wasserperfundierten Kathetern. Die erreichte Dynamik von mindestens 230 mmHg/s ist jedoch ausreichend für die Fragestellungen in der anorektalen Manometrie.

### Messung mit Luftp Kathetern

Bei der Druckmessung mit Luftp Kathetern handelt es sich um die Messung mit extrakorporalen Druckwandlern. Die Druckübertragung erfolgt mittels einer stehenden Luftsäule, die im Körper mit einem dünnen Mikroballon abgeschlossen ist. Aufgrund der hohen Compliance der Luft haben die Ballons und Messkanäle ein extrem kleines Volumen, um eine akzeptable Dynamik zu erreichen. Die Dynamik ist geringfügig niedriger als die des Wasserperfusionssystems, liegt aber mit 480 mmHg/s immer noch deutlich über dem für die Wasserperfusion geforderten Mindestwert von 300 mmHg/s (persönliche Mitteilung, U. Münnich). Zudem wird für die Ösophagusmanometrie über eine Vergleichbarkeit bezüglich der diagnostischen Aussagefähigkeit für die beiden Methoden berichtet [4].

### Kalibrierung

Erforderlich ist für alle Methoden eine Zweipunktkalibrierung, die mit einem Druckkammerkalibrator bei 0 und 100 mmHg nach herstellerepezifischer Kalibrieranweisung durchgeführt wird. Bei allen Perfusionsverfahren muss die Kalibrierung im perfundierten Zustand erfolgen. Bei wasserperfundierten Kathetern kann die Kalibrierung auch der Einfachheit halber mit der im Katheter befindlichen Wassersäule bei 0 und 50 mmHg (entspricht 0 und 68 cm Wassersäule, d.h. einem Anheben des Katheters auf eine Höhe von 68 cm) durchgeführt werden. Ist eine Kalibrierung kurze Zeit nach einer bereits erfolgreichen Zweipunktkalibrierung durchgeführt, so genügt auch eine Einpunktkalibrierung (Nullabgleich), da sich die Empfindlichkeit der Druckwandler kurzzeitig nur wenig ändert.

## Gerätekonfigurationen

Für eine effektive, zeitsparende und sichere Diagnostik sind an die Gerätekonfiguration folgende Anforderungen zu stellen:

- ▶ Datenerfassung und Darstellung online mit genügend hohen Abtastfrequenzen ( $\geq 8$  Hz)
- ▶ Zahl der Messkanäle: mindestens 4, besser 6 oder 8
- ▶ Speicherung der Daten und Ausgabe der Kurven auf Papier oder analoge Ausgabegeräte
- ▶ parallele Registriermöglichkeit für Aktivitäts-EMG
- ▶ rechnergestützte Analysen für Ruhedruck, Kneifdruck, Hustentest, Defäkationstest, Inhibitionsreflex, Wahrnehmungsschwellen
- ▶ Analyseausgabe in separaten Berichten oder Übergabe der Daten an Dokumentations- oder Befundungssysteme

## Katheteranforderungen

- ▶ unabhängig von der Messmethode mindestens 4-kanalige Katheter, optimal sind 6- bzw. 8-kanalige Katheter
- ▶ Anordnung der Sensoren radial versetzt auf gleicher Höhe oder entlang der Katheterachse längs gestaffelt mit 0,5 bis 1 cm Abstand
- ▶ zentraler Kanal für die Ballonmessungen
- ▶ Rektalballons mit mindestens 250 ml Ballonvolumen

## Anforderungen an Perfusionssysteme

- ▶ Sicherung eines konstanten Drucks in den Druckkammern, bevor die Flüssigkeit durch die Kapillaren (Strömungswiderstände) fließt – dies wird durch Druckminderer sowohl bei der Wasser- als auch bei der Gasperfusion erreicht. Bei der Perfusion mit einem Kochsalzbeutel in einer Druckmanschette muss der Anwender diesen Druck selbst stabilisieren. Bei der Wasserperfusion sollte der Kammerdruck bei Verwendung der verfügbaren Kapillaren (Fa. MUI/Kanada) etwa 100 kPa betragen, um die Perfusionsmenge von 0,3–0,5 ml/min zu erreichen.
- ▶ gleichmäßige und stabile Perfusion über mindesten 4 (besser 6 oder 8) Kanäle

## Vor- und Nachteile der einzelnen Druckmesssysteme (☉ Tab. 1)

## Vor- und Nachbereitung

### Manometriesystem

Da aktuell in Deutschland überwiegend mit wasserperfundierten Manometrieanlagen gemessen wird, bezieht sich die folgende Darstellung der Vor- und Nachbereitung auf diese Manometriesysteme.

### Vorbereitung

Vor Anschluss der Manometriesonde muss die Perfusionsanlage täglich mit sterilem Aqua dest. gefüllt werden. Danach erfolgt der Druckaufbau, der zu einer langsamen Perfusion des Manometrikatheters führt (0,3–0,5 ml/min pro Kanal). Wenn die Sonde vollständig und kontinuierlich perfundiert wird, kann die Kalibrierung erfolgen, die vor jeder Untersuchung durchgeführt werden muss (für Details siehe „Technische Grundlagenkalibrierung“).

### Nachbereitung

Die Sonden müssen nach der Benutzung sorgfältig von Rückständen gereinigt und desinfiziert werden. Bei anorektalen Manometrien ist die sorgfältige mechanische Reinigung durch Abspülen und Durchspülen der einzelnen Kanäle mit Wasser und bei Bedarf mit einer milden Seifenlösung von besonderer Bedeutung. Der am Katheter befestigte Ballon ist schwer zu reinigen und deshalb zu verwerfen/als Einmalartikel zu behandeln. Die Desinfektion kann mit geeigneten Desinfektionsmitteln (i. d. R. solche, die sich auch für flexible Endoskope eignen) sowohl manuell, als auch maschinell erfolgen. Eine Sterilisation mittels geeigneter Verfahren (vgl. Herstellerhinweise) ist möglich. Auch die wasserperfundierten Anteile des Manometriesystems müssen regelmäßig (empfohlen wird einmal im Monat) mit geeigneten Desinfektionsmitteln durchspült werden.

### Erläuterungen

Die monatliche Desinfektion des Manometriesystems bedeutet einen mehrstündigen Zeitaufwand, verhindert aber, dass Manometriesysteme mit Problemkeimen wie Staphylococcus aureus oder Escherichia coli besiedelt werden. Eine Besiedlung

**Tab. 1** Messsysteme für die anorektale Manometrie mit spezifischen Vor- und Nachteilen

Messsystem	Vorteile	Nachteile
Wasserperfusion	<ul style="list-style-type: none"> <li>– robustes System</li> <li>– lange Haltbarkeit</li> <li>– Flexibilität der Katheterkonfiguration bei geringen Kosten</li> <li>– geringe Folgekosten</li> <li>– gute Reproduzierbarkeit der Messwerte</li> <li>– unempfindlich gegen Überlastungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zeitaufwand für Systemvorbereitung</li> <li>– hohe Anschaffungskosten</li> <li>– hoher Pflege- und Desinfektionsaufwand der Pumpe</li> <li>– aufwendige Desinfektion der Katheter und des Perfusionssystems</li> <li>– geringere Dynamik gegenüber Mikrokathetern</li> </ul>
Mikrokatheter	<ul style="list-style-type: none"> <li>– sehr gute Dynamik</li> <li>– geringer Zeitaufwand für Systemvorbereitung</li> <li>– leichte Handhabbarkeit</li> <li>– leichte Desinfizier- und Sterilisierbarkeit</li> <li>– geringer Katheterdurchmesser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zahl der Kanäle aus Kostengründen limitiert</li> <li>– hohe Anschaffungs- und Folgekosten (Reparaturen)</li> <li>– hohe Empfindlichkeit gegenüber mechanischen Einflüssen</li> <li>– Sensoranordnung technologisch begründet limitiert</li> </ul>
Gasperfusion	<ul style="list-style-type: none"> <li>– geringer Katheterdurchmesser</li> <li>– leichte Handhabbarkeit</li> <li>– geringer Zeitaufwand für Systemvorbereitung</li> <li>– Perfusion nicht störend für Patienten</li> <li>– Patientenlage ohne Einfluss</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– geringere Dynamik gegenüber Mikrokatheter</li> <li>– Folgekosten durch Beschaffung von Helium-Flaschen</li> </ul>
Luftkatheter	<ul style="list-style-type: none"> <li>– geringer Zeitaufwand für Systemvorbereitung</li> <li>– leichte Handhabbarkeit</li> <li>– geringer Katheterdurchmesser</li> <li>– geringe Anschaffungskosten</li> <li>– keine Hygieneprobleme (Einmalkatheter)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– maximal 4 Kanäle verfügbar</li> <li>– Dynamik geringfügig schlechter als Wasserperfusion</li> <li>– hohe Folgekosten (Einmalkatheter)</li> <li>– geringere Reproduzierbarkeit gegenüber anderen Verfahren</li> </ul>

mit Wasserkeimen im 4-wöchigen Desinfektionsintervall (bestimmte Pseudomonaden, Burkholderia cepacia) lässt sich mit handelsüblichen Desinfektionsmitteln nicht sicher verhindern [5]. Dies ist für die allermeisten Patienten und insbesondere bei Durchführung anorektaler Manometrien unerheblich (Belastung insgesamt i.d.R. deutlich geringer als im Trinkwasser), theoretisch aber eventuell bei immunsupprimierten Patienten zu bedenken.

## Patient

### Empfehlungen

Vor der Untersuchung sollten die Patienten gezielt zu anorektalen Symptomen und möglichen Ursachen in Form von Medikamenten, Vor- und Begleiterkrankungen befragt werden (vgl. Vorschlag für Anamnesebogen im Anhang).

Der Patient kann vor der anorektalen Manometrie normal essen und trinken. Auch Medikamente können in gewohnter Weise genommen werden. Die Rektumampulle muss zur Untersuchung jedoch frei sein. Dies sollte möglichst durch spontanen Stuhlgang erreicht und mittels digitaler Untersuchung überprüft werden. Bei Stuhlfüllung sind abführende Maßnahmen (Klistier) mit ausreichendem zeitlichen Abstand zur Untersuchung (1–2 Stunden vorher) durchzuführen.

Unmittelbar vor einer anorektalen Manometrie darf keine Proktoskopie durchgeführt werden.

Die Platzierung der Manometriesonde und die Durchführung der Untersuchung erfolgen in Seitenlage (Linksseitenlage wird empfohlen). Die Sonde sollte sich anschließend in Höhe der externen Druckwandler befinden, anderenfalls ist die vom System angezeigte Basislinie zu korrigieren.

### Erläuterungen

Einerseits wird eine aussagekräftige anorektale Manometrie durch Stuhlfüllung des zu untersuchenden Abschnitts verhindert. Andererseits können ausführliche Abführmaßnahmen zu Irritationen im Bereich des Anorektums führen. Deshalb ist es am günstigsten, wenn der Patient vor der Untersuchung spontan abführt und die Rektumampulle spontan leer ist. Dies ist vor Beginn der Manometrie mittels digitaler Untersuchung zu überprüfen. Bei gefüllter Ampulle sollte ein Klistier 1 bis 2 Stunden vor der Manometrie verabreicht werden. Auch hiernach sollte digital untersucht werden, ob die Rektumampulle leer ist. Durch die Applikation eines Klistiers ist nicht mit einer Beeinflussung der Messwerte der anorektalen Manometrie zu rechnen [6].

Bei der digitalen Untersuchung müssen auch mögliche Ursachen von anorektalen Funktionsstörungen (z. B. Fissuren, Fisteln oder sonstige organische Veränderungen) erfasst und obstruktive Veränderungen im Untersuchungsbereich ausgeschlossen werden, die die korrekte Sondenpositionierung verhindern oder zu Komplikationen führen könnten.

Wegen der geringen Invasivität und Komplikationsgefahr einer anorektalen Manometrie ist eine Proktoskopie bzw. Koloskopie (mit Inversionsproktoskopie) vor Durchführung der Manometrie nicht erforderlich. Aus gleichen Gründen wird auch eine schriftliche Einverständniserklärung zur Untersuchung im Allgemeinen nicht für erforderlich gehalten. Eine Proktoskopie zum Nachweis einer proktologischen Ursache einer Stuhlinkontinenz sollte nicht unmittelbar vor einer (geplanten) anorektalen Manometrie durchgeführt werden, da die mechanische Irritation die Messergebnisse beeinflussen kann.

## Durchführung und Auswertung



### Empfehlung

Bei jeder anorektalen Manometrie sind als Mindestanforderung zu bestimmen: der Ruhe- und maximale Kneifdruck im Analkanal, das Vorhandensein respektive Fehlen des rektoanalen Inhibitionsreflexes, die sensorischen Schwellenwerte für Rektumdehnung (Perzeptions- und Stuhldrangschwelle) sowie eine Compliancemesung des Rektums bei einer Ballonfüllung mit 100 ml. In Abhängigkeit von spezifischen Fragestellungen oder laborspezifischen Protokollen kann zusätzlich die Analkanallänge, die Dauerkontraktionsleistung, die Schmerzschwelle bei Rektumdehnung bestimmt sowie ein Husten- oder Defäkationstest durchgeführt werden. Weitere Auswertungen wie z. B. die Vektorvolumenmanometrie oder exakte Compliancebestimmung mittels Barostat sind derzeit nur im Rahmen von Studien indiziert.

### Erläuterung

Beruhend auf den persönlichen Erfahrungen der Mitglieder und der Sichtung der Literatur wurden im Rahmen des Konsensusprozesses Mindestanforderungen bezüglich Durchführung und Interpretation der anorektalen Manometrie erarbeitet. Einzelheiten sowohl zu den Mindestanforderungen als auch zu speziellen Aspekten der anorektalen Manometrie sind den nachstehenden Detailausführungen zu entnehmen.

## Druckmessung

### Durchführung und Analyse

#### Empfehlung

Es sollte der Median (alternativ Mittelwert) von mindestens vier, besser sechs oder acht zirkulär angeordneten Messpunkten zur Bestimmung des Ruhe- und maximalen Kneifdruckes verwendet werden. Beim schrittweisen Rückzug darf der Ruhedruck erst nach Erreichen eines stabilen Niveaus bestimmt werden. Es empfiehlt sich, die Bestimmung des Ruhedruckes und Kneifdruckes dreimal zu wiederholen.

### Erläuterung

Die Druckmessung im Analkanal kann stationär (Mikroballontechnik oder radiär ± longitudinal versetzte Messpunkte), durch schrittweisen Rückzug (0,5 bis 1 cm; „Stationary pull through“) sowie durch kontinuierlichen Rückzug (manuell oder automatisiert mittels Puller = „Rapid pull through“) erfolgen [7–9]. Die Reproduzierbarkeit der mit diesen verschiedenen Methoden gewonnenen Messwerte ist identisch (siehe auch Kapitel „Reproduzierbarkeit“). Die Messart hat jedoch Auswirkungen auf die Höhe der gemessenen Druckwerte (siehe Kapitel „Normalwerte“). Zumeist wird die „Stationary pull through“-Technik verwendet, die möglicherweise die höchste Sensitivität in der Differenzierung normal versus pathologisch aufweist [9]. Da jede Katheterbewegung zu einer reflektorischen Externuskontraktion führt, darf der Ruhedruck bei dieser Methode erst nach Druckabfall auf ein stabiles Niveau bestimmt werden. In der praktischen Durchführung hat sich gezeigt, dass hierzu zumindest 10–15 s gewartet werden muss. Der Durchzug erfolgt zunächst unter Ruhebedingungen, anschließend wird, bei einem erneuten schrittweisen Rückzug, auf jeder Analkanalhöhe der Patient zur maximalen (Willkür-)Kontraktion aufgefordert zur Bestimmung des Kneifdruckes (auch als Willkürdruck, Zwickdruck oder Squeezedruck in der Literatur bezeichnet).



Als Ruhedruck wird der höchste Druck im Verlauf des Analkanals bei Entspannung, d. h. ohne willkürliche Anspannung, bezeichnet. Als Referenz-Nullpunkt für die Berechnung des Ruhedruckes werden sowohl in der Literatur als auch in den an der Erstellung der Empfehlungen beteiligten Zentren zwei alternative Methoden verwendet. Zum einen wird der Ruhedruck als Druckdifferenz des Druckmaximums im Analkanal zum atmosphärischen Druck angegeben, andererseits auch als Druckanstieg gegenüber dem Intrarektaldruck. Die Bestimmung des Ruhedruckes als Druckanstieg gegenüber dem Intrarektaldruck sollte bevorzugt werden, da diese Druckdifferenz für die Kontinenzleistung entscheidend ist. Da die Druckwerte der Perfusionsmanometrie abhängig sind von der Lage der Eichung und der Lage des Patienten, muss der Nullwert individuell auf Höhe der Afteröffnung gesetzt werden. Der Kneifdruck wird bei maximaler willkürlicher Anspannung des Schließmuskels bestimmt und kann als Druckanstieg gegenüber dem Ruhedruck („ $\Delta$  Squeeze“) und/oder als Druckanstieg gegenüber der Nulllinie (Intrarektaldruck oder atmosphärischer Druck auf Höhe des Anus) angegeben werden.

