

**Aus der Radiologischen Universitätsklinik Tübingen
Abteilung Radiologische Diagnostik
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. C. D.Claussen**

**Magnetresonanztomographie des analen Sphinkters
mit einer endovaginalen
Oberflächenspule**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin

der Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität Tübingen

vorgelegt von
Sophia Papadopoulou
aus Tübingen

2003

Dekan: Professor Dr. C.D. Claussen

1. Berichterstatter: Prof. Dr. M. Laniado

2. Berichterstatter: PD Dr. B. Schmidt

Meinen

Eltern

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung und Fragestellung	8
1.1	Einleitung	8
1.2	Problemstellung	9
2.	Patientinnen, Material und Methoden	10
2.1	Auswahl von Patientinnen und Probandinnen.....	10
2.2	Methoden und Geräte	14
2.2.1	Magnetresonanztomographie	14
2.2.1.1	Einleitung	14
2.2.1.2	Aufbau des Magnetresonanztomographen.....	14
2.2.1.3	Geräte und Materialien.....	16
2.2.1.4	Funktionsprinzip:	17
2.2.1.5	Untersuchungsablauf.....	18
2.2.2	Rektummanometrie	19
2.2.2.1	Einleitung	19
2.2.2.2	Aufbau der Rektummanometrievorrichtung	19
2.2.2.3	Geräte und Materialien.....	19
2.2.2.4	Funktionsprinzip	20
2.2.2.5	Untersuchungsablauf.....	20
2.2.3	Interview	21
2.2.4	Auswertung und statistische Verfahren	22
2.2.4.2	Auswertung der Rektummanometrie	27
2.2.4.3	Auswertung des Interviews	27
3.	Ergebnisse	28
3.1	Magnetresonanztomographie.....	28
3.1.1	Darstellbarkeit der Strukturen	28
3.1.2	Muskelstärke	29
3.1.2.1	M. puborectalis	29
3.1.2.2	M. sphinkter ani externus.....	30
3.1.2.3	M. sphinkter ani internus	31
3.1.3	Muskelvolumen.....	32
3.1.3.1	Oberes Kompartiment	32
3.1.3.2	Unteres Kompartiment.....	33
3.1.3.3	M. sphinkter ani internus	34

3.1.4	Vergleich des Volumens der Sphinkteren.....	35
3.1.5	Analkanallänge.....	36
3.1.6	Länge des Analkanals im Vergleich der Methoden MRT und RMM.....	37
3.1.7	Anatomische Veränderungen post partum.....	38
3.2	Rektummanometrie	39
3.2.1	Maximaler aktiver Kneifdruck.....	39
3.2.2	Maximaler rektoanaler Ruhedruck.....	40
3.2.3	Vergleich von Ruhe- und Kneifdruck.....	41
3.2.4	Korrelation zwischen RMM-Druckwerten und MRT-Muskelvolumina	42
3.3	Interview	42
3.3.1	Kontinenz für Gas, flüssigen Stuhl, festen Stuhl (a).....	42
3.3.2	Stuhlschmierer (b)	42
3.3.3	Verzögerungsvermögen des Stuhldrangs (fecal urgency) (c).....	43
3.3.4	Fähigkeit der Stuhldiskrimination (d).....	43
3.4	Korrelation zwischen Magnetresonanztomographie und Interview.....	44
3.5	Geburtsverletzung, Entbindungsart und Muskeldefekt	46
4.	Diskussion.....	48
4.1	Anatomie des Beckenbodens und physiologische Grundlagen der Kontinenz	48
4.2	Begründung und klinische Wertung der gewählten Untersuchungsverfahren	50
4.3	Magnetresonanztomographie.....	51
4.4	Rektummanometrie	52
4.5	Interview	52
4.6	Eigene Ergebnisse	53
4.6.1	Ergebnisse der Magnetresonanztomographie	53
4.6.1.1	Darstellbarkeit der Strukturen.....	53
4.6.1.2	Muskelstärke	54
4.6.1.3	Muskelvolumen.....	56
4.6.1.4	Länge des Analkanals	57
4.6.1.5	Darstellbarkeit von Defekten	58
4.6.2	Ergebnisse der Rektummanometrie	60
4.6.2.1	Aktiver Kneifdruck	60
4.6.2.2	Rektoanaler Ruhedruck.....	62
4.6.3	Ergebnisse des Interviews.....	63
4.6.3.1	Inkontinenzsymptomatik.....	63
4.6.3.2	Vergleich zwischen MRT und Interview	64