Die Druckverhältnisse im Analkanal sind zirkulär nicht symmetrisch (siehe Kapitel „räumliche Varianz“). Daher ist eine Druckmessung mit radiär gegeneinander versetzten Druckaufnehmern notwendig. Die minimale Anzahl der Druckaufnehmer beträgt somit vier (ein Messpunkt pro Quadrant). Eine exaktere Darstellung der Druckverhältnisse erlauben Katheter mit 6–8 Messpunkten. Behelfsmäßig können bei singulären Messsonden die einzelnen Quadranten durch wiederholte Durchzüge nach jeweils 90°-Rotation der Sonde gemessen werden. Da eine Punktmessung in einem Abschnitt des Analkanals für die Kontinenzleistung als weniger bedeutsam als das zirkuläre Druckverhalten des Analkanals im Gesamten angesehen wird, wird i. d. R. der Ruhe- und Kneifdruck als Mittelwert oder Median des Maximaldrucks aller Einzelmessungen angegeben. Um Einflussfaktoren der Patientenmitarbeit (Fähigkeit zur Entspannung, Durchführung einer maximalen Kontraktion) auf die Druckwertermittlung weitgehend auszuschließen, sollte die Bestimmung des Ruhe- und maximalen Kneifdruckes dreimal wiederholt werden. Auch wenn die Analyse-Methoden in der Literatur unterschiedlich sind, erscheint aus obigem Grund die Angabe des minimalen (zirkulären) Wertes der drei Ruhedruckmessungen und des maximalen (zirkulären) Wertes der drei Kneifdruckmessungen als Untersuchungsergebnis sinnvoll.

Da die interindividuellen Druckwerte nicht einer mathematischen Normalverteilung entsprechen, sollte (bei der Erstellung von Normalwerten) der Medianwert der zirkulären Einzelmessungsergebnisse gegenüber dem Mittelwert bevorzugt werden. Aus demselben Grund sollte ein Normalwertbereich als 5%- bzw. 95%-Perzentile der an Normalpersonen erhobenen Daten definiert werden (alternativ Receiver-Operating-Curve-Analyse).

### Normalwerte Empfehlung

Publizierte Normwerte können dann verwendet werden, wenn sie mit der gleichen Methodik und an einem Normalkollektiv erhoben wurden, das alters- und geschlechtsangepasst zu dem zu erwartenden Patientengut ist. Anderenfalls ist ein geeignetes eigenes Normalkollektiv zu untersuchen.

### Erläuterung

Die Normalwerte der anorektalen Manometrie sind abhängig vom Katheterdurchmesser, der Art der verwendeten Technik

(Perfusionsmanometrie, elektronische Druckmesskatheter, Mikroballontechnik), der Perfusionsmenge bei der Perfusionsmanometrie, der Art der Katheterbewegung (schrittweiser Rückzug = stationary pull through; rascher Rückzug = rapid pull through  $\pm$  automatischem Puller) sowie der Analysemethode (Referenz-Nulllinie;  $\Delta$  Squeeze versus Maximalwert; siehe Kapitel „Durchführung und Analyse“) [10–17]. Die bei raschem Katheterdurchzug erhobenen Normalwerte für den Ruhedruck sind höher als die bei schrittweisem Rückzug. Dies beruht auf einer reflektorischen Externuskontraktion bei Stimulation des Analkanals, der ansonsten mit ca. 20–30% am Ruhedruck beteiligt ist. Ein langsamer (automatisierter) Rückzug scheint dagegen nicht zu einer Erhöhung des Ruhedruckes zu führen [18]. Beim automatischen, softwaresynchronisierten, kontinuierlichen Rückzug sollten nur Sonden ohne Ballon eingesetzt werden. Aufgrund der Abhängigkeit des Ruhedruckes vom Katheterdurchmesser sollte der Außendurchmesser des Messsystems kleiner als 5 mm sein [10]. Trotz der Abhängigkeit des gemessenen Drucks vom Perfusionsvolumen scheinen die ermittelten Messdaten bei geringer Variation des Volumens weitgehend identisch zu sein [18]. Eine Abhängigkeit der Messwerte von der Tageszeit findet sich nicht, sodass anorektale Manometrien nicht spezifisch im zeitlichen Tagesablauf terminiert werden müssen [19, 20]. Bei identischem Untersuchungsablauf liefern Perfusionsmessungen, Messungen mit elektronischen Druckaufnehmern sowie mit Mikroballon-Systemen vergleichbare Messergebnisse [21].

Die Druckwerte im Bereich des Analkanals sind geschlechts- und altersabhängig [20, 22–28]. Frauen weisen einen niedrigeren maximalen Willkürdruck als Männer auf. Bezüglich des Ruhedruckes sind die Angaben widersprüchlich. Der Ruhedruck von Frauen wird als niedriger oder identisch zum Ruhedruck bei Männern angegeben. Mit zunehmendem Alter kommt es zu einer signifikanten Abnahme sowohl des Ruhedruckes als auch der maximalen Kontraktionskraft des Externus.

### Slow-wave- und Ultra-slow-wave-Aktivität Empfehlung

„Slow waves“ und „Ultra slow waves“ stellen wellenförmige Druckschwankungen des Ruhedruckes dar. „Slow waves“ und „Ultra slow waves“ kommen auch bei Gesunden vor, häufiger jedoch bei Befunden bzw. Erkrankungen, die mit hohem/erhöhtem Ruhedruck assoziiert sind.

### Erläuterung

Bei längerer Aufzeichnung des Ruhedruckes des Analkanals finden sich Druckschwankungen. Diese können bedingt sein durch spontane Relaxationen („Sampling“-Reflex), durch irreguläre Schwankungen des Drucks sowie durch regelmäßige Druckschwankungen [14, 16, 17]. Diese regelmäßigen Druckschwankungen werden in Abhängigkeit von der zugrunde liegenden Frequenz als „Slow waves“ und „Ultra slow waves“ bezeichnet. „Slow“ und „Ultra slow waves“ werden vom M. sphincter ani internus generiert [29]. Die Frequenzen und Amplituden betragen dabei für „Slow waves“ 3–20/min und 1–25 mmHg und für „Ultra slow waves“ <3 (0,7–2)/min und 30–100 mmHg [15, 30]. Bei Langzeitregistrierung können bei den meisten Gesunden „Slow waves“ und häufig auch „Ultra slow waves“ gefunden werden [16, 19, 30]. Während anorektaler Manometrien als klinischer Routinemessung finden sich diese rhythmischen Druckschwankungen dagegen überwiegend bei Befundkonstellationen oder Erkrankungen im Anorektalbereich, die mit erhöhtem

Ruhedruck und/oder lokalen Reizsituationen einhergehen, wie z. B. Analfissur, Hämorrhoiden, anorektalen Entzündungen [31–33]. Den „Slow waves“ und „Ultra slow waves“ kommt keine pathologische Bedeutung zu, sie erschweren aber die exakte Bestimmung des Ruhedrucks. Sollte sich auch durch längeres Warten kein stabiles Ruhedruckniveau einstellen, besteht die Expertenempfehlung als Ruhedruck den niedrigsten Druckwert der sägezahnartigen („Slow waves“) bzw. sinusförmigen („Ultra slow waves“) Schwankungen anzugeben.

### Analkanallänge Empfehlung

Die funktionelle Analkanallänge ist definiert als der Bereich, in dem der Ruhedruck um mindestens 5 mmHg höher ist als der intrarektale Druck. Als Normwert wird altersunabhängig und wegen der großen Überlappung zwischen Männern und Frauen allgemein eine Länge > 2 cm angenommen.

### Erläuterungen

#### Durchführung

Die Bestimmung der funktionellen Länge des Analkanals geschieht gemeinsam mit der des Ruhedrucks (siehe Kapitel „Durchführung und Analyse“). Die Länge des Analkanals ergibt sich aus dem Abstand zwischen Eintritt aus dem Rektum in die Hochdruckzone und Austritt der Sonde aus der Hochdruckzone beim Zurückzug. Die Hochdruckzone ist definiert als die Region, in der der Ruhedruck um mindestens 5 mmHg höher ist als der intrarektale Druck [8, 18]. Die Analkanallänge wird durch die Länge der längsten Achse determiniert.

#### Normwerte

Die Länge des Analkanals ist nicht vom Alter der untersuchten Patienten abhängig [27, 34–36]. Die Angaben über geschlechtsspezifische Unterschiede der Analkanallänge differieren: Von wenigen Autoren werden keine Unterschiede angegeben [20, 34], während bei der Mehrzahl der Studien bei Männern durchschnittlich ein längerer Analkanal gefunden wurde als bei Frauen (• **Tab. 2**) [18, 27, 36–38]. Als Normwert wird altersunabhängig und wegen der großen Überlappung zwischen Männern und Frauen allgemein eine Länge > 2 cm empfohlen.

**Tab. 2** Analkanallänge bei gesunden Probanden (Angabe als Mittelwert  $\pm$  SEM oder als Median [Range])

Frauen (cm)	Männer (cm)	Literatur
2,2 (2,2–3,8)	2,8 (2,1–3,7)	[20]
3,2 (2,0–4,2)	3,6 (2,4–4,4)	[36]
3,6 (3,4–3,8)	4,0 (3,8–4,2)	[27]
3,7 $\pm$ 0,2	4,0 $\pm$ 0,6	[18]
4,0 $\pm$ 1,0	4,0 $\pm$ 1,0	[34]

Es besteht eine physiologische Asymmetrie des Analkanals (siehe Kapitel „Vektorvolumen-Manometrie“), welche insbesondere im proximalen und distalen Anteil am ausgeprägtesten ist [37] und geschlechtsspezifische Unterschiede aufweist [18]. In Abhängigkeit von der Lokalisation der Messung sind somit unterschiedliche Analkanallängen in unterschiedlichen Quadranten messbar [18], weshalb die Länge der einzelnen Quadranten separat zu bestimmen ist, wobei nur die Länge der längsten Achse angegeben wird.

### Wertigkeit

Die Messung der Länge der Hochdruckzone stellt einen optional zu bestimmenden Parameter der anorektalen Manometrie dar. Aufgrund der großen interindividuellen Variabilität ist die diagnostische Wertigkeit als gering einzuschätzen.

### Dauerkontraktion Empfehlung

Die Messung der Dauerkontraktion wird routinemäßig nicht empfohlen, da die Wertigkeit noch nicht ausreichend evaluiert ist.

### Erläuterungen

Es konnte gezeigt werden, dass Gesunde einen Kneifdruck für bis zu 45–50 Sekunden aufrechterhalten können [39]. In einer Untersuchung bei 45 Gesunden wurden Mittelwerte (95%-Konfidenzintervall) von Frauen mit 25 (25–31) Sekunden und für Männer mit 32 (26–38) Sekunden ermittelt [27]. Dauerkontraktionen sollten für länger als 15 Sekunden (Intervall zwischen Beginn der Willkürkontraktion und dem Rückgang des Kneifdruckes auf den Basalwert/Ruhedruckwert) erfolgen können. Zwischen einzelnen Versuchen sollte dem Patienten ausreichend Zeit zur Restitution (mindestens 1 Minute) gelassen werden.

Die Dauer des maximalen Kneifdruckes hängt vom Verhältnis von Typ-I- und Typ-II-Fasern im externen Analsphinkter ab, das sich altersbedingt ändert. Es gibt Hinweise, dass die Unfähigkeit, den Kneifdruck für > 10 Sekunden aufrechtzuerhalten, einen Hinweis auf einen Mangel an tonischen Fasern oder einen Schaden des N. pudendus darstellt, die jeweils eine Stuhlkontinenz begünstigen können [40]. Die klinische Relevanz der Messung der Dauer des maximalen Kneifens ist jedoch nicht hinreichend bewiesen [40]. Ob sie für die Verlaufs- bzw. Erfolgskontrolle eines Biofeedback-Trainings Bedeutung haben könnte, muss in weiteren Studien untersucht werden [41, 42]. Einer generellen Empfehlung der Messung der Dauerkontraktion im Rahmen der anorektalen (Routine-)Manometrie steht zudem entgegen, dass die in der Literatur angegebenen Kontraktionszeiten und Auswertelgorithmen stark unterschiedlich sind (• **Tab. 3**).

**Tab. 3** Methoden zur Untersuchung der Dauerkontraktionsleistung

Kontraktionszeit (s)	Auswertekriterien	Literatur
10	Kontraktionsleistung = Mittelwert des Kneifdrucks über 10s <sup>1</sup>	–
mindestens 15	„anhaltender“ Kneifdruck = Plateau-Kneifdruck, der stabil (nach dem initialen maximalen Kneifdruck) gehalten werden kann/ über mindestens 15 s gehalten werden kann	[27, 43]
20 bzw. 40	Ermüdungsindex = Kneifdruck – Ruhedruck/-Ermüdungsrate (mmHg/min), Ermüdungsrate wird ermittelt aus Druckverlauf bei 20 bzw. 40 s Dauerkontraktion mittels linearer Regressionsgleichung	[44, 45]
30	Neigungswinkel der Ermüdungskurve (slope of the fatigue curve)	[46]
60	Zwick-Index = Area under the curve	[43]
maximal 60 bzw. 120	Zwick-Dauer = Zeit, bis Kneifdruck auf Ruhedruck/auf < 10 mmHg über Ruhedruck abgefallen ist	[43, 47]
keine Vorgabe	Zwickermüdung = Maß der Druckabnahme nach Maximalkontraktion	[48]

<sup>1</sup> Auswertelgorithmus eines käuflichen Rektumanometrieprogrammes

## Rektoanaler Inhibitionsreflex

### Empfehlung

Eine Testung des rektoanal Inhibitionsreflexes (RAI) sollte bei jeder manometrischen Untersuchung erfolgen. Der RAI gilt als vorhanden, wenn bei Rektumdehnung ein Druckabfall im Analkanal auftritt und nach Beendigung der Dehnung der Druck wieder auf das Ausgangsniveau ansteigt. Ein vorhandener RAI schließt das Vorliegen eines M. Hirschsprung aus.

### Erläuterungen

Kommt es im unteren Rektum zu einer Distension durch Stuhl, Flüssigkeit oder Gas, setzt reflektorisch eine transiente Relaxation des M. sphincter ani internus ein [49], sodass dieses Material in den Analkanal eintritt und mit dem sensiblen Anoderm Kontakt hat. Der Inhalt des Rektums kann dann entweder entleert werden oder unter Betätigung des M. sphincter ani externus wieder ins Rektum zurückgedrängt werden [50, 51]. Die sogenannte Internusrelaxation (synonym rektoanaler Inhibitionsreflex) hat somit Bedeutung für die Obstipation durch anorektale Entleerungsstörungen und für die Stuhlinkontinenz. Der rektoanale Inhibitionsreflex ist intramural durch den Plexus myentericus vermittelt [49]. Die Funktion setzt ein intaktes Netzwerk von interstitiellen Zellen von Cajal [52] sowie eine Freisetzung von NO durch inhibitorische Neurone voraus [53]. Die Auslösbarkeit des RAI im Rahmen der anorektalen Manometrie wird beeinflusst durch Ballongröße, -volumen und -lage sowie durch die Insufflationsgeschwindigkeit [54, 55].

### Durchführung

Der Rektumanometriekatheter wird so platziert, dass die Druckaufnehmer sich im Bereich der Ruhedruckzone befinden, während der Ballon im Rektum zu liegen kommt. Der Ballon wird hintereinander mit 10, 20, 30, 40 und 50 ml distendiert. Zwischen jeder Distension wird der Ballon komplett entbläht. Wenn bis 50 ml kein Druckabfall erkennbar ist, wird das Verfahren bis 250 ml fortgesetzt. Tritt bis dahin keine Relaxation auf, gilt der RAI als negativ. Die Insufflation sollte so schnell wie möglich erfolgen, da der RAI durch eine rasche, intermittierende Dehnung zuverlässiger auslösbar ist als durch eine langsame, kontinuierliche Rektumdehnung [55]. Nach Insufflation wird 10 Sekunden gewartet. Dieser Zeitraum erlaubt es, bei vorhandener Internusrelaxation den Druckabfall zu beobachten.

### Fehlermöglichkeiten

1. Ein fehlender oder sehr niedriger Ruhedruck erlaubt nicht, einen Druckabfall nach rektaler Distension zu messen.
2. Bei Megarektum ist die Distension bis 50 ml unter Umständen nicht ausreichend, um einen Distensionsstimulus an der Rektumwand zu erzeugen. Hier muss die Distension so lange fortgesetzt werden, bis der Patient einen Druckanstieg verspürt. Alternativ kann der Druck im Ballon gemessen werden, um zu kontrollieren, ob eine adäquate Distension vorliegt.
3. Kommt es bei kleinem Rektumvolumen bzw. aufgrund des Distensionsvolumens zu Stuhldrang, wird mitunter vom Patienten aktiv gekniffen, sodass die Messung des rektoanal Inhibitionsreflexes unmöglich wird.
4. Bei der Messung darf der Messkatheter nicht aus dem Analkanal rutschen oder sich anderweitig in der Lage verändern, da sonst ein Druckabfall vorgetäuscht werden kann.

### Auswertung

Klinisch relevant ist die Tatsache, dass die Internusrelaxation überhaupt vorhanden ist. Dies kann als gesichert gelten, wenn bei Rektumdehnung ein Druckabfall im Analkanal auftritt und nach Beendigung der Dehnung der Druck wieder auf das Ausgangsniveau ansteigt. Normalerweise ist dies bei einem Volumen bis zu 50 ml erreicht [56]. Zusätzlich kann ausgewertet werden, ab welchem Volumen dies der Fall ist und ob die Relaxation dem Ballonvolumen proportional ist. Diese letztere, differenziertere Auswertung hat jedoch keine klinische Relevanz und weist zudem eine unzureichende Reproduzierbarkeit auf. Das Vorhandensein des rektoanal Inhibitionsreflexes schließt einen Morbus Hirschsprung aus. Ein Fehlen der Internusrelaxation kann ein Hinweis auf einen Morbus Hirschsprung sein, ist hierfür aber nicht beweisend [40]. Dafür sind Biopsien und immunhistochemische Untersuchungsverfahren erforderlich.