4.7	Klinische Bedeutung und Ausblick.....	65
5.	Zusammenfassung	68
6.	Literaturverzeichnis	70
7.	Annex	82

Einverständniserklärung

Lebenslauf

Dank

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
bzw.	beziehungsweise
ccm	Kubikzentimeter
cm	Zentimeter
D	Abbildungsschichtdicke
Dis	Schichtabstand
DR (II°)	Dammriß (zweiten Grades)
et al.	et alii (und andere)
g	Gramm
mm	Millimeter
mm Hg	Millimeter Quecksilbersäule
M.	Musculus
m	Meter
min.	Minute/-n
MRT	Magnetresonanztomographie
MSAE	Musculus sphinkter ani externus
MSAI	Musculus sphinkter ani internus
mT	Militesla
N.	Nervus
n	Anzahl der Schichten
RMM	Rektummanometrie
S.D.	Standardabweichung des Mittelwertes
Tab.	Tabelle
T _R	Repetitionszeit
T _E	Echozeit
u.a.	und andere
vgl.	vergleiche

1. Einleitung und Fragestellung

1.1 Einleitung

Die anale Inkontinenz ist ein Handicap, das gesellschaftlich bisher vernachlässigt wurde. Sie ist weit häufiger als man gemeinhin annehmen würde [54]. Die genaue Häufigkeit ist jedoch unklar, da aufgrund der Tabuisierung des Themas und des "sozialen Stigmas" [109] die Patienten ihre Symptomatik verschweigen [109, 56]. Studien gehen von einer Prävalenz von bis zu 2,2% unter der erwachsenen Allgemeinbevölkerung [73] und sogar bis zu 33% bei Bewohnern von Altenpflegeheimen [19] aus, wobei Frauen achtmal häufiger betroffen sind als Männer [47].

Die anale Inkontinenz bezeichnet nicht nur das, was man weitläufig darunter versteht, nämlich das Unvermögen, Gas oder Stuhl zu halten. Sie ist vielmehr Ausdruck einer Reihe von Symptomen anorektaler Funktionseinschränkung, die sich neben der direkten Inkontinenz für Gas, flüssigen oder festen Stuhl auch in anderen Parametern zeigt, wie z.B. in der Unfähigkeit, vor dem Toilettengang zwischen Stuhl verschiedener Beschaffenheit zu unterscheiden, oder in dem Unvermögen, einen Stuhldrang für gewisse Zeit aufschieben zu können ("fecal urgency") [110].

Es gibt mannigfaltige Ursachen für die Entstehung einer analen Kontinenzstörung: Diarrhoe, anorektale Dysfunktion, muskuläre Veränderungen im Bereich des Beckenbodens, Veränderungen im zentralen und im peripheren Nervensystem [121]. Als Hauptfaktor in der Entwicklung einer analen Inkontinenz bei Frauen, neben anderen Schäden des Beckenbodens, gilt jedoch die vaginale Entbindung [54, 84, 108, 109, 125]. Die Häufigkeit einer Schädigung des Sphinkterapparates von Nulliparae unter der Geburt wird mit 20% [130] bis 41% [55] angegeben. Der durch bildgebende Verfahren wie die Sonographie möglich gewordene Nachweis okkult Defekte des externen oder internen Sphinktermuskels rückte auch die bis dahin geltende Annahme zurecht, die anale Inkontinenz bei der Frau wäre häufig nur Ausdruck neurogener Schädigungen während der Geburt [100].

Auch der Schwangerschaft an sich wird ein Einfluß auf den Beckenboden nachgesagt, nachdem in Studien eine fast 9%ige Harninkontinenz nach Kaiserschnitt festgestellt worden war [53, 89]. Was jedoch Morphologie und Funktion des analen Sphinkterapparates angeht, hat die Schwangerschaft selber keinen Einfluß [34, 112].

Für die Beurteilung des Kontinenzorgans steht eine breite Diagnostik zur Verfügung: Anamnese, manuelle Untersuchung, Elektromyographie, neurologische Verfahren, Rektummanometrie, 3-D-Vektormanometrie, radiologische Verfahren, Endosonographie, Magnetresonanztomographie (MRT) und histologische Untersuchung [26, 39, 48, 72, 79, 127].

Seit Beginn der 90er Jahre ist durch die anale Sonographie eine detaillierte Darstellung des anorektalen Sphinkterapparates möglich [75]. Eine exakte Differenzierung und Beurteilung der umgebenden Strukturen war bisher mit der Sonographie jedoch nicht erreicht worden [33, 52]. Im Vergleich zur MRT mit einer Ganzkörperspule erwies sich die Sonographie aber als überlegen [91]. Somit galt die Sonographie bisher als Verfahren der Wahl für die Darstellung von Sphinkterdefekten [91, 113, 115].

Die Einführung der Oberflächenspulen in die MRT bedeutete einen Fortschritt in der Abbildungsqualität einzelner Gewebekompartimente [57, 71, 103]. Diese Spulen ermöglichten eine bessere Ortsauflösung und führten somit über einen höheren Differenzierungsgrad zu einer Verbesserung der Bildqualität. 1989 setzten Schnall et al. erstmals im Bereich des Beckens eine endorektale Spule zur Darstellung der Prostata ein [94]. In den Jahren danach folgten weitere Einsätze der rektalen Endospule beim Rektum- und beim Zervixkarzinom [12, 68]. Diese Oberflächenspulen können für eine detaillierte Abbildung der gewünschten Region in unmittelbarer Nähe des zu untersuchenden Organs angebracht werden. Für die Darstellung des analen Sphinkterapparates bei Frauen kann die Spule endoanal [51, 103] oder, wie in unserer Arbeitsgruppe erstmals durchgeführt, endovaginal [7, 32, 71, 105] plaziert werden.

1.2 Problemstellung

Die hohe und bisher unterschätzte Anzahl Betroffener und im Speziellen das Phänomen der okkulten Sphinkterverletzungen, die auch bei Frauen ohne Dammriß festgestellt wurden [110, 111], unterstreicht die Bedeutung der weiteren Erfassung und Objektivierung geburtsbedingter, analer Inkontinenz für Prävention, Früherkennung und Therapie.

Für die Objektivierung geburtsbedingter Schäden am analen Kontinenzorgan respektive einer hierdurch möglichen Inkontinenzsymptomatik ist die exakte Erfassung der anatomischen Veränderungen durch hochgradige Geburtsverletzungen, d.h. Dammrisse III./IV: Grades, notwendig. Die quantitative Bestimmung und qualitative Beurteilung dieser Veränderungen mit Hilfe der MRT als hochauflösendes bildgebendes Verfahren war das Ziel dieser Arbeit.

Eine exakte Differenzierung der einzelnen Muskelschichten des analen Kontinenzapparates und seiner Umgebungsstrukturen war bisher mittels Sonographie nur eingeschränkt möglich [2, 33, 52]. Somit war eine exakte Quantifizierung des Muskelvolumens zur Erfassung von Hypo- und Hypertrophien bisher mit der Sonographie nicht möglich und mit der MRT noch nicht bestimmt worden. Neben einer detaillierten Darstellung und Beurteilung geburtsbedingter anatomischer Veränderungen und einer genauen Messung der Muskelstärke sollte hier erstmals auch eine Bestimmung der Muskelvolumina stattfinden.

2. Patientinnen, Material und Methoden

2.1 Auswahl von Patientinnen und Probandinnen

Im Rahmen der Erfassung von Dammrisse III./IV. Grades unter der Geburt und den dadurch möglichen Kontinenzbeeinträchtigungen wurden 16 Primiparae, die in der Frauenklinik der Eberhard-Karls-Universität Tübingen entbunden hatten, mit dem Verfahren der MRT untersucht. Eine der ursprünglich 17 Patientinnen konnte nicht berücksichtigt werden, da die Speicherung der MRT-Bilder unterblieben war.