### Sensorik-Messung

#### Empfehlung

Die rektale Ballondistension ermöglicht die Ermittlung der sensorischen Schwellenwerte folgender physiologisch relevanter Kenngrößen: 1. Perzeptionsschwelle (minimales Volumen, bei dem der Ballon erstmals wahrgenommen wird), 2. Stuhldrangschwelle (Volumen, bei dem der Untersuchte Stuhldrang verspürt) und 3. die Schmerzschwelle (die in klinischen Studien oft als maximal tolerierbares Volumen definiert ist).

Die Bestimmung der sensorischen Schwellen im Rahmen einer anorektalen Manometrie ist sowohl bei Patienten mit Obstipation als auch mit Stuhlinkontinenz sinnvoll, da sich hieraus diagnostische und therapeutische Maßnahmen ableiten lassen.

#### Erläuterung

Am besten validiert ist der Schwellenwert der ersten Perzeption. Für die übrigen sensorischen Schwellenwerte fehlen – wegen unterschiedlicher Messmethoden und wohl auch intraindividuelle Unterschiede in der Wahrnehmung – reproduzierbare und vergleichbare Daten.

#### Durchführung

Positionierung des Ballons im Rektum in einem definierten Abstand zum Sphinkter: In klinischen Studien konnte gezeigt werden, dass dessen Abstand zum Analsphinkter eine wesentliche Auswirkung auf die Wahrnehmungsschwellen hat. Daher empfiehlt es sich, im eigenen Labor den Abstand des Ballons vom Sphinkter als Untersuchungsstandard festzulegen. In jedem Fall sollte der Ballon > 3 cm proximal des Analsphinkters liegen; häufig wird ein Abstand von 5 cm gewählt [57, 58]. Wesentlich ist auch die Verwendung gleichbleibender Balloncharakteristika, da in Abhängigkeit von der Ballonform und -größe bei gleichem Volumen unterschiedliche Ballondurchmesser entstehen können [54].

Füllung des Ballons mit Luft: Die Geschwindigkeit der Insufflation des Ballons hat ebenfalls Einfluss auf die Wahrnehmungsschwellen [55]. Bei Vorhandensein eines Barostats wird eine gleichmäßige, zügige Füllung des Ballons mit standardisierter Geschwindigkeit (ca. 50 ml/s) empfohlen. In den meisten klinischen Studien wird der Ballon jedoch schrittweise mit ansteigenden Volumina mittels einer Spritze gefüllt, was der Durchführung einer anorektalen Manometrie in der klinischen Routine entspricht. Die Luftinsufflation in den Ballon sollte hierbei mit maximaler Geschwindigkeit erfolgen, da nur so eine ausreichend standardisierte und interindividuell reprodu-

zierbare Insufflationsgeschwindigkeit zu gewährleisten ist. In diesem Fall sollte die Luft nach jeder Distension komplett aus dem Ballon entleert werden.

Bis 100 ml empfiehlt sich die Füllung des Ballons in 10-ml-Schritten. Darüber hinaus sind 20-ml-Schritte bis zum Erreichen der Stuhldrangschwelle ausreichend. Nach Erreichen der Stuhldrangschwelle kann die Ballonfüllung bis zum Erreichen der Schmerzschwelle auch additiv und ggf. auch in größeren Volumenschritten erfolgen.

Für klinisch-wissenschaftliche Fragestellungen empfiehlt es sich, die Wahrnehmungsschwelle mehrfach in auf- und absteigenden Sequenzen („Tracking“) zu bestimmen und daraus einen Mittelwert zu bilden, um die Genauigkeit der Bestimmung der Wahrnehmungswerte zu verbessern. In der klinischen Routine wird zur exakten Bestimmung der Perzeptionsschwelle folgendes Vorgehen empfohlen: Das Ballonvolumen wird, mit jeweils kompletter Ballonentblähung zwischen den Distensionsschritten, in 10-ml-Schritten erhöht, bis der Patient angibt, den Ballon zu verspüren. Anschließend reduziert man das Ballonvolumen wieder in Schritten von 10 ml. Dieses Vorgehen ist sonnvoll, da die Patienten bei der initialen (ansteigenden) Füllung häufig die Perzeption der (Ballon-)Dehnung verspätet angeben. Die Perzeptionsschwelle ist somit das kleinste Ballonvolumen, bei dem, bei obiger Methodik, die Dehnung verspürt wird.

Das Untersuchungsergebnis wird für die Perzeptions-, Stuhldrang- und Schmerzschwelle in ml angegeben [7, 40, 56, 59].

### Auswertung/Interpretation

Aufgrund unterschiedlicher apparativer Ausstattung (u. a. Ballonvolumen bzw. -durchmesser) ist es empfehlenswert, in jedem Labor eigene Normwerte unter definierten Bedingungen zu ermitteln.

Verminderte Wahrnehmungsschwellen können bei Patienten mit Reizdarmbeschwerden auf eine viszerale Hypersensitivität hinweisen (siehe Abschnitt Indikation – Reizdarm). Darüber hinaus können verminderte Wahrnehmungsschwellen bei gleichzeitig verminderter Compliance Ausdruck einer verminderten Dehnbarkeit des Rektums sein [40].

Veränderungen in der rektalen Wahrnehmung können auch bei Patienten mit Stuhlinkontinenz beobachtet werden. In der Literatur schwanken die Angaben für eine erhöhte Perzeptionsschwelle zwischen 17 und 62% sowie für eine erniedrigte Stuhldrangschwelle zwischen 2 und 47% [60–63]. Bei ca. 4–8% der stuhlinkontinenten Patienten kann mit einer isolierten sensorischen Störung als Ursache der Inkontinenz gerechnet werden [63, 64]. Darüber hinaus gibt es Hinweise darauf, dass niedrigere Perzeptionsschwellen bei Patienten mit Stuhlinkontinenz einen positiv prädiktiven Wert für das Ansprechen auf ein Biofeedback-Training darstellen [40, 65].

Erhöhte Wahrnehmungsschwellen können häufig bei Patienten mit chronischer Obstipation nachgewiesen werden [66]. In Verbindung mit einer erhöhten rektalen Compliance kann dieser Befund auf ein Megarektum (ggf. auch auf eine Rektozele) hinweisen. Zudem werden erhöhte Wahrnehmungsschwellen bei neuropathischen Veränderungen (z. B. Diabetes mellitus, multiple Sklerose) gefunden [58].

### Compliancemessung

#### Empfehlung

Die Bestimmung der rektalen Compliance im Rahmen der anorektalen Manometrie ist sinnvoll, da eine Veränderung dieses

Parameters auf anatomische und funktionelle Veränderungen des Rektums hinweisen kann und somit Einfluss auf das weitere diagnostische und therapeutische Prozedere besitzt.

Die statische Compliance wird bei festgelegtem Druck oder Volumen ermittelt. Die dynamische Compliance kann korrekt nur mithilfe eines Barostats erfasst werden, da bei dieser Untersuchungstechnik Änderungen von Druck und Volumen zeitgleich erfasst werden können.

Die Berechnung der Compliance (C) erfolgt bei Verwendung eines elastischen (Latex-)Ballons nach der Formel:  $(C) = \text{Volumen} / \text{Druckdifferenz} (V/\Delta p)$ .

$\Delta p$  ermittelt sich aus der Differenz zwischen dem intrarektal gemessenen Druck und dem extrakorporal gemessenen Eigendruck des Ballons. Die Angabe erfolgt in ml/mmHg. Die Compliance-Bestimmung soll bei einer Ballonfüllung von 100 ml erfolgen.

#### Erläuterung

Die rektale Compliance gibt Auskunft über die Dehnbarkeit des Rektums. Die Compliance wird anhand des Volumen/Druck-Verhältnisses eines im Rektum platzierten Ballons bei Luftfüllung mit verschiedenen Volumina ermittelt.

Zur Bestimmung der Compliance kann entweder ein überdimensionierter und unelastischer Ballon (d. h. bis zur maximalen Füllung mit unendlicher eigener Compliance) oder ein elastischer (z. B. Latex-) Ballon benutzt werden. Wird die Bestimmung der Compliance mit einem elastischen Ballon durchgeführt, muss die Compliance des Ballons rechnerisch berücksichtigt werden, um einen korrekten Kennwert der Eigenelastizität des Rektums der untersuchten Person zu erhalten [7, 40, 56, 58, 59, 66].

#### Durchführung/Berechnung

Die Bestimmung der statischen Compliance kann bei verschiedenen festgelegten Füllungsvolumina des Ballons erfolgen. Eine Messung unterhalb der Wahrnehmungsschwelle (Perzeptionsschwelle) ist allerdings nicht valide, da hier eventuell der vollständige Kontakt zwischen dem Ballon und der Rektumwand noch nicht hergestellt ist. Im Rahmen der Konsensusentwicklung ergab sich die Empfehlung, die Compliance in der klinischen Routine bei einem Ballonvolumen von 100 ml zu bestimmen. Dies gewährleistet i. d. R. eine Dehnung oberhalb der Perzeptionsschwelle und andererseits eine Dehnung unterhalb der Schmerz- bzw. Toleranzschwelle. Die Bestimmung des Ballondrucks sollte nicht sofort nach Erreichen des vorgesehenen Füllungsvolumens erfolgen, da sich die Wandspannung des Rektums nach der Dehnung zunächst kurzfristig verstärkt und damit den Balloninnendruck erhöht (Akkommodationsantwort). Die Berechnung erfolgt erst nach Erreichen eines stabilen Druckwertes [7, 40].

Für wissenschaftliche Fragestellungen sollte die Compliance mittels Barostat oder zumindest mittels Ballondehnungen mit verschiedenen festgelegten Füllungsvolumina bestimmt werden [56]. Die Compliance über einen definierten Druckbereich kann als Grafik oder Tabelle mit den einzelnen Messwerten für den resultierenden Ballondruck bei den unterschiedlichen Füllungsvolumina angegeben werden. Dies ist insbesondere deshalb sinnvoll, da die Compliance des Rektums nicht einer linearen Funktion folgt.

Darüber hinaus sollte die Position des Patienten/Probanden, in der die Untersuchung durchgeführt wird, so gewählt werden, dass die Auswirkung des intraabdominellen Drucks auf das Rek-



tum minimiert wird. Hierzu bietet sich die Untersuchung in Seiten- oder Rückenlage an [40].

### Auswertung/Interpretation

Da die in der Literatur verfügbaren Normwerte für die rektale Compliance teilweise deutlich voneinander differieren und das Ergebnis der Compliance-Messung auch durch die apparativen/technischen Voraussetzungen beeinflusst wird, empfiehlt es sich, in jedem Funktionslabor eigene Normwerte unter vorher definierten Bedingungen zu erheben.

Eine Erhöhung der Compliance ist Ausdruck einer erhöhten Dehnbarkeit des Rektums (z.B. bei einem Megarektum). Dieser Befund kann u.a. bei Patienten mit chronischer Obstipation infolge Pelvic Outlet Obstruction (Beckenbodendyssynergie, Anismus) gesehen werden.

Veränderungen oder Noxen, die zu einem Elastizitätsverlust der Rektumwand führen, gehen mit einer verminderten Compliance einher. Ursächlich sind hier u.a. chronisch-entzündliche Prozesse, Bestrahlung und operative Eingriffe am Rektum zu nennen. Eine verminderte rektale Compliance, die bei 14–33% inkontinenter Patienten beobachtet wird [67, 68], kann – mit oder ohne Alteration des anorektalen Sphinkterapparates – das Risiko einer analen Inkontinenz erhöhen bzw. deren Ursache sein, da unter solchen Bedingungen das Rektum seine Reservoirfunktion nicht mehr genügend ausüben kann [40].

### Vektorvolumen-Manometrie

#### Empfehlung

Eine dreidimensionale Darstellung des analen Druckprofils mit repräsentativer Darstellung des Druckprofils über die gesamte Zirkumferenz und Länge des Sphinkters ist mithilfe der Vektormanometrie möglich.

Die Datenlage reicht für eine endgültige Bewertung der Vektormanometrie noch nicht aus. Die Vektormanometrie scheint geeignet zur Differenzierung zwischen einer neurogenen und einer traumatischen Inkontinenz, ist aber der Endosonografie unterlegen in der Detektion von Sphinkterdefekten.

### Erläuterungen

#### Durchführung

Die Durchführung erfolgt mithilfe mehrlumiger Perfusionskatheter. Optimal erscheint ein Katheter mit 8 Messpunkten, wobei die Seitöffnungen in einer Ebene in 45°-Abständen angeordnet sind. Die Durchmesser der Öffnungen betragen standardmäßig 0,8 mm. Die Durchführung sollte maschinell mit einer Zugvorrichtung erfolgen; dabei werden in der Literatur Ziehgeschwindigkeiten von 10 mm/s, 5 mm/s bzw. 2,5 mm/s angegeben [19, 70, 71]. Die Sonde wird dabei so platziert, dass die Position eines bestimmten Kanals 12 Uhr in SSL entspricht. Ergebnis der computerisierten Auswertung ist eine 3-dimensionale Darstellung der Druckverteilung über die Zirkumferenz und die Länge. Dabei wird jeder einzelne Druck der 8 Kanäle als Vektor aufgetragen, der durch die Höhe des gemessenen Druckes definiert ist. Bei 8 Vektoren, die in 45°-Winkeln zueinander stehen, entsteht so die Fläche eines Oktaeders. Die computerisierte Grafik ist nicht als anatomisches Abbild zu verstehen, sondern liefert vielmehr die manometrische Abbildung der Druckzone.

In Abhängigkeit von der verwendeten Software kann das Vektorgramm über alle 3 Achsen rotiert werden. Abhängige Variablen sind zum einen das Vektorvolumen, d.h. das Volumen des räumlichen Vektorgramms, als Ausdruck der globalen

Sphinkterfunktion. Zur Berechnung des Vektorvolumens wird die dreidimensionale Figur in Schichten von einer bestimmten Dicke (z.B. 1 mm) zerlegt. Dabei werden die jeweils gemessenen 8 Druckvektoren als Radien dieser Scheibe benutzt. Die Berechnung erfolgt nach der allgemeinen Formel zur Berechnung der Fläche eines irregulären Vielecks. Das Volumen der Scheiben wird berechnet, indem die Fläche mit der Dicke der Scheibe multipliziert wird. Aus der Summe der einzelnen Scheibenvolumina resultiert das Sphinkterdruck-Vektorvolumen. Die Angabe erfolgt in  $\text{cm}^3 \text{mmHg}$ . Ein weiterer Auswertparameter stellt der Vektor-Asymmetrie-Index dar, berechnet aus der Summe der Druckdifferenz zwischen den einzelnen Kanälen und dem mittleren Druck aller Kanäle. Aus den Daten lässt sich ferner die Länge des Analsphinkters, die Länge der Hochdruckzone, der maximale Druck der Hochdruckzone und der Ort des maximalen Druckes der Hochdruckzone bestimmen. Die Hochdruckzone bei der Vektorvolumenmanometrie ist definiert als die Zone, in der bei der manometrischen Untersuchung die Drücke mehr als 50% des maximalen Ruhedruckes betragen. Eine invertierte Darstellung der Messdaten der Vektorvolumenmanometrie (Nullpunkt außen, maximaler Druck im Zentrum) verbessert möglicherweise die Vergleichbarkeit der Vektorvolumenmanometrie mit der Endosonografie [69].

### Studienergebnisse

Eine Untersuchung von Freys et al. an einem Kollektiv, bestehend aus 10 Probanden und 11 inkontinenten Patienten, zeigte einen hochsignifikanten Unterschied zwischen Probanden- und Patientengruppe beim Vergleich des Vektorvolumens [19]. Hinsichtlich der übrigen konventionellen manometrischen Parameter zeigte sich lediglich ein signifikanter Unterschied beim Ruhedruck. Eine weitere Untersuchung von Freys et al. [71] an einem größeren Kollektiv konnte einen hochsignifikanten Unterschied der Vektorvolumenwerte von kontinenten (Kontinenzgrad I) und partiell bzw. vollständig inkontinenten Patienten zeigen. Aufgrund der großen Streuung war jedoch keine Trennlinie zwischen kontinent und inkontinent möglich. Braun et al. verglichen Frauen mit einer traumatischen Inkontinenz und einer idiopathischen Inkontinenz mit einem Kontrollkollektiv [70]. Dabei konnte gezeigt werden, dass die beiden Inkontinenzgruppen sich nicht signifikant hinsichtlich der konventionellen Manometriekriterien unterschieden; es zeigte sich jedoch ein deutlicher Unterschied hinsichtlich des Asymmetrieindex, der bei den Patienten mit einer traumatischen Inkontinenz deutlich höher war als bei den Patienten mit einer idiopathischen Inkontinenz und den Kontrollen. Ähnliche Daten zeigte eine Studie von Jorge [72]. Eine Studie von Willis et al. [73] konnte keine Unterschiede hinsichtlich der im Rahmen der Vektorvolumenmanometrie erhobenen Parameter bei Patientinnen mit und ohne postportalem Sphinkterdefekt zeigen.

In einer Studie von Yang und Wexner [74] an inkontinenten Patienten zeigte sich eine schlechte Übereinstimmung der lokalisierten Defekte in der Vektorvolumenmanometrie mit denen in der Endosonografie und Elektromyografie detektierten. Perry et al. [75] schreiben nach ihren Daten der Vektorvolumenmanometrie eine Bedeutung bei der Identifizierung von traumatischen Sphinkterverletzungen zu, doch sei die Sensitivität und Spezifität dieser Methode zu gering, um Entscheidungen hinsichtlich einer chirurgischen Behandlung zu treffen. Eine Studie von Stojkovic et al. [76] zeigte eine vergleichbare Sensitivität und Spezifität für die konventionellen manometrischen Kriterien und das Vektorvolumen, zeigte aber eine höhere Spezifität und Sensitivi-

tät für einen aus der Vektorvolumenmanometrie abgeleiteten Parameter („Ruhedruckgradient“), der die Veränderung des Ruhedruckes über die Länge des Analkanals berücksichtigt.

### Aussage/Wertigkeit

Insgesamt liegt nur eine geringe Anzahl an Studien zur Evaluierung der Vektorvolumenmanometrie vor, sodass die aus den bisherigen Studien abgeleitete zusätzliche Aussagekraft zur konventionellen Manometrie noch mit Zurückhaltung gesehen werden muss:

- ▶ Die Vektorvolumenmanometrie erlaubt möglicherweise eine sensiblere Trennung von physiologischen und pathologischen Befunden. Ein Drittel aller Patienten mit einer Stuhlinkontinenz zeigt z.B. bei der konventionellen Manometrie normale Ruhe- und Willkürdrücke [10, 76].
- ▶ Die dreidimensionale Darstellung ermöglicht ferner für den Chirurgen eine objektive Visualisierung des mechanischen Defektes und kann somit möglicherweise Hilfestellung bei der Planung des operativen Prozederes leisten.
- ▶ Die dreidimensionale Vektormanometrie ermöglicht die Identifizierung lokaler Druckdefizite im Analkanal und lässt die Differenzierung zwischen globaler und sektorieller Sphinkterinsuffizienz zu. Der Asymmetrie-Index kann Aufschluss geben über lokale Sphinkterdefekte. So ist der Asymmetrie-Index bei einem Sphinkterdefekt erhöht, bei idiopathischer Inkontinenz jedoch nicht [70].
- ▶ Fraglich bleibt jedoch, ob die Vektorvolumenmanometrie verlässliche Daten hinsichtlich der genauen Lokalisation von Sphinkterdefekten liefert.
- ▶ Insgesamt ist nach dem momentanen Stand zur Identifikation von traumatischen Sphinkterschädigungen die anale Endosonografie die zu bevorzugende Methode.

Zur endgültigen Beurteilung der diagnostischen und therapeutischen Aussagen ist eine Validierung an größeren Patientenkollektiven notwendig.

### Hustentest

#### Empfehlung

Der Hustentest erscheint bisher noch nicht ausreichend evaluiert, sodass er für die Routinemanometrie nicht empfohlen wird. Für spezifische Fragestellungen und bei mangelnder Kooperation des Patienten ist dieser Test im Einzelfall dennoch sinnvoll.

#### Erläuterungen

Beim Husten kommt es aufgrund der Erhöhung des intraabdominellen Druckes zu einem reflektorischen Anspannen der Sphinktermuskulatur durch einen spinalen Reflex [40]. Dies lässt sich als Druckanstieg in den Messkanälen der anorektalen Manometrie nachweisen. Der Test ist geeignet, die korrekte Sondenlage im Bereich des Sphincter externus zu dokumentieren. Die Funktion des Sphincter externus wird jedoch im Wesentlichen durch willkürliches Anspannen des Sphinkters getestet, sodass dem Hustentest nur geringe Bedeutung zukommt. Er kann aber durchgeführt werden, wenn der Verdacht besteht, dass die Patienten bei der Willkürkontraktion nicht maximal kneifen (normal: Analkanaldruck beim Husten  $\leq$  zu maximalem Kneifdruck; Hinweis auf eingeschränkte Mitarbeit: Analkanaldruck beim Husten  $>>$  maximalem Kneifdruck).

#### Durchführung

Die Messsonde wird so platziert, dass die Kanäle im Bereich der Ruhedruckzone, d.h. im Analkanal zu liegen kommen. Der Pa-

tient wird dann aufgefordert, mehrfach willkürlich zu husten [7]. Der Druck im Rektum, d.h. Abdomen, wird mittels eines im Rektum liegenden Messkanals oder eines Ballons gemessen, der mit 10–20 ml Luft befüllt wird und mit einem Druckmanometer verbunden ist.

### Auswertung

Da die Stärke des Druckanstiegs stark variiert und auch vom Hustenstoß abhängt, ist eine Quantifizierung schwierig. Wesentlich ist, ob der Druckanstieg vorhanden ist oder nicht. Ein verminderter Druckanstieg im Analkanal beim Husten ist meist Ausdruck einer muskulären oder neurogenen Störung. Einzelne Zentren nehmen eine Stressinkontinenz an, wenn beim Husten der Sphinkterdruck unter dem intraabdominellen Druck bleibt [77]. Dies sollte jedoch anamnestisch korreliert werden, insbesondere, da der Test bisher nicht adäquat evaluiert erscheint. Bei einem Patienten mit Querschnitt kann der Hustentest helfen, einen niedrigen (i.d.R. kein Druckanstieg bei Willkürkontraktion und im Hustentest) vom hohen Querschnitt (i.d.R. kein Druckanstieg bei Willkürkontraktion, aber, z.T. sogar enthemmt überschießender Druckanstieg beim Hustentest) zu unterscheiden.

### Defäkationstest

(siehe „Indikation Obstipation“)

### Reproduzierbarkeit der Analmanometrie

#### Empfehlung

Die intraindividuelle Variabilität einzelner Parameter ist unterschiedlich: So sind Ruhe- und Kneifdruck relativ gut, die Sphinkterlänge dagegen nur mäßig reproduzierbar. Die Reproduzierbarkeit der Wahrnehmungsschwellen und der Compliance scheint nur bei exakt standardisierbarer Untersuchungsmethodik (Barostat) gewährleistet. Eine Angabe bezüglich des benötigten Volumens für die Auslösung des RAI oder des prozentualen Abfalls ist wegen fehlender Reproduzierbarkeit nicht sinnvoll.

Die interindividuelle Variabilität, am besten im Normalkollektiv untersucht, ist, mit Ausnahme der Analkanalänge, relativ groß. Dies erschwert die Definition von Normalwerten und pathologischen Ergebnissen aufgrund von Überschneidung zwischen den Kollektiven.

Die Variabilität zwischen verschiedenen Untersuchern („Interobserver“) ist hingegen eher gering und übersteigt die intraindividuelle Variation nicht.

#### Erläuterungen

Eine „ideale“ Methode sollte eine geringe intraindividuelle Variabilität und eine gute Reproduzierbarkeit, auch bei unterschiedlichen Untersuchern, haben. Zusätzlich sollte der zu bestimmende Parameter sich signifikant zwischen Erkrankten und Gesunden unterscheiden, dies ist bei einer möglichst geringen interindividuellen Variabilität innerhalb eines Kollektives (z.B. Gesunde) am ehesten gegeben.

Die Ergebnisse einer Analmanometrie sind von vielen Faktoren abhängig. Unter anderem kann die apparative Ausstattung, die Patientencompliance, der Untersucher und die Untersuchungsbedingungen (z.B. vorherige Untersuchungen usw.) die Resultate beeinflussen.

Zur Reproduzierbarkeit der Analmanometrie liegen unterschiedliche Studien vor:

**„Interobserver“-Variabilität**

Rogers et al. [78] ließen 16 Probanden randomisiert von zwei unabhängigen Untersuchern manometrieren. Dabei zeigten sich zwischen den Befunden der beiden Untersucher keine signifikanten Unterschiede bezüglich Analkanallänge, Ruhedruck und Kneifdruck. Auch Eckardt et al. [6] konnten eine gute Reproduzierbarkeit für die von unterschiedlichen Untersuchern gemessenen Parameter Analkanallänge, Ruhedruck und Kneifdruck bei 20 Probanden nachweisen.

**Interindividuelle Variabilität**

In mehreren Studien wurde die interindividuelle Variabilität bei gesunden Probanden bestimmt. Felt-Bersma et al. zeigten an 80 Probanden unterschiedlichen Alters und Geschlechtes, dass eine hohe Variabilität bezüglich Analkanallänge, Ruhedruck, Kneifdruck und rektaler Perzeption zwischen den Probanden vorlagen [22]. Diese Unterschiede waren teilweise alters- und geschlechtsabhängig. Freys et al. [19] untersuchten mehrfach Analkanallänge, Ruhedruck, Kneifdruck und rektalen Inhibitionsreflex in einer homogenen Gruppe aus 10 gesunden, männlichen, jungen Probanden: Auch dabei ergab sich eine große interindividuelle Variabilität bezüglich aller Parameter, jedoch hier mit Ausnahme der Analkanallänge.

**Intraindividuelle Variabilität**

Es liegen zahlreiche, teilweise sich widersprechende Arbeiten zur intraindividuellen Reproduzierbarkeit der Parameter der anorektalen Manometrie und rektalen Perzeptionsmessung vor. Zur Übersicht sind die vorliegenden Studien in **Tab. 4, 5** zusammengefasst.

Freys et al. [19] untersuchten insgesamt sechsmal Analkanallänge, Ruhedruck, Kneifdruck und Relaxation des internen Analsphinkters (RAI) bei 10 gesunden Probanden (jeweils 3 Untersuchungen im Abstand von 4 Stunden an 2 Untersuchungstagen mit einem Abstand von 4 Wochen): Dabei ergab sich eine große intraindividuelle Variabilität bezüglich des Kneifdruckes zwischen den einzelnen Untersuchungen. Nur die Parameter Analkanallänge und Ruhedruck ergaben eine gute Repro-

duzierbarkeit. Pedersen et al. [20] untersuchten zweimal 78 gesunde Probanden, die maximale Varianz zwischen den beiden Messungen war für die Analkanallänge 10 mm, für den Ruhedruck 26 mmHg und für den Kneifdruck 60 mmHg. Das beobachtete 95%-Konfidenzintervall war für die entsprechenden Parameter 4 mm, 15 mmHg bzw. 48 mmHg. Eine Untersuchung von Ryhammer et al. [79] ergab große, jedoch nicht systematische Variationen bei Doppeluntersuchungen an 50 Frauen durch einen Untersucher für Ruhedruck und Kneifdruck. Die intraindividuelle Variabilität wurde auch von Bharucha et al. [80] an 19 gesunden Probanden untersucht, es zeigte sich eine gute Reproduzierbarkeit des gemessenen Ruhe- und Kneifdruckes, wohingegen sensorische Wahrnehmungsschwellen schlecht reproduzierbar waren. Göke et al. [81] untersuchten ebenfalls die intraindividuelle Variabilität von 3 konsekutiven anorektalen Manometrien bei jeweils 12 Probanden und fanden geringere Variationen für den Ruhedruck (14%) und den maximalen Kneifdruck (18%), jedoch große Variationen (bis 72%) für die Bestimmungen der Perzeptionsvolumina. Eckardt et al. [6] untersuchten 20 gesunde Probanden dreifach und fanden geringe Variationen für den Ruhedruck und den Kneifdruck, jedoch eine schlechte Reproduzierbarkeit der Analkanallänge. Ähnliche Ergebnisse fanden auch Real et al. [82]. Bezüglich des RAI berichten Eckardt et al. [6] auch über eine nur mäßige Reproduzierbarkeit der Auslösbarkeit des RAI. Allerdings verwendeten sie keine rasche, intermittierende Dehnung, sondern eine langsame, kontinuierliche Dehnung. Hierbei wird jedoch der RAI unzuverlässiger ausgelöst als durch eine rasche, intermittierende Rektumdehnung [55]. Schnegg et al. [83] untersuchten 6 weibliche Probanden dreimal innerhalb eines Menstruationszyklus. Sie fanden dabei nur geringe intraindividuelle Variation bezüglich Sphinkterlänge, Ruhedruck, Kneifdruck, notwendigem Volumen zum Auslösen des RAI, einer rektalen Perzeption und von Schmerz. Holmberg et al. [84] fanden bei 10 gesunden Probanden eine geringe intraindividuelle Variation an unterschiedlichen Untersuchungstagen für den Kneifdruck und die rektale Compliance. Ruhedruck und Parameter des RAI waren schlecht reproduzierbar.

Autor	n	Länge	Ruhedruck	Kneifdruck	RAI
Eckardt [6]	20	-	+	+	- <sup>1</sup>
Freys [19]	10	+	+	-	-(%Relaxation)
Ryhammer [79]	50		+	+	
Bharucha [80]	19		+	+	
Göke [81]	12		+	+	
Read [82]		-	+	+	
Schnegg [83]	6	+	+	+	+(Ballonvolumen)
Holmberg [84]	10		-	+	

<sup>1</sup> keine rasche Ballondehnung

**Tab. 4** Intraindividuelle Reproduzierbarkeit von Analkanallänge, Ruhe- und Kneifdruck sowie RAI-Parametern

	n	Methode	Schwelle Wahrnehmung	Schwelle Stuhldrang	maximal tolerierbar	Compliance
Ryhammer [79]	50	Ballon	-	-	-	
Bharucha [80]	19	Ballon	-	-	-	
Göke [81]	12	Ballon	-	-	-	
Schnegg [83]	6	Ballon	+	+	+	
Holmberg [84]	10	Barostat				+
Kendall [85]	10	Barostat			-	
Cremonini [86]	34	Barostat	+	+	+	+

**Tab. 5** Intraindividuelle Reproduzierbarkeit von Perzeption und Compliance

## Indikationen



### Stuhlinkontinenz

#### Empfehlung

Eine anorektale Manometrie empfiehlt sich bei jedem Patienten mit einer Stuhlinkontinenz, der nicht auf einfache Therapiemaßnahmen anspricht und bei dem aufgrund von Alter und Allgemeinzustand eine spezifische Therapie indiziert ist. Patienten mit Stuhlinkontinenz weisen als Gruppe einen signifikant niedrigeren Ruhe- und Kneifdruck als Gesunde auf. Im Einzelfall kann die anorektale Manometrie (bei Beurteilung von Druck, Sensorik und Compliance) häufig die pathophysiologisch zugrunde liegende Störung(en) aufdecken, die Diskriminierungsfähigkeit der anorektalen Manometrie zwischen Inkontinenten und Gesunden ist jedoch keineswegs optimal und abhängig vom Schweregrad der Inkontinenz.

#### Erläuterung

Vor Einleitung einer spezifischen Therapie bei der Stuhlinkontinenz ist eine weiterführende Diagnostik indiziert. Diese umfasst, nach Ausschluss anorektaler Erkrankungen durch Prokto-Rektoskopie, die anorektale Manometrie, die Endosonografie und das Sphinkter-EMG. Während Endosonografie und Sphinkter-EMG der Klärung zugrunde liegender ätiologischer Störungen dienen, ist die anorektale Manometrie geeignet zur Aufdeckung der pathophysiologisch gestörten Funktion im Anorektalbereich. Da zumeist mehrere Funktionen gestört sind, sind neben der reinen Druckmessung die anorektale Sensorik (siehe Kapitel „Sensorik-Messung“) und die Rektumcompliance (siehe Kapitel „Compliance“) mitzubeurteilen. Es bleibt jedoch festzustellen, dass anhand einer Manometrie nie die Diagnose einer Inkontinenz gestellt werden kann (klinische Diagnose!) und aufgrund des Manometriebefundes allein ohne weitere Diagnostik (siehe oben) keine Therapieindikation zu stellen ist.

In einer Vielzahl von Studien konnte bezüglich des Ruhe- und maximalen Willkürdrucks im Bereich des Analkanals gezeigt werden, dass Inkontinente als Gesamtgruppe niedrigere Druckwerte als Gesunde aufweisen. Widersprüchlich sind die Daten jedoch bezüglich der Diskriminierungsfähigkeit „normal“ versus „pathologisch“ der anorektalen Manometrie im Einzelfall, da der Normalwertbereich eine große Spannweite aufweist. Die Angaben reichen von einer nahezu kompletten Überlappung der Wertebereiche [87] bis zu pathologisch niedrigen Druckwerten bei 92% aller stuhlinkontinenten Patienten [63]. Unter Berücksichtigung aller Studien, die dezidierte Angaben zur Diskriminierungsfähigkeit der anorektalen Manometrie publiziert haben, weisen im Mittel 79% (57–92%) stuhlinkontinenter Patienten einen pathologischen Ruhe- und/oder Kneifdruck auf. Dabei ist der Kneifdruck häufiger pathologisch verändert als der Ruhedruck [10, 36, 63, 64, 88–95]. Unter Berücksichtigung auch der anorektalen Sensorik verbesserte sich die Diskriminierungsfähigkeit der anorektalen Manometrie auf im Mittel 90% (74–100%) [28, 36, 63, 64, 88]. Der Anteil pathologischer Druckwerte im Analkanal, ebenso wie der Anteil der Patienten mit gestörter Sensorik, nimmt dabei mit zunehmendem Schweregrad der Inkontinenz zu [28, 90].

### Obstipation

#### Empfehlung

Im Rahmen der Obstipation dient die anorektale Manometrie vor allem dem Ausschluss eines Morbus Hirschsprungs durch den Nachweis eines regelrecht auslösbarer rektoanal Inhibitionsreflexes.