Bei vaginaler Entbindung kann es sowohl bei Spontangeburt als auch bei instrumenteller Entbindung zum Einreißen des Dammes kommen. Dammrisse I. und II. Grades betreffen die Sphinktermuskulatur nicht. Bei Rissen höheren Grades sind jedoch auch die Muskeln des Sphinkterapparates betroffen. Unter einem Dammriß III. Grades versteht man einen Riß des M. sphinkter ani externus und/oder internus ohne Einbeziehung der Rektummukosa. Bei Grad IV ist auch die Darmmukosa betroffen [44, 50, 109].

Bis auf eine Patientin, die einen Dammriß III. Grades erlitt, hatten alle prophylaktisch eine mediane Episiotomie erhalten, wie dies in der Universitäts-Frauenklinik Tübingen bei der Entbindung von Primiparae in der Regel durchgeführt wird, wenn eine vaginaloperative Entbindung notwendig wird oder wenn ein Dammriß droht. Sechs von ihnen hatten spontan, fünf durch Vakuumextraktion und vier mittels Forceps entbunden. Das Durchschnittsalter der Patientinnen zum Zeitpunkt der Entbindung betrug $30,4 \pm 1,7$ Jahre (Mittelwert und Standardabweichung). Das Geburtsgewicht der Kinder betrug durchschnittlich $3469 \pm 175,3$ Gramm und der Kopfumfang $35,2 \pm 0,7$ cm (Mittelwert und Standardabweichung).

Die magnetresonanztomographischen Untersuchungen erfolgten nach mündlicher und schriftlicher Aufklärung durchschnittlich $52,1 \pm 25,9$ Wochen (Mittelwert und Standardabweichung) post partum, mindestens jedoch 14 Wochen nach der Geburt, da Studien gezeigt haben, daß nach drei Monaten geburtsbedingte, nervale Veränderungen im Bereich des Beckenbodens als abgeschlossen betrachtet werden können [45, 101]. Die genauen Angaben zu Entbindungsart, Geburtsverletzung, Geburtsgewicht und Kopfumfang der Neugeborenen entstammen den Geburtenbüchern der Universitäts-Frauenklinik Tübingen und sind in Tab. 1 aufgeführt.

Tab. 1: Daten des Untersuchungskollektivs

Patientin	Alter (J)	Geburtsverletzung	Entbindungsart	Geburtsgewicht (g)	Kopfumfang (cm)
1	30	DR 2	Forceps	3340	34,5
2	37	DR 3	Spontan	3860	37
3	28	DR 3	Spontan	3270	36
4	31	DR 3	Spontan	2870	33
5	26	DR 3	Forceps	4140	35
6	35	DR 3	Forceps	3610	35
7	33	DR 3	Forceps	3090	34
8	33	DR 3	VE	3720	37
9	24	DR 3	VE	3590	35
10	27	DR 3	VE	3540	37
11	35	DR 3	VE	3530	36
12	29	DR 3	VE	3400	34
13	28	DR 3o	Spontan	3200	33,5
14	31	DR 3/4	VE	3570	36,5
15	29	DR 4	Spontan	3910	33,5
16	31	DR 4	Spontan	2860	36

DR (3) = Dammriß (dritten Grades), VE = Vakuumentraktion,

DR 3o = Dammriß ohne vorherige Episiotomie

Zusätzlich erfolgte durchschnittlich $3,0 \pm 1,9$ Wochen (Mittelwert und Standardabweichung) vor der MRT bei den 16 Patientinnen in den Räumen der Chirurgischen Universitätsklinik Tübingen eine rektumanometrische Untersuchung zur Beurteilung der analen Sphinkterfunktion. Aus technischen Gründen waren bei einer Patientin die Kurven für den maximalen Ruhedruck und die Länge des Analkanals nicht verwertbar.

Zur Erfassung einer möglichen analen Inkontinenzsymptomatik folgte bei allen Patientinnen ein standardisiertes Interview (siehe 2.2.3).

Stuhlinkontinenz bezeichnet das Unvermögen, Darminhalt willkürlich und/oder reflektorisch zurückzuhalten und zu kontrollieren. Der Klinik nach kann die anale Inkontinenz in folgende Schweregrade eingeteilt werden [96]:

- I : Inkontinenz für Winde, kein Stuhlschmierer
- II : Kontrollverlust für Winde und flüssigen bis breiigen Stuhl, intermittierender Stuhlverlust
- III : Ständiges Stuhlschmierer

Eine Patientin mit DR II. Grades wurde bei ausgeprägter Inkontinenzsymptomatik in das Untersuchungsprotokoll aufgenommen.