Die anorektale Manometrie kann auf eine Beckenbodendyssynergie als Ursache der Obstipation hinweisen, reicht aber alleine nicht für die Diagnose aus, sondern es wird der zusätzliche Nachweis durch ein zweites Untersuchungsverfahren gefordert.

Die Wertigkeit von Störungen der anorektalen Sensorik oder Compliance bei Obstipation ist unklar.

#### Erläuterungen

Der positive Nachweis eines rektoanal Inhibitionsreflexes (RAI) schließt das Vorliegen eines Morbus Hirschsprung aus [96, 97], während das Fehlen des RAI auch durch andere Ursachen bedingt sein kann (siehe Kapitel „rektoanal Inhibitionsreflex“). Bei Patienten mit Obstipation können erhöhte sensorische Schwellen und/oder eine erhöhte Rektumcompliance vorliegen. Die Literaturangaben für eine Erhöhung der Perzeptionsschwelle liegen zwischen 0 [98] und 18% [99], für eine Erhöhung der Stuhldrangschwelle zwischen 23 [100] und 50% [101]. Bezüglich der Rektumcompliance geben Merkel et al. [102] eine Erhöhung bei 11% der untersuchten Obstipierten an. Unklar ist, ob diese Störungen primär und somit ursächlich für die Obstipation der Patienten sind oder sich sekundär als Folge einer chronischen Obstipation entwickeln (siehe Kapitel „anorektale Sensorik“ und „Compliance“).

20–25% der Patienten mit einer chronischen Obstipation weisen eine Beckenbodendyssynergie auf [103]. Im Rahmen der Abklärung einer Beckenbodendyssynergie kommt folgenden Anteilen der anorektalen Manometrie eine Bedeutung zu:

#### Defäkationsversuch

Eine Relaxation von M. sphincter ani internus und M. puborectalis beim Pressen „wie zum Stuhlgang“ resultiert in einer Druckabnahme im Analkanal, die manometrisch registriert werden kann. Gleichzeitig muss bei adäquatem Pressen ein Druckanstieg im Rektum registrierbar sein. Insgesamt sollte der Druck im Rektum den im Analkanal übersteigen. Bei einer Beckenbodendyssynergie werden bei Betätigung der Bauchpresse der Externus und der Puborectalis paradox kontrahiert; der Analkanal wird hierdurch obstruiert [104]. In einem von Rao et al. [105] untersuchten Kollektiv zeigten 61% der Patienten mit einer Defäkationsstörung eine verminderte rektale Druckzunahme beim Pressen, 78% eine paradoxe anale Kontraktion und 22% eine verminderte anale Relaxation. Diese Dysfunktionen im Sinne einer rektoanal Koordinationstörung zeigten eine deutliche Besserung nach Biofeedback-Therapie.

Bei der Beurteilung des Defäkationsversuches können folgende Parameter berücksichtigt werden:

1. intrarektaler Druck beim Pressen: Ein rektaler Pressdruck  $\leq 45$  mmHg wird nach einigen Studien als zu gering angesehen [27, 105, 106].
2. anale Relaxation: Eine anale Relaxation  $< 20\%$  wird nach einigen Studien als pathologisch bewertet [27, 105, 106].
3. paradoxe anale Kontraktion
4. Defäkationsindex: Dieser berechnet sich nach folgender Formel: Defäkationsindex = rektaler Pressdruck  $\div$  analer Restdruck beim Pressen [105, 106]

Rao et al. beschrieben 4 verschiedene Defäkationsmuster [106]:

1. regelrechte intrarektale Druckzunahme ( $\geq 45$  mmHg)/regelrechte Relaxation des Analsphinkters (physiologisches Defäkationsmuster)
2. regelrechte intrarektale Druckzunahme ( $\geq 45$  mmHg)/paradoxe anale Druckzunahme (Dyssynergie Typ I)



3. verminderte intrarektale Druckzunahme (< 45 mmHg)/paradoxe anale Druckzunahme (Dyssynergie Typ II)
4. verminderte intrarektale Druckzunahme (< 45 mmHg)/unzureichende oder ausbleibende Relaxation des Analsphinkters (< 20%) (Dyssynergie Typ III)

Die Aussagekraft einer verminderten oder ausbleibenden analen Relaxation beim Pressen wird dadurch eingeschränkt, dass auch bei Gesunden häufig eine verminderte Relaxation gefunden wird, wobei unklar bleibt, ob es sich hierbei um falsch positive Ergebnisse handelt oder ob die verminderte Relaxation mit einer subklinischen Defäkationsstörung assoziiert ist [40]. Der Verdacht auf ein falsch positives Ergebnis ist vor allem dann gegeben, wenn der Kurvenverlauf der Druckzunahme im Analkanal dem Kurvenverlauf des rektalen Drucks entspricht. Zur weiteren Evaluierung bietet es sich an, den Pressversuch bei aufgeblähtem Ballon an der Defäkationsschwelle zu wiederholen, sodass bei gegebenem Defäkationsreiz die Untersuchungsbedingungen der Physiologie mehr angepasst sind. Da insgesamt jedoch viele Gesunde in der Manometrie eine paradoxe anale Druckzunahme beim Pressen zeigen, ist die Bestätigung der Diagnose einer Beckenbodendys-synergie durch ein zweites Verfahren zu fordern (z.B. Oberflächen-/Nadel-EMG, [MRT-]Defäkografie) [107].

#### Anales Oberflächen-EMG

Die Beurteilung des Defäkationsverhaltens mittels Ableitung eines analen Oberflächen-EMGs stellt eine alternative Methode zur manometrischen Darstellung dar. Genaue Daten zur Sensitivität und Spezifität liegen in der Literatur nicht vor. Persönlichen Erfahrungen (Kuhlbusch-Zicklam) zufolge zeigt sich bei einem falsch positiven Manometrie-Ergebnis einer paradoxen analen Kontraktion im Oberflächen-EMG häufig keine paradoxe Zunahme der Externusaktivität beim Pressen.

#### Ballonexpulsionstest

Die Unfähigkeit der Entleerung eines intrarektal applizierten Ballons ist ein häufiges Charakteristikum einer Defäkationsstörung. Dabei wird der Patient aufgefordert, einen intrarektal applizierten, mit Wasser, Kochsalzlösung oder Luft gefüllten Ballon auf einem Toilettenstuhl zu entleeren. Wichtig dabei sind entsprechende äußere Rahmenbedingungen, in denen der Patient ohne „Zuschauer“ agieren kann. Insgesamt ist der Ballonexpulsionstest jedoch unzureichend validiert; in den verschiedenen Studien findet sich kein einheitliches methodisches Vorgehen. Neben der Verwendung von Ballons unterschiedlicher Volumina (zumeist 50 oder 60 ml; [56, 104, 106, 108, 109]) werden auch mit Gewichten beschwerte Kugeln [110] oder in bariumbeschichtetes Material gefülltes Silikon als verformbarer artifizieller Stuhl [107] verwendet. Es werden aber auch variable, patientenindividuelle Volumina eingesetzt, wobei der Ballon bis zur Stuhldrangschwelle mit Flüssigkeit gefüllt wird [111]. Auch gibt es keine einheitlichen Kriterien für die Bewertung eines Ballonexpulsionstests als pathologisch. Als obere Grenze für die Entleerung des Ballons werden 1 [111], 3 [104, 112] und 5 Minuten angegeben [56, 110]. Rao et al. [105] konnten zeigen, dass 89% der Patienten mit einer Defäkationsstörung nicht in der Lage waren, den Ballon zu entleeren. Nach Biofeedback-Training waren alle diese Patienten dazu in der Lage, sodass der Ballonexpulsionstest möglicherweise einen adäquaten Therapieerfolgsparameter darstellt. Die Daten von Fleshman et al. [109] und Minguez et al. [111] sprechen ebenso für eine Bewertung des Ballonexpulsionstests als eine kostengünstige sensitive Methode zum

Ausschluss einer Beckenbodendysfunktion bzw. Entleerungsstörung. Der Ballonexpulsionstest zeigt jedoch keine sehr hohe Korrelation zu anderen Untersuchungsverfahren. So können Patienten mit einem auffälligen Befund im EMG und in der Defäkografie einen unauffälligen Ballonexpulsionstest zeigen. Insgesamt hat der Ballonexpulsionstest eine nicht ausreichende Sensitivität und Spezifität, um unmittelbar daraus medizinische oder chirurgische Planungen abzuleiten. Er sollte vielmehr als Screening-Test verstanden werden.

#### Reizdarm-Syndrom

##### Empfehlung

Die Sicherung der Diagnose Reizdarm-Syndrom erfordert keine anorektale Manometrie, die Sicherung einer viszeralen Hyperalgesie als verursachender Pathomechanismus der RDS-Symptome kann im Rahmen einer anorektalen Manometrie erfolgen.

##### Erläuterungen

1973 fanden Ritchie und Mitarbeiter [113], dass ein Teil der Patienten mit Reizdarmsyndrom (RDS) im Vergleich zu gesunden Probanden eine deutlich niedrigere Dehnung der Darmwand tolerierten. Auch in neueren Untersuchungen konnte diese viszerale Hyperalgesie beim RDS im Vergleich mit gesunden Kontrollen gesichert werden [114–117]. Bouin et al. [115] geben die Sensitivität der Barostatmessung mit 95,5% und die Spezifität mit 71,8% an.

1990 beschrieb Prior [118] eine verringerte rektale Compliance bei RDS-Patienten. Spätere Studien konnten diese Ergebnisse bestätigen [119, 120]. In anderen Studien fand sich dieses Ergebnis nicht. Die rektalen Perzeptionsschwellen können im Rahmen einer anorektalen Manometrie, aber auch mithilfe eines Barostats, der kontrolliertere Dehnungsreize sowie unterschiedliche Stimulationsprotokolle erlaubt [121], untersucht werden. In gleicher Weise kann die rektale Compliance, d.h. der Tonus der Rektumwand, bestimmt werden [122, 123]. Falls verfügbar, ist eine Barostatmessung der anorektalen Manometrie wegen der höheren Genauigkeit vorzuziehen.

#### Idiopathisches anales Schmerzsyndrom

##### Empfehlungen

Die klassische Proctalgia fugax und das sog. Levator-ani-Syndrom stellen keine Indikationen für eine anorektale Manometrie dar. Die Situation ist anders zu bewerten, falls Schmerzen mit Defäkationsstörungen verbunden sind (siehe Indikation „Obstipation“).

##### Erläuterungen

Beide Erkrankungen gehören nach den Rom-II-Kriterien zu den funktionellen anorektalen Störungen [103]. Bei der Proctalgia fugax handelt es sich um heftige, aber sehr kurze (Sekunden bis Minuten anhaltend) anorektale Schmerzen unklarer Ätiologie, die bei der Hälfte der Betroffenen weniger als 5-mal pro Jahr auftreten [103]. Dementsprechend gibt es keine systematischen Untersuchungen zu möglichen Veränderungen des analen Tonus während der Schmerzattacken, auch wenn postuliert wird, dass die Schmerzen mit krampfartigen Kontraktionen des analen Sphinkters assoziiert sein könnten [124]. Im Intervall zeigen die Patienten einen im Vergleich zu Gesunden nur leicht erhöhten Ruhetonus bei insgesamt normaler anorektaler Manometrie [6]. In sehr seltenen Fällen scheinen neuromuskuläre, z.T. familiär gehäuft auftretende Erkrankungen für häufige und schwere Schmerzattacken im Sinne einer Proctalgia fugax verantwortlich zu sein. Bei sol-

chen Patienten wurde vereinzelt eine fehlende Relaxation beim Pressen oder in Antwort auf rektale Dehnung manometrisch diagnostiziert [125]. Das Levator-ani-Syndrom ist durch chronische oder wiederkehrende, immer aber länger anhaltende (>20 min), meist dumpfe Schmerzen charakterisiert, die häufig durch Sitzen oder Liegen verstärkt werden. Auch dieses Syndrom wird in Abwesenheit organischer Erkrankungen oder sonstiger Störungen allein anhand der Symptomatik diagnostiziert. Typische Befunde bei der körperlichen/rektal digitalen Untersuchung mit Auslösung von Schmerzen bei Zug am häufig verhärteten Muskel können die Diagnose stützen [103]. Es wurde auch hier vermutet, dass eine Hyperkontraktion des M. levator ani für die Entstehung der Symptome verantwortlich ist [103, 126]. Aussagekräftige Studien zu der Fragestellung, ob bei Betroffenen die anorektalen Druckverhältnisse während Schmerzattacken oder im Intervall verändert sind, scheinen aber zu fehlen, und das Levator-ani-Syndrom wird allgemein nicht als Indikation für eine anorektale Manometrie angesehen, sondern anhand der Symptome diagnostiziert.

### Prä-/postoperative Indikationen

#### Empfehlung

Eine präoperativ durchgeführte anorektale Manometrie hat keinen hinreichenden Vorhersagewert für eine postoperative Kontinenz. Postoperativ ist die anorektale Manometrie wieder geeignet im Rahmen der Abklärung einer Inkontinenz.

#### Erläuterungen

Operationen am After und Rektum (z. B. Fisteloperationen, Hämorrhoidenoperationen, Rektumresektionen etc.) führen häufig zu einer Beeinträchtigung der Funktion des Kontinenzorgans [127–130]. Im Rahmen der Abklärung von postoperativen Inkontinenzbeschwerden ist die Manometrie, neben der endoanalen Endosonografie und ggf. einem Nadel-EMG des M. sphincter ani externus, zur diagnostischen Abklärung indiziert (siehe Kapitel „Stuhlinkontinenz“).

Präoperativ ist aus den Daten der Manometrie im Einzelfall keine Vorhersage über die Entwicklung einer postoperativen Inkontinenz bei anorektalen Eingriffen möglich respektive Aussagen zur Wiedererlangung der Kontinenz (z. B. bei Rektumprolaps-Operation, vor Inkontinenz-Operation) zu geben [131–135]. Ein bereits vorgeschädigter Sphinkterapparat trägt aber ein erhöhtes Risiko einer postoperativen Inkontinenz bei erneuten Eingriffen.

Ein niedriger Ruhedruck ist möglicherweise prädiktiv für eine postoperative Inkontinenz nach Ileostomaverschluss (nach Rektumresektion wegen Ca) [136]. Nicht ausreichend evaluiert ist, ob die Art eines proktologischen Eingriffes nach dem Ergebnis der präoperativen Manometrie geplant werden soll [40, 137, 138]. Vereinzelt wird von chirurgischer Seite diskutiert, ob aus forensischen Gründen vor Operation im Anorektalbereich eine Manometrie erfolgen sollte, um präexistente niedrige Druckwerte zu dokumentieren [139]. Hierbei ist jedoch, ebenso wie bei Begutachtungen, zu bedenken, dass die Messwerte von Gesunden und Patienten sich überlappen (siehe Kapitel „Normalwerte“ und „Stuhlinkontinenz“) und die Reproduzierbarkeit der Manometrie-Messdaten bei wiederholten Messungen (z. B. prä- und postoperativ) nicht exakt ist (siehe Kapitel „Reproduzierbarkeit“). Darüber hinaus kann im Allgemeinen die Sphinkterfunktion durch die Anamnese und die klinische Untersuchung mit dem Finger adäquat abgeschätzt werden [140], sodass die anorektale Manometrie in der klinischen Routine präoperativ nur in Einzelfällen erforderlich ist.

### Indikation für eine anorektale Manometrie bei Biofeedback-Training

#### Empfehlung

Die anorektale Manometrie ist geeignet zum Ausschluss einer neurogenen Inkontinenz mit fehlender Wahrnehmung, die eine Kontraindikation für eine Biofeedback-Therapie darstellt. Es besteht keine Indikation zur Durchführung einer anorektalen Manometrie vor und nach einer Biofeedback-Therapie bei Inkontinenz zur Therapieplanung oder Erfolgskontrolle. Die Biofeedback-Therapie bei Obstipation stellt eine Indikation dar, wenn die Diagnose Beckenbodendyssynergie gesichert werden soll (siehe auch Kapitel „Obstipation“). Keine Indikation besteht zur Überprüfung der Wirksamkeit der Biofeedback-Therapie bei Obstipation.

#### Erläuterungen

Das Biofeedback-Training ist eine der Psychologie entstammende Lernstrategie, dem sog. „Lernen durch Verstärkung“ [141]. Beim „Biofeedback“ erhält der Patient eine Rückmeldung über eine Körperfunktion, die normalerweise nicht wahrgenommen werden kann, sodass er diese Körperfunktion mit der Zeit zu modifizieren lernt. Für den Bereich der Gastroenterologie konnte 1973 ein erster Fallbericht [142] zeigen, dass eine Besserung der Stuhlinkontinenz durch Biofeedback-Behandlung möglich ist.

#### Inkontinenz

Seither wurde Biofeedback-Training zur Therapie von Inkontinenz vielfach angewandt. Für diese Patientengruppe konnte die Effektivität des Biofeedback-Trainings in klinischen Studien nachgewiesen werden. Systematische Reviews und Metaanalysen nennen übereinstimmend Erfolgsraten um 70% [143–147]. Mithilfe des anorektalen Biofeedback-Trainings können verschiedene Funktionen des Kontinenzapparats trainiert werden:

1. die maximale Kontraktionsleistung des M. sphincter ani externus [148, 149]
2. die zeitliche Latenz zwischen einem rektalen Dehnungsreiz und der Antwort des Schließmuskels darauf [150]
3. die sensorische Schwelle zur Wahrnehmung rektaler Dehnungsstimuli [151]
4. die Relaxation des M. sphincter ani externus und des M. puborectalis zur Defäkation [152]
5. die Intensität der Relaxation des Internus [153]

Eine „Komponentenanalyse“ einiger Therapiestudien zum Biofeedback zeigte, dass neben der Verbesserung der Kontraktionsleistung des M. sphincter ani externus vor allem die Verbesserung der Wahrnehmung rektaler Dehnungsreize [154, 155] und die verbesserte rektale Koordination [156] eine Symptomverbesserung hervorrufen.

Neuere, kontrollierte Studien stellen die Spezifität der Wirksamkeit des Biofeedback-Trainings infrage, nicht jedoch die Wirksamkeit konservativer therapeutischer Maßnahmen bei Stuhlinkontinenz: Norton et al. [42] fanden nach der Therapie keinen Unterschied zwischen Patienten, die „lediglich“ [9 Sitzungen à 40–60 min Dauer!] eine Aufklärung bezüglich diätetischer Maßnahmen, Toilettentraining und Wirkungsweise von Medikamenten erhalten hatten, Patienten, mit denen Beckenbodenübungen durchgeführt wurden, und Patienten, die zusätzlich ein Biofeedback-Training absolviert hatten. Alle Therapiegruppen erfuhren eine signifikante Verbesserung bzgl. Häufigkeit der Inkontinenzereignisse, Lebensqualität und Kontraktionsstärke des externen Analsphinkters. Andere Untersucher kamen

in kontrollierten klinischen Studien mit vergleichbarem Design zu ähnlichen Ergebnissen [157 – 159]. In den meisten Einzelstudien und in fast allen Übersichtsarbeiten wird einhellig die Korrelation zwischen klinischen Symptomen und objektiven Parametern, die mittels anorektaler Manometrie bestimmt werden können (Motorik, Sensorik, Koordination), als sehr gering angegeben (z.B. [160]); dies betrifft sowohl die manometrische Messung vor einer Therapie wie die Erfolgskontrolle nach Therapie. Es ist daher nicht notwendig, eine anorektale Manometrie zur Planung der Art der Biofeedback-Therapie bei Inkontinenz oder zur Therapiekontrolle durchzuführen. Seit Whitehead [161] gilt, dass die wichtigste Voraussetzung für die Durchführung eines Biofeedback-Trainings das prinzipielle Vorhandensein sensorischer rektaler Wahrnehmung ist. Eine ursprünglich von Latimer [154] sowie Buser und Miner [151] postulierte These, wonach das Training der sensorischen Funktion des Rektums (sensorisches Diskriminationstraining zur Identifizierung der Rektumfüllung) der primär wirksame Faktor in der Biofeedback-Therapie darstellt, setzt demgegenüber voraus, dass vor der Therapie mittels anorektaler Manometrie festgestellt würde, ob erhöhte Wahrnehmungsschwellen vorliegen. Da dies a) bei der Mehrheit der Inkontinenzpatienten nicht der Fall ist und b) bislang nicht gezeigt werden konnte, dass sich die sensorischen und motorischen Funktionen unabhängig verändern lassen, stellt auch die Feststellung eines sensorischen Defizits keine Indikation für die Durchführung einer anorektalen Manometrie vor Biofeedback-Therapie dar. Demgegenüber kann eine fehlende Wahrnehmung im Rahmen einer neurogenen Inkontinenz nur mittels Manometrie ausgeschlossen werden. Es hat sich gezeigt, dass bei diesen Patienten ein Biofeedback-Training nicht zu einer Verbesserung der Kontinenz führt (z.B. [162]).

Der Ausschluss einer fehlenden Wahrnehmung stellt daher eine Indikation für die Durchführung einer anorektalen Manometrie dar.

**Obstipation**

Die Effektivität des Biofeedback-Trainings bei Obstipation wurde in verschiedenen Studien nachgewiesen [163 – 165] und prinzipiell für die Gruppe der Patienten mit einer Obstipation vom Typ „outlet obstruction“ (Pelvic Floor Dyssynergia = Beckenboden-Dyssynergie) postuliert [144]. Eine anorektale Manometrie kann prinzipiell dazu dienen, a) diese Diagnose zu sichern und b) die Effizienz der Therapie zu überprüfen. Die Gruppe um Kamm zeigte jedoch in zwei kontrollierten Studien [166, 167] eine Effektivität von Biofeedback-Training unabhängig von der Ursache der Obstipation. In einer weiteren kontrollierten Studie [168] profitierten dagegen vor allem Patienten mit Obstipation bei Beckenboden-Dyssynergie vom Biofeedback-Training. Die Diagnose Beckenboden-Dyssynergie kann am einfachsten klinisch mittels anorektaler Manometrie erfolgen, sollte jedoch – wegen möglicher falsch positiver Befunde – mit wenigstens einem weiteren klinischen Test (EMG, Ballonexpulsion, Defäko-graphie) gestützt werden (siehe Kapitel „Obstipation“). Die Biofeedback-Therapie bei Obstipation stellt daher eine Indikation für die anorektale Manometrie dar, wenn die Diagnose Beckenboden-Dyssynergie gesichert werden soll. Es besteht keine Indikation für die Manometrie zur Überprüfung der Wirksamkeit der Therapie.

**Anhang**

▼ **Vorschlag für einen Anamnesebogen zur anorektalen Manometrie (☉ Abb. 1)**

Symptome						
Stuhlfrequenz	< 3 x/Woche <input type="checkbox"/>		3 x/Wo. – 3 x/Tag <input type="checkbox"/>		> 3 x/Tag <input type="checkbox"/>	
Stuhlkonsistenz	sehr hart <input type="checkbox"/>	hart <input type="checkbox"/>	normal <input type="checkbox"/>	breiig <input type="checkbox"/>	flüssig <input type="checkbox"/>	stark wechselnd <input type="checkbox"/>
Auftreten von Inkontinenz	nie <input type="checkbox"/>	nur, wenn über mehrere Tage kein Stuhlgang <input type="checkbox"/>	< 1x pro Monat <input type="checkbox"/>	monatlich <input type="checkbox"/>	wöchentlich <input type="checkbox"/>	täglich <input type="checkbox"/>
Grad der Inkontinenz	keine <input type="checkbox"/>	nur Stuhlschmierer <input type="checkbox"/>	für Winde <input type="checkbox"/>	für weichen/flüssigen Stuhl <input type="checkbox"/>	für festen Stuhl <input type="checkbox"/>	ungewollter Abgang größerer Mengen <input type="checkbox"/>
Wahrnehmung der rektalen Füllung	fehlend/ eingeschränkt <input type="checkbox"/>		normal <input type="checkbox"/>	bei geringsten Mengen <input type="checkbox"/>		
Schmerzen anorektal	keine <input type="checkbox"/>	selten/leicht <input type="checkbox"/>	häufig/stark <input type="checkbox"/>	in Abhängigkeit vom Stuhlgang <input type="checkbox"/>	Art/Typus -----	Lokalisation -----
Sonstiges	vermehrtes Pressen <input type="checkbox"/>	unvollständige Entleerung <input type="checkbox"/>	digitales Ausräumen <input type="checkbox"/>	vermehrter/imperativer Stuhldrang (Urge-Symptomatik) <input type="checkbox"/>		auch Harninkontinenz <input type="checkbox"/>
<b>Vor-/Begleiterkrankungen, Medikamente</b>						
aktuelle Medikation:						
chronisch entzündliche Darmerkrankung?						
Frauen: Zahl der vaginalen Geburten und evtl. Geburtstraumata:						
gastrointestinale Operationen, insbes. anorektal:						
Vorerkrankungen anorektal (z.B. Fistel, Fissur):						
neurologische Erkrankungen:						
Stoffwechselerkrankungen:						

**Abb. 1** Anamnesebogen zur anorektalen Manometrie

## Vorschlag für einen Befundbogen zur anorektalen Manometrie (♻ Abb. 2)

<b>Druckmessung</b>			Norm
Ruhedruck	mmHg	xxx - xxx	
Kneifdruck maximal	mmHg	xxx - xxx	
<b>rektoanal</b>			
<b>Inhibitionsreflex</b>	vorhanden <input type="checkbox"/>	fehlt <input type="checkbox"/>	
<b>Rektale Wahrnehmung</b>			
Ballonvolumen bei erster Wahrnehmung/Perzeptionsschwelle	ml	xxx - xxx	Norm
Ballonvolumen bei erstmaligem Stuhldrang/Stuhldrangsschwelle	ml	xxx - xxx	Norm
Maximal toleriertes Ballonvolumen/Schmerzschwelle	ml	xxx - xxx	Norm
<b>Compliance</b>			
Intraballondruck im Rektum bei 100ml	mmHg		
Intraballondruck bei 100ml (außerhalb Patient)	mmHg		
Compliance	ml/mmHg		Norm
		xxx - xxx	
<b>Sonstiges</b>			
(z.B. Hustentest, Defäkationstest)			
<b>Beurteilung:</b>			

Abb. 2 Vorschlag für einen Befundbogen zur anorektalen Manometrie

## Inkontinenz-Score-Patientenbogen (♻ Abb. 3)

Name:		Datum:			
<b>CCS-Inkontinenz-Score (Wexner-Score)</b>					
Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient, zur genaueren Beurteilung Ihrer Erkrankung möchten wir Sie bitten folgende Fragen zu beantworten. Bitte kreuzen Sie die zutreffende Antwort im entsprechenden Feld an.					
Wie oft verlieren Sie unkontrolliert festen Stuhl?	nie	seltener als 1Mal im Monat	häufiger als 1Mal im Monat	häufiger als 1Mal in der Woche	meist täglich
Wie oft verlieren Sie unkontrolliert flüssigen Stuhl?	nie	seltener als 1Mal im Monat	häufiger als 1Mal im Monat	häufiger als 1Mal in der Woche	meist täglich
Wie oft verlieren Sie unfreiwillig Winde?	nie	seltener als 1Mal im Monat	häufiger als 1Mal im Monat	häufiger als 1Mal in der Woche	meist täglich
Wie oft tragen Sie eine Vorlage?	nie	seltener als 1Mal im Monat	häufiger als 1Mal im Monat	häufiger als 1Mal in der Woche	meist täglich
Wie oft müssen Sie wegen Stuhlproblemen Ihre festen Lebensgewohnheiten ändern?	nie	seltener als 1Mal im Monat	häufiger als 1Mal im Monat	häufiger als 1Mal in der Woche	meist täglich
<b>Gesamt-Score:</b>					
<b>Sonstiges:</b>					

Abb. 3 Inkontinenz-Score-Patientenbogen

## Inkontinenz-Score-Auswertung (♻ Abb. 4)

Name:		Datum:			
<b>AUSWERTUNG CCS-Inkontinenz-Score (Wexner-Score)</b>					
Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient, zur genaueren Beurteilung Ihrer Erkrankung möchten wir Sie bitten folgende Fragen zu beantworten. Bitte kreuzen Sie die zutreffende Antwort im entsprechenden Feld an.					
Wie oft verlieren Sie unkontrolliert festen Stuhl?	nie 0	seltener als 1Mal im Monat 1	häufiger als 1Mal im Monat 2	häufiger als 1Mal in der Woche 3	meist täglich 4
Wie oft verlieren Sie unkontrolliert flüssigen Stuhl?	nie 0	seltener als 1Mal im Monat 1	häufiger als 1Mal im Monat 2	häufiger als 1Mal in der Woche 3	meist täglich 4
Wie oft verlieren Sie unfreiwillig Winde?	nie 0	seltener als 1Mal im Monat 1	häufiger als 1Mal im Monat 2	häufiger als 1Mal in der Woche 3	meist täglich 4
Wie oft tragen Sie eine Vorlage?	nie 0	seltener als 1Mal im Monat 1	häufiger als 1Mal im Monat 2	häufiger als 1Mal in der Woche 3	meist täglich 4
Wie oft müssen Sie wegen Stuhlproblemen Ihre festen Lebensgewohnheiten ändern?	nie 0	seltener als 1Mal im Monat 1	häufiger als 1Mal im Monat 2	häufiger als 1Mal in der Woche 3	meist täglich 4
<b>Gesamt-Score:</b>	<b>0</b>	<b>kontinent</b>			
	<b>20</b>	<b>komplett inkontinent</b>			

Abb. 4 Inkontinenz-Score-Auswertung

## Obstipations-Score-Patientenbogen (♻ Abb. 5)

Name:		Datum:			
<b>Obstipations - Score</b>					
Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient, zur genaueren Beurteilung Ihrer Erkrankung möchten wir Sie bitten folgende Fragen zu beantworten. Bitte kreuzen Sie die zutreffende Antwort im entsprechenden Feld an.					
Wie oft hatten Sie in den letzten Wochen Stuhlgang?	1 – 2 Mal alle 1 bis 2 Tage	2 x pro Woche	1 x pro Woche	seltener als 1 x pro Woche	seltener als 1 x pro Woche
Haben Sie Schmerzen beim Stuhlgang?	nie	selten	manchmal	häufig	immer
Haben Sie ein Gefühl der unvollständigen Entleerung?	nie	selten	manchmal	häufig	immer
Haben Sie Bauchschmerzen?	nie	selten	manchmal	häufig	immer
Wie viel Zeit brauchen Sie auf der Toilette?	weniger als 5 min.	5 – 10 min.	10 – 20 min.	20 – 30 min.	mehr als 30 min.
Müssen Sie Ihre Stuhlentleerung unterstützen?	nie	Abführmittel	Klistier Einlauf o. ä.		
Wie oft gehen Sie pro Tag ohne Erfolg zur Toilette?	nie	1 – 3 Mal	3 – 6 Mal	6 – 9 Mal	mehr als 9 Mal
Wie lange leiden Sie schon an chronischer Verstopfung?	weniger als 1 Jahr	1 – 5 Jahre	5 – 10 Jahre	10 – 20 Jahre	mehr als 20 Mal
<b>Gesamt-Score:</b>					
<b>Sonstiges:</b>					

Abb. 5 Obstipations-Score-Patientenbogen



**Obstipations-Score-Auswertebogen ( Abb. 6)**

Name:		Datum:			
<b>AUSWERTUNG Obstipations-Score</b>					
Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient, zur genaueren Beurteilung Ihrer Erkrankung möchten wir Sie bitten folgende Fragen zu beantworten. Bitte kreuzen Sie die zutreffende Antwort im entsprechenden Feld an.					
Wie oft hatten Sie in den letzten Wochen Stuhlgang?	1–2 Mal alle 1 bis 2 Tage <b>0</b>	2 x pro Woche <b>1</b>	1 x pro Woche <b>2</b>	seltener als 1 x pro Woche <b>3</b>	seltener als 1 x pro Woche <b>4</b>
Haben Sie Schmerzen beim Stuhlgang?	nie <b>0</b>	selten <b>1</b>	manchmal <b>2</b>	häufig <b>3</b>	immer <b>4</b>
Haben Sie ein Gefühl der unvollständigen Entleerung?	nie <b>0</b>	selten <b>1</b>	manchmal <b>2</b>	häufig <b>3</b>	immer <b>4</b>
Haben Sie Bauchschmerzen?	nie <b>0</b>	selten <b>1</b>	manchmal <b>2</b>	häufig <b>3</b>	immer <b>4</b>
Wie viel Zeit brauchen Sie auf der Toilette?	weniger als 5 min. <b>0</b>	5–10 min. <b>1</b>	10–20 min. <b>2</b>	20–30 min. <b>3</b>	mehr als 30 min. <b>4</b>
Müssen Sie Ihre Stuhlentleerung unterstützen?	nie <b>0</b>	Abführmittel <b>1</b>	Klistier Einlauf o. ä. <b>2</b>		
Wie oft gehen Sie pro Tag ohne Erfolg zur Toilette?	nie <b>0</b>	1–3 Mal <b>1</b>	3–6 Mal <b>2</b>	6–9 Mal <b>3</b>	mehr als 9 Mal <b>4</b>
Wie lange leiden Sie schon an chronischer Verstopfung?	weniger als 1 Jahr <b>0</b>	1–5 Jahre <b>1</b>	5–10 Jahre <b>2</b>	10–20 Jahre <b>3</b>	mehr als 20 Jahre <b>4</b>
<b>Gesamt-Score:</b>	<b>0</b>	<b>keine Obstipation</b>			
	<b>30</b>	<b>schwere Obstipation</b>			

**Abb. 6** Obstipations-Score-Auswertebogen

**Normalwert-Tabelle ( Tab. 6)**

**Tab. 6** Normwert-Tabelle; Normalwerte ermittelt bei 70 Frauen und 73 Männern mit Perfusionsmanometrie (Katheterdurchmesser ≤ 5 mm; Flussgeschwindigkeit 0,5 ml/min; Referenz-Nulllinie: atmosphärischer Druck auf Analkanalhöhe; schrittweiser Rückzug mit 1 cm)

		bis 60 Jahre		bis 70 Jahre		> 70 Jahre	
		Frauen	Männer	Frauen	Männer	Frauen	Männer
Ruhedruck	Median	79	87	75	72	47	67
	(Range)	(31–149)	(52–159)	(37–126)	(36–118)	(27–98)	(25–106)
	5%-Perzentile	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>30</b>	<b>40</b>
Kneifdruck	Median	172	239	146	211	135	188
	(Range)	(61–363)	(75–468)	(81–227)	(86–346)	(43–209)	(96–284)
	5%-Perzentile	<b>90</b>	<b>130</b>	<b>90</b>	<b>130</b>	<b>90</b>	<b>130</b>
Perzeptionsschwelle	Median	15	30	35	30	30	35
	(Range)	(10–90)	(10–80)	(20–90)	(15–100)	(10–90)	(15–100)
	95%-Perzentile	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
Defäkationsschwelle	Median	75	125	85	120	85	130
	(Range)	(50–200)	(50–190)	(50–200)	(50–180)	(35–180)	(85–180)
	5%-Perzentile	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>
	95%-Perzentile	<b>160</b>	<b>180</b>	<b>160</b>	<b>180</b>	<b>150</b>	<b>180</b>

**Appendix**

Folgende Personen waren an der Erstellung der Empfehlungen beteiligt:

**Kommissionsmitglieder der DGNM:**

- Prof. P. Enck, H. Hinninghofen, Klinik für Innere Medizin VI – Psychosomatik, Universitätsklinikum Tübingen (Indikation Biofeedback, Indikation Reizdarm)
- Dr. A. Franke, II. Medizinische Klinik, Universitätsklinikum Mannheim (Analkanallänge, Dauerkontraktion, Reproduzierbarkeit)
- Dr. J. Keller, Israelitisches Krankenhaus Hamburg (Vorbereitung/Nachbereitung, Indikation idiopathisches anales Schmerzsyndrom, Anamnesebogen, Befundbogen)
- PD Dr. Kreis, Chirurgische Klinik, Klinikum Großhadern, Ludwig-Maximilian-Universität München (rektoanaler Inhibitionsreflex, Hustentest, Indikation präoperativ)
- Dipl.-Psych. R. Kuhlbusch-Zicklam, Prof. Dr. T. Frieling, Medizinische Klinik II, Klinikum Krefeld (Indikation Obstipation, Vektortvolumen-Manometrie)
- Prof. Dr. Dipl.-Psych. H. Mönnikes, Dr. M. Schmidtman, Medizinische Klinik, Charité Universität Berlin, Campus Virchow-Klinikum (Sensorik, Compliance)
- Münnich, Fa. Medtronic, Düsseldorf/Halle (Technische Grundlagen)
- PD Dr. C. Pehl, Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und gastroenterologische Onkologie, Klinikum Bogenhausen, Städtisches Klinikum München GmbH und Medizinische Klinik, Kreiskrankenhaus Vilsbiburg (Durchführung und Analyse, Normalwerte, Slow waves, Indikation Stuhlinkontinenz)

**Kommissionsmitglieder der Arbeitsgruppe Proktologie der DGVS:**

- Prof. Dr. H-J. Krammer, Praxis für Gastroenterologie und Ernährungsmedizin, Mannheim
- Prof. Dr. M. Karaus, Ev. Krankenhaus Göttingen-Weende
- Prof. Dr. T. Frieling, Medizinische Klinik II, Klinikum Krefeld

**Kommissionsmitglieder der DGK:**

- Prof. Dr. A. Herold, Enddarmzentrum Mannheim
- PD Dr. T. Schiedeck, Klinik für Allgemein- und Viszeralchirurgie, Klinikum Ludwigsburg

**Kommissionsmitglieder der CACP der DGVC:**

Prof. Dr. A. Herold, Enddarmzentrum Mannheim

Prof. Dr. W. Heitland, Klinik für Chirurgie, Klinikum Bogenhausen, Städtisches Klinikum München GmbH

**Affiliations**

- <sup>1</sup> Medizinische Klinik, Kreiskrankenhaus Vilsbiburg
- <sup>2</sup> Klinik für Innere Medizin VI – Psychosomatik, Universitätsklinikum Tübingen
- <sup>3</sup> II. Med. Klinik, Universitätsklinikum Mannheim
- <sup>4</sup> Medizin. Klinik II, Klinikum Krefeld
- <sup>5</sup> Chirurgische Klinik, Klinikum München-Bogenhausen
- <sup>6</sup> Enddarmzentrum Mannheim
- <sup>7</sup> Klinik für Innere Medizin VI, Psychosomatik, Universitätsklinikum Tübingen
- <sup>8</sup> Medizinische Klinik, Evangelisches Krankenhaus, Göttingen
- <sup>9</sup> Klinik für Innere Medizin, Israelitisches Krankenhaus, Hamburg
- <sup>10</sup> Praxis für Gastroenterologie und Ernährungsmedizin, Mannheim
- <sup>11</sup> Chirurgische Klinik, Ludwig-Maximilians-Universität (Klinikum Großhadern) München
- <sup>12</sup> Medizinische Klinik m.S. Hepatologie & Gastroenterologie, Universitätsklinikum Charité, Campus Virchow-Klinikum, Berlin
- <sup>13</sup> Medtronic GmbH, Düsseldorf/Halle
- <sup>14</sup> Klinik für Allgemein- und Viszeralchirurgie, Klinikum Ludwigsburg

**Literatur**

- 1 Schuster M, Hookman P, Hendrix T et al. Simultaneous manometric recording of internal and external anal sphincter reflexes. Bull Johns Hopkins Hosp 1965; 116: 79–88
- 2 Schmitt T, Schönfeld A, Eckhardt V. Investigation of Esophageal Motor Function: Comparison between Perfusion and Microtransducer Manometry. Z Gastroenterol 2004; 42: 785–944
- 3 Rehak P. Gas-perfused catheters – a simple high fidelity recording system for esophageal manometry. XIV. ICMBE and VII ICMP, Espoo, Finnland. 1985: Poster 8.64
- 4 Tutuian R, Agrawal A, Mainie I et al. Disposable balloon-based oesophageal motility catheters: comparison with solid-state transducers. Neurogastroenterol Motil 2005; 17: 453–457
- 5 Frieling T, Rühl A, Pehl C et al. Hygiene im Manometrielabor: Deutsche Multicenter-Studie. Z Gastroenterol 2004; 42: 808
- 6 Eckardt V, Elmer T. Reliability of anal pressure measurement. Dis Colon Rectum 1991; 34: 72–77
- 7 Rao S, Azpiroz F, Diamant N et al. Minimum standards of anorectal manometry. Neurogastroenterol Mot 2002; 14: 553–559
- 8 Barnett JL, Hasler WL, Camilleri M. American Gastroenterological Association medical position statement on anorectal testing techniques. Gastroenterology 1999; 116: 732–760
- 9 Prott G, Hansen R, Badcock C et al. What is the optimum methodology for the clinical measurement of resting anal pressure? Neurogastroenterol Mot 2005; 17: 595–599
- 10 McHugh S, Diamant N. Effect of age, gender, and parity on anal canal pressures. Dig Dis Sci 1987; 32: 726–736
- 11 Zbar A, Kmíot W, Aslam M et al. Use of vector volume manometry and endoanal magnetic resonance imaging of anal sphincter dysfunction. Dis Colon Rectum 1999; 42: 1411–1418
- 12 Hill J, Kelley M, Schlegel J et al. Pressure profile of the rectum and anus of healthy persons. Dis Colon Rectum 1960; 3: 203–209
- 13 Meunier P. Tube digestif et pancreas. Gastroenterol Clin Biol 1991; 15: 697–702
- 14 Sun W, Read N. Anorectal function in normal human subjects: effect of gender. Int J Colorectal Dis 1989; 4: 188–196
- 15 Sun W, Rao S. Manometric assessment of anorectal function. Gastroenterol Clin North Am 2001; 30: 15–33
- 16 Epanomeritakis E, Koutsoumbi P, Tsioussis I et al. Impairment of anorectal function in diabetes mellitus parallels duration of disease. Dis Colon Rectum 1999; 42: 1394–1400
- 17 Enck P, Eggers E, Koletzko S et al. Spontaneous variation of anal „resting“ pressure in healthy humans. Am J Physiol 1991; 261: G823–826
- 18 McHugh S, Diamant N. Anal canal pressure profile: a reappraisal as determined by rapid pullthrough technique. Gut 1987; 28: 1234–1241
- 19 Freys SM, Fuchs KH, Fein M et al. Inter- and intraindividual reproducibility of anorectal manometry. Langenbeck's Arch Surg 1998; 383: 325–329
- 20 Pedersen I, Christiansen J. A study of the physiological variation in anal manometry. Br J Surg 1989; 76: 69–70
- 21 Simpson R, Kennedy M, Nguyen M et al. Anal manometry: A comparison of techniques. Dis Colon Rectum 2006; 49: 1033–1038
- 22 Felt-Bersma R, Gort G, Meuwissen S. Normal values in anal manometry and rectal sensation: a problem of range. Hepatogastroenterology 1991; 38: 444–449
- 23 Bannister J, Abouzeiry L, Read N. Effect of aging on anorectal function. Gut 1987; 28: 353–357
- 24 Laurberg S, Swash M. Effects of aging on the anorectal sphincters and their innervation. Dis Colon Rectum 1989; 32: 737–742
- 25 Poos R, Bittner R, Frank J et al. Results of anorectal manometry for the determination of age- and sex-dependent pressure differences. Z Gastroenterol 1984; 22: 592–597
- 26 Schäfer R, Heyer T, Gantke B et al. Anal endosonography and manometry: comparison in patients with defecation problems. Dis Colon Rectum 1997; 40: 293–297
- 27 Rao S, Hatfield R, Soffer E et al. Manometric tests of anorectal function in healthy adults. Am J Gastroenterol 1999; 94: 773–783
- 28 Pehl C, Scalercio N, Schepp W. Kann die anorektale Manometrie (RM) zwischen Gesunden und Patienten mit Stuhlinkontinenz unterscheiden. Z Gastroenterol 2005; 43: 907
- 29 Wankling W, Brown B, Collins C et al. Basal electrical activity in the anal canal in man. Gut 1968; 9: 457–460
- 30 Sangwan Y, Collier J, Schoetz D et al. Relationship between manometric anal waves and fecal incontinence. Dis Colon Rectum 1995; 38: 370–374
- 31 Hancock B. The internal sphincter and anal fissure. Br J Surg 1977; 64: 92–95
- 32 Gibbons C, Read N. Anal hypertonia in fissures: cause or effect? Br J Surg 1986; 73: 443–445
- 33 Read M, Read N, Hayes W et al. A prospective study of the effect of hemorrhoidectomy on sphincter function and faecal continence. Br J Surg 1982; 69: 396–398
- 34 Loening-Baucke V, Anuras S. Effects of age and sex on anorectal manometry. Am J Gastroenterol 1985; 80: 50–53
- 35 Loening-Baucke V, Anuras S. Anorectal manometry in healthy elderly subjects. J Am Geriatr Soc 1984; 32: 636–639
- 36 Rasmussen O, Sorensen M, Tetzschner T et al. Dynamic anal manometry: Physiological variations and pathological findings in fecal incontinence. Gastroenterology 1992; 103: 103–113
- 37 Taylor BM, Beart RW, Phillips SF. Longitudinal and radial variations of pressure in the human anal sphincter. Gastroenterology 1984; 86: 693–697
- 38 Kritasampan P, Lohsiriwat S, Leelakusolvong S. Manometric tests of anorectal function in healthy adult Thai subjects. J Med Assoc Thai 2004; 87: 536–542
- 39 Chiarioni G. Liquid stool incontinence with severe urgency: anorectal function and effective biofeedback treatment. Gut 1993; 34: 1576–1580
- 40 Azpiroz F, Enck P, Whitehead WE. Anorectal functional testing: review of collective experience. Am J Gastroenterol 2002; 97: 232–240
- 41 Norton C, Hosker G, Brazzelli M. Biofeedback and/or sphincter exercises for the treatment of faecal incontinence in adults. Cochrane Database Syst Rev 2000; (2): CD002111
- 42 Norton C, Chelvanayagam S, Wilson-Barnett J et al. Randomized controlled trial of biofeedback for fecal incontinence. Gastroenterology 2003; 125: 1320–1329
- 43 Ashraf W, Pfeiffer R, Quigley E. Anorectal manometry in the assessment of anorectal function in Parkinson's disease: a comparison with chronic idiopathic constipation. Movement Disorders 1994; 9: 655–663
- 44 Marcello P, Barrett R, Collier J et al. Fatigue rate index as a new measurement of external sphincter function. Dis Colon Rectum 1998; 41: 336–343
- 45 Telford K, Ali A, Lymer K et al. Fatigability of the external anal sphincter in anal incontinence. Dis Colon Rectum 2004; 47: 746–752
- 46 Crowell M, Lacy B, Schettler V et al. Subtypes of anal incontinence associated with bowel dysfunction: clinical, physiologic, and psychosocial characterization. Dis Colon Rectum 2004; 47: 1627–1635
- 47 Mitrani C, Chun A, Deautels S et al. Anorectal manometric characteristics in men and women with idiopathic fecal incontinence. J Clin Gastroenterol 1998; 26: 175–178
- 48 Gee A, Durdey P. Urge incontinence of faeces is a marker of severe external anal sphincter dysfunction. Br J Surg 1995; 82: 1179–1182

- 49 Denny-Brown D, Robertson EG. An investigation of the nervous control of defaecation. *Brain* 1935; 58: 256–310
- 50 Goligher JC, Hughes ESR. Sensibility of the rectum and colon: its role in the mechanism of anal continence. *Lancet* 1951; 1: 543–548
- 51 Duthie HL. Dynamics of the rectum and anus. *Clin Gastroenterol* 1975; 4: 467–477
- 52 De Lorijn F, de Jonge WJ, Wedel T et al. Interstitial cells of Cajal are involved in the afferent limb of the rectoanal inhibitory reflex. *Gut* 2005; 54: 1107–1113
- 53 Stebbing JF, Brading AF, Mortensen NJ. Nitric oxide and the rectoanal inhibitory reflex: retrograde neuronal tracing reveals a descending nitrergic rectoanal pathway in a guinea-pig model. *Br J Surg* 1996; 83: 493–498
- 54 Fürst A, Herold A, Bruch HP. Die physiologische Relaxation des M. sphincter ani internus. *Kontinenz* 1994; 3: 133–141
- 55 Sun W, Read N, Prior A et al. Sensory and motor responses to rectal distention vary according to rate and pattern of balloon inflation. *Gastroenterology* 1990; 99: 1008–1015
- 56 Diamant NE, Kamm MA, Wald A et al. American Gastroenterological Association Technical review on anorectal testing techniques. *Gastroenterology* 1999; 116: 735–760
- 57 Wald A, Tunuguntla A. Anorectal sensorimotor dysfunction in fecal incontinence and diabetes mellitus. Modification with biofeedback therapy. *N Engl J Med* 1984; 310: 1282–1287
- 58 Hinrichsfen H, Enck P. Fecal incontinence: evaluation and treatment. *Gastroenterol Clin N Am* 2003; 32: 685–706
- 59 Sun W, Rao S. Manometric assesment of anorectal function. *Gastroenterol Clin N Am* 2001; 30: 15–32
- 60 Speakman C, Kamm M. Abnormal visceral autonomic innervation in neurogenic faecal incontinence. *Gut* 1993; 34: 215–221
- 61 Caruana B, Wald A, Hinds J et al. Anorectal sensory and motor function in neurogenic fecal incontinence. Comparison between multiple sclerosis and diabetes mellitus. *Gastroenterology* 1991; 100: 465–470
- 62 Bielefeldt K, Enck P, Erckenbrecht J. Sensory and motor function in the maintenance of anal continence. *Dis Colon Rectum* 1990; 33: 674–678
- 63 Sun W, Donnelly T, Read N. Utility of a combined test of anorectal manometry, electromyography, and sensation in determining the mechanism of idiopathic faecal incontinence. *Gut* 1992; 33: 807–813
- 64 Rao S, Patel R. How useful are manometric tests of anorectal function in the management of defecation disorders? *Am J Gastroenterol* 1997; 92: 469–475
- 65 Chiarioni G, Basotti G, Stanganini S et al. Sensory retraining is key to biofeedback therapy for formed stool fecal incontinence. *Am J Gastroenterol* 2002; 97: 109–117
- 66 Rao S. Constipation: evaluation and treatment. *Gastroenterol Clin N Am* 2003; 32: 659–683
- 67 Farouk R, Bartolo D. The clinical contribution of integrated laboratory and ambulatory anorectal physiology assessment in faecal incontinence. *Int J Colorectal Dis* 1993; 8: 60–65
- 68 Fernandez-Fraga X, Azpiroz F, Malagelada J. Significance of pelvic floor muscles in anal incontinence. *Gastroenterology* 2002; 123: 1441–1450
- 69 Kaur G, Gardiner A, Duthie G. A new method of assessing anal sphincter integrity using inverted vectormanometry. *Dis Colon Rectum* 2006; 49: 1160–1166
- 70 Braun JC, Treutner KH, Dreuw B et al. Vectormanometry for differential diagnosis of fecal incontinence. *Dis Colon Rectum* 1994; 37: 989–996
- 71 Freys SM, Fuchs KH, Bussen D et al. Anorectal pull-through and vector volume manometry. *Zentralbl Chir* 1996; 121: 652–658
- 72 Jorge J, Habr-Gama A. The value of sphincter asymmetry index in anal incontinence. *Int J Colorectal Dis* 2000; 15: 303–310
- 73 Willis S, Faridi A, Schelzig S et al. Childbirth and incontinence: a prospective study on anal sphincter morphology and function before and early after vaginal delivery. *Langenbecks Arch Surg* 2002; 387: 101–107
- 74 Yang YK, Wexner SD. Anal pressure vectography is of no apparent benefit for sphincter evaluation. *Int J Colorectal Dis* 1994; 9: 92–95
- 75 Pery RE, Blatchford GJ, Christensen MA et al. Manometric diagnosis of anal sphincter injuries. *Am J Surg* 1990; 159: 112–116; discussion 116–117
- 76 Stojkovic S, Balfour L, Burke D et al. Role of resting pressure gradient in the investigation of idiopathic fecal incontinence. *Dis Colon Rectum* 2002; 45: 668–673
- 77 Enck P, Arping H, Engel S et al. Effects of cisapride on ano-rectal sphincter function. *Aliment Pharmacol Ther* 1989; 3: 539–545
- 78 Rogers J, Laurberg S, Misiewicz J et al. Anorectal physiology validated: a repeatability study of the motor and sensory tests of anorectal function. *Br J Surg* 1989; 79: 607–609
- 79 Ryhammer A, Laurberg S, Hermann A. Test-retest repeatability of anorectal physiology tests in healthy volunteers. *Dis Colon Rectum* 1997; 40: 287–292
- 80 Bharucha A, Seide B, Fox J et al. Day-to-day reproducibility of anorectal sensorimotor assessments in healthy subjects. *Neurogastroenterol Motil* 2004; 16: 241–250
- 81 Göke M, Donner K, Ewe K et al. Intraindividual variability of anorectal manometry parameters. *Z Gastroenterol* 1992; 30: 243–246
- 82 Read N, Harford W, Schmulen A et al. A clinical study of patients with fecal incontinence and diarrhea. *Gastroenterology* 1979; 76: 747–756
- 83 Schnegg J, Rey F, Armstrong D et al. Effect of the menstrual cycle on the reproducibility of anorectal manometry. *Schweiz Med Wochenschr* 1994; 30 (124): 729–732
- 84 Holmberg A, Graf W, Osterberg A et al. Anorectal manovolumetry in the diagnosis of fecal incontinence. *Dis Colon Rectum* 1995; 38: 502–508
- 85 Kendall G, Thompson D, Day S et al. Inter- and intraindividual variation in pressure-volume relations of the rectum in normal subjects and patients with the irritable bowel syndrome. *Gut* 1990; 31: 1062–1068
- 86 Cremonini F, Houghton L, Camilleri M et al. Barostat testing of rectal sensation and compliance in humans: comparison of results across two centres and overall reproducibility. *Neurogastroenterol Motil* 2005; 17: 810–820
- 87 Felt-Bersma R, Klinkenberg-Knol E, Meuwissen S. Anorectal function investigations in incontinent and continent patients. *Dis Colon Rectum* 1990; 33: 479–485
- 88 Chan C, Scott M, Williams N et al. Rectal hypersensitivity worsens stool frequency, urgency, and lifestyle in patients with urge incontinence. *Dis Colon Rectum* 2005; 48: 134–140
- 89 Siproudhis L, Bellissant E, Pagenault M et al. Fecal incontinence with normal anal canal pressures: where is the pitfall? *Am J Gastroenterol* 1999; 94: 1556–1563
- 90 Sentovich S, Rivela L, Blatchford G et al. Patterns of male fecal incontinence. *Dis Colon Rectum* 1995; 38: 281–285
- 91 Rex D, Lappas J. Combined anorectal manometry and defecography in 50 consecutive adults with fecal incontinence. *Dis Colon Rectum* 1992; 35: 1040–1045
- 92 Hiltunen K. Anal manometric findings in patients with anal incontinence. *Dis Colon Rectum* 1985; 28: 925–928
- 93 Penninckx F, Lestar B, Kerremans R. Manometric evaluation of incontinent patients. *Acta Gastro-Enterologica Belgica* 1995; 58: 51–59
- 94 Engel A, Kamm M, Bartram C et al. Relationship of symptoms in faecal incontinence to specific sphincter abnormalities. *Int J Colorectal Dis* 1995; 10: 152–155
- 95 Hill J, Corson R, Brandon H et al. History and examination in the assessment of patients with idiopathic fecal incontinence. *Dis Colon Rectum* 1994; 37: 473–477
- 96 Meunier P, Marechal JM, Mollard P. Accuracy of the manometric diagnosis of Hirschsprung's disease. *J Pediatr Surg* 1978; 13: 411–415
- 97 Tobon F, Reid NC, Talbert JL et al. Nonsurgical test for the diagnosis of Hirschsprung's disease. *N Engl J Med* 1968; 278: 188–193
- 98 Rasmussen O, Christensen B, Sorensen M et al. Rectal compliance in the assessment of patients with fecal incontinence. *Dis Colon Rectum* 1990; 33: 650–653
- 99 Meunier P. Physiologic study of the terminal digestive tract in chronic painful constipation. *Gut* 1986; 27: 1018–1024
- 100 Gladman M, Scott S, Chan C et al. Rectal hyposensitivity: prevalence and clinical impact in patients with intractable constipation and fecal incontinence. *Dis Colon Rectum* 2003; 46: 238–246
- 101 Deen K, Seneviratne S, de Silva H. Anorectal physiology and transit in patients with disorders of thyroid metabolism. *J Gastroenterol Hepatol* 1999; 14: 384–387
- 102 Merkel I, Locher J, Burgio K et al. Physiologic and psychologic characteristics of an elderly population with chronic constipation. *Am J Gastroenterol* 1993; 88: 1854–1859



- 103 Whitehead WE, Wald A, Diamant NE et al. Functional disorders of the anus and rectum. *Gut* 1999; 45 (Suppl 2): II55–59
- 104 Preston DM, Lennard-Jones JE. Anismus in chronic constipation. *Dig Dis Sci* 1985; 30: 413–418
- 105 Rao S, Welcher K, Leistikow J. Obstructive defecation: a failure of rectoanal coordination. *Am J Gastroenterol* 1998; 93: 1042–1050
- 106 Rao S, Mudipalli R, Stessman M et al. Investigation of the utility of colorectal function tests and Rome II criteria in dyssynergic defecation (Anismus). *Neurogastroenterol Motil* 2004; 16: 589–596
- 107 Pelsang R, Rao S, Welcher K. FECOM: a new artificial stool for evaluating defecation. *Am J Gastroenterol* 1999; 94: 183–186
- 108 Barnes P, Lennard-Jones J. Balloon expulsion from the rectum in constipation of different types. *Gut* 1985; 26: 1049–1052
- 109 Fleshman J, Dreznik Z, Cohen E et al. Balloon expulsion test facilitates diagnosis of pelvic floor outlet obstruction due to nonrelaxing puborectalis muscle. *Dis Colon Rectum* 1992; 35: 1019–1025
- 110 Bannister JJ, Timms JM, Barfield LJ et al. Physiological studies in young women with chronic constipation. *Int J Colorectal Dis* 1986; 1: 175–182
- 111 Minguez M, Herreros B, Sanchiz V et al. Predictive value of the balloon expulsion test for excluding the diagnosis of pelvic floor dyssynergia in constipation. *Gastroenterology* 2004; 126: 57–62
- 112 Rao S, Sun W. Current techniques of assessing defecation dynamics. *Dig Dis* 1997; 15 (Suppl 1): 64–77
- 113 Ritchie J. Pain from distension of the pelvic colon by inflating a balloon in the irritable colon syndrome. *Gut* 1973; 14: 125–132
- 114 Mertz H, Naliboff B, Munakata J et al. Altered rectal perception is a biological marker of patients with irritable bowel syndrome. *Gastroenterology* 1995; 109: 40–52. Erratum in: *Gastroenterology* 1997; 113: 1054
- 115 Bouin M, Plourde V, Boivin M et al. Rectal distention testing in patients with irritable bowel syndrome: sensitivity, specificity, and predictive values of pain sensory thresholds. *Gastroenterology* 2002; 122: 1771–1777
- 116 Kwan C, Diamant N, Mikula K et al. Characteristics of rectal perception are altered in irritable bowel syndrome. *Pain* 2005; 113: 160–171
- 117 Zar S, Benson M, Kumar D. Rectal afferent hypersensitivity and compliance in irritable bowel syndrome: differences between diarrhoea-predominant and constipation-predominant subgroups. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 2006; 18: 151–158
- 118 Prior A, Maxton D, Whorwell P. Anorectal manometry in irritable bowel syndrome: differences between diarrhoea and constipation predominant subjects. *Gut* 1990; 31: 458–462
- 119 Distrutti E, Salvioli B, Azpiroz F et al. Rectal function and bowel habit in irritable bowel syndrome. *Am J Gastroenterol* 2004; 99: 131–137
- 120 Kwan C, Davis K, Mikula K et al. Abnormal rectal motor physiology in patients with irritable bowel syndrome. *Neurogastroenterol Motil* 2004; 16: 251–263
- 121 Whitehead W, Delvaux M. Standardization of barostat procedures for testing smooth muscle tone and sensory thresholds in the gastrointestinal tract. The working team of Glaxo-Wellcome Research, UK. *Dig Dis Sci* 1997; 42: 223–241
- 122 Bradette M, Delvaux M, Staumont G et al. Evaluation of colonic sensory thresholds in IBS patients using a barostat. Definition of optimal conditions and comparison with healthy subjects. *Dig Dis Sci* 1994; 39: 449–457
- 123 Whitehead W, Delvaux M. Standardization of barostat procedures for testing smooth muscle tone and sensory thresholds in the gastrointestinal tract. The Working Team of Glaxo-Wellcome Research, UK. *Dig Dis Sci* 1997; 42: 223–241
- 124 Rao S, Hatfield R. Paroxysmal anal hyperkinesia: a characteristic feature of proctalgia fugax. *Gut* 1996; 39: 609–612
- 125 Celik A, Katsinelos P, Read N et al. Hereditary proctalgia fugax and constipation: report of a second family. *Gut* 1995; 36: 581–584
- 126 Grimaud J, Bouvier M, Naudy B et al. Manometric and radiologic investigations and biofeedback treatment of chronic idiopathic anal pain. *Dis Colon Rectum* 1991; 34: 690–695
- 127 Suzuki H, Matsumoto K, Amano S et al. Anorectal pressure and rectal compliance after low anterior resection. *Br J Surg* 1980; 67: 655–657
- 128 Horgan P, O'Connell P, Shinkwin C et al. Effect of anterior resection on anal sphincter function. *Br J Surg* 1989; 76: 783–786
- 129 Iwai N, Hashimoto K, Yamane T et al. Physiologic status of the anorectum following sphincter-saving resection for carcinoma of the rectum. *Dis Colon Rectum* 1982; 25: 652–659
- 130 Stelzner F. Die Hämorrhoidektomie: eine einfache Operation? *Chirurg* 1992; 63: 316–316
- 131 Matsuoka H, Mavrantonis C, Wexner S et al. Postanal repair for fecal incontinence – is it worthwhile. *Dis Colon Rectum* 2000; 43: 1561–1567
- 132 Hool G, Lieber M, Church J. Postoperative anal canal length predicts outcome in patients having sphincter repair for fecal incontinence. *Dis Colon Rectum* 1999; 42: 313–318
- 133 Sainio A, Voutilainen P, Husa A. Recovery of anal sphincter function following transabdominal repair of rectal prolapse: cause of improved continence? *Dis Colon Rectum* 1991; 34: 816–821
- 134 Farouk R, Duthie G, Bartolo D. Recovery of the internal anal sphincter and continence after restorative proctocolectomy. *Br J Surg* 1994; 81: 1065–1068
- 135 Roman H, Michot F. Long-term outcomes of transanal rectocele repair. *Dis Colon Rectum* 2005; 48: 510–517
- 136 Stadelmaier U, Bittdorf B, Meyer M et al. Kann die Kontinenzfunktion nach Rektumresektion prognostiziert werden? *Chirurg* 2000; 71: 932–938
- 137 Pescatori M, Maria G, Rinaldo L. Anal manometry improves the outcome of surgery for fistula-in-ano. *Dis Colon Rectum* 1989; 32: 588–592
- 138 Thornton M, Lam A, King D. Laparoscopic or transanal repair of rectocele? A retrospective matched cohort study. *Dis Colon Rectum* 2005; 48: 792–798
- 139 Lange J, Mölle B, Girona J. *Chirurgische Proktologie*. Heidelberg: Springer Verlag, 2006
- 140 Collier J. *Clinical Application of Anorectal Manometry*. *Gastroenterol Clin North Am* 1987; 16: 17–33
- 141 Miller N. Effects of learning on gastrointestinal functions. *Clinical Gastroenterology* 1977; 6: 533–544
- 142 Kohlenberg R. Operant conditioning in human anal sphincter pressure. *Journal of Applied Behavior Analysis* 1973; 6: 201–208
- 143 Heymen S, Jones K, Ringel Y et al. Biofeedback treatment of fecal incontinence: a critical review. *Dis Colon Rectum* 2001; 44: 728–736
- 144 Enck P, Musial F. Biofeedback in pelvic floor disorders. In: Pemberton J, Swash M, Henry MM (Hrsg). *The Pelvic Floor. Its function and disorders*. London: W. B. Saunders, 2002: 393–404
- 145 Jorge J, Habr-Gama A, Wexner S. Biofeedback therapy in the colon and rectal practice. *Applied Psychophysiology and Biofeedback* 2003; 28: 47–61
- 146 Ozturk R, Niazi S, Stessman M et al. Long-term outcome and objective changes of anorectal function after biofeedback therapy for faecal incontinence. *Aliment Pharmacol Ther* 2004; 20: 667–674
- 147 Palsson O, Heymen S, Whitehead W. Biofeedback treatment for functional anorectal disorders: a comprehensive efficacy review. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2004; 29: 153–174
- 148 Enck P, Kränzle U, Schwiese J et al. Biofeedback-Behandlung bei Stuhlinkontinenz. *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 1988; 113: 1789–1794
- 149 MacLeod J. Management of anal incontinence by biofeedback. *Gastroenterology* 1987; 93: 291–294
- 150 Cerulli M, Nikoomanesh P, Schuster M. Progress in biofeedback conditioning for fecal incontinence. *Gastroenterology* 1979; 76: 742–746
- 151 Buser W, Miner P. Delayed rectal sensation with fecal incontinence. *Gastroenterology* 1986; 91: 1186–1191
- 152 Bleijenbergh G, Kuijpers H. Treatment of spastic pelvic floor syndrome with biofeedback. *Dis Colon Rectum* 1989; 30: 108–111
- 153 Engel B, Nikoomanesh P, Schuster M. Operant conditioning of recto-sphincteric responses in the treatment of fecal incontinence. *New Engl J Med* 1974; 290: 646–649
- 154 Latimer P, Campbell D, Kasperkij J. A component analysis of biofeedback in the treatment of fecal incontinence. *Biofeedback and Self-Regulation* 1984; 9: 311–324
- 155 Rühl A, Gantke B, Enck P. Biofeedbacktraining in faecal incontinence. In: Demling L, Fröhnmorgen P (Hrsg). *Nonneoplastic diseases of the anorectum*. Lancaster: Kluwer, 1992: 37–44
- 156 Enck P. Biofeedback training in disordered defecation – a critical review. *Dig Dis Sci* 1993; 38: 1953–1960
- 157 Solomon M, Pager C, Rex J et al. Randomized, controlled trial of biofeedback with anal manometry, transanal ultrasound, or pelvic floor retraining with digital guidance alone in the treatment of mild to moderate fecal incontinence. *Dis Colon Rectum* 2003; 46: 703–710



- 158 Heymen S, Pikarsky A, Weiss E *et al.* A prospective randomised trial comparing four biofeedback techniques for patients with faecal incontinence. *Colorectal Dis* 2000; 2: 88–92
- 159 Ilnyckyj A, Fachnie E, Tougas G. A randomized-controlled trial comparing an educational intervention alone vs education and biofeedback in the management of fecal incontinence in women. *Neurogastroenterol Motil* 2005; 17: 58–63
- 160 Dobben A, Terra M, Berghmans B *et al.* Functional changes after physiotherapy in fecal incontinence. *Int J Colorectal Dis* 2005; 22: 1–7
- 161 Whitehead W. Biofeedback treatment of gastrointestinal disorders. *Biofeedback Self Regul* 1992; 17: 59–76
- 162 van Tets W, Kujipers J, Bleijenberg G. Biofeedback treatment is ineffective in neurogenic fecal incontinence. *Dis Colon Rectum* 1996; 39: 992–994
- 163 Loening-Baucke V. Efficacy of biofeedback training in improving faecal incontinence and anorectal physiologic function. *Gut* 1990; 31: 1395–1402
- 164 Koutsomanis D, Lennard-Jones J, Roy A *et al.* Controlled randomised trial of visual biofeedback versus muscle training without a visual display for intractable constipation. *Gut* 1995; 37: 95–99
- 165 Sunic-Omejc M, Mihanovic M, Bilic A *et al.* Efficiency of biofeedback therapy for chronic constipation in children. *Coll Antropol* 2002; 26 (Suppl): 93–101
- 166 Chiotakakou-Faliakou E, Kamm M, Roy A *et al.* Biofeedback provides long-term benefit for patients with intractable, slow and normal transit constipation. *Gut* 1998; 42: 517–521
- 167 Emmanuel A, Kamm M. Response to a behavioural treatment, biofeedback, in constipated patients is associated with improved gut transit and autonomic innervation. *Gut* 2001; 49: 214–219
- 168 Chiarioni G, Salandini L, Whitehead W. Biofeedback benefits only patients with outlet dysfunction, not patients with isolated slow transit constipation. *Gastroenterology* 2005; 129: 86–97