Des weiteren wurden nach ausführlicher Aufklärung und schriftlicher Zustimmung auch sieben Nulliparae, mittleres Alter $25,6 \pm 2,0$ Jahre (Mittelwert und Standardabweichung) mit der MRT untersucht, um neben offensichtlichen Veränderungen wie Narben oder Verziehungen die Morphologie des analen Sphinkterapparates exakt beurteilen zu können. Bei allen sieben Probandinnen lagen keine anorektalen Symptome vor, und es war vorher auch keine Verletzung oder Operation in diesem Bereich erfolgt.

Von einer manometrischen Untersuchung der Probandinnen wurde abgesehen, da rektumanometrische Normwerte für gesunde Nulliparae aus derselben Arbeitsgruppe bereits vorlagen. Die Werte aus derselben Arbeitsgruppe dieser Studie konnten mit freundlicher Genehmigung und im Austausch übernommen werden [95, 131].

2.2 Methoden und Geräte

2.2.1 Magnetresonanztomographie

2.2.1.1 Einleitung

Die MRT ist ein computergestütztes, bildgebendes Verfahren, das auf dem Prinzip der Kernspinresonanz beruht und bei dem die Wechselwirkung eines externen energetischen Feldes mit dem menschlichen Körper genutzt wird [70]. F. Bloch und G. M. Purcell entdeckten 1946 unabhängig voneinander diese Kernspinresonanz [42, 93] und bekamen für ihre Entdeckung 1952 den Nobelpreis [42].

Lange Zeit verging, bis 1974 P.C. Lauterbur und unabhängig davon J.M.S. Hutchinson ein MRT-Bild einer Maus erstellten [93] und sich die MRT zu einem klinisch nutzbaren bildgebenden Verfahren entwickelte .

2.2.1.2 Aufbau des Magnetresonanztomographen

Das Magnetsystem

Ein wesentlicher Bestandteil des hier verwendeten Magnetresonanztomographen ist der Ringmagnet, dessen zentrale Öffnung die Eintrittspforte für den Patienten darstellt. Die entscheidenden Kriterien des Magnetsystems sind Feldhomogenität und Magnetstärke, die in Tesla (= 1Volt·1Sekunde/m²) gemessen wird.

Das Gradientensystem

Für die dreidimensionale Darstellung der anatomischen Strukturen befinden sich drei Gradientenspulen im Inneren des Grundmagnetfeldes. Die Spulen haben die Aufgabe, elektrischen Strom in ein Feld umzuwandeln [70].

Gradienten sind schwache Magnetfelder, durch die der Patient an jedem Ort seines Körpers ein jeweils unterschiedliches Magnetfeld aufweist. Die Stärke der Gradientenfelder wird gemessen in mTesla pro Meter [mT/m]. Durch das Signal, das feldabhängig vom Gewebe ausgesandt wird, kann der Rechner die ortsabhängige Bestimmung der kernmagnetischen Resonanz berechnen.

Das Hochfrequenzsystem

Es besteht aus einer kombinierten Sende- und Empfangseinrichtung und einer ringförmigen Spule, die den Patienten umgibt. Sie dient der Aussendung von Anregungsimpulsen und zum Empfang der Kernresonanzsignale. Die empfangenen Signale sind sehr schwach und müssen hoch verstärkt werden [70]. Für eine verbesserte Darstellung mancher Körperbereiche finden Oberflächenspulen Verwendung, die der Körperoberfläche nahe aufliegen. Die somit erreichte Verbesserung des Signal-zu-Rausch-Verhältnisses führt zu einer besseren Abbildungsqualität. Beispiele solcher Oberflächenspulen sind zylinderförmige Spulen für die weibliche Brust, endorektale Spulen für Analkanal und Prostata u.a.

Der Prozeßrechner

Der Prozeßrechner steuert den Einsatz der magnetischen Feldgradienten und der Hochfrequenzimpulse sowie die Bildrekonstruktion aus den digitalisierten Kernsignalen.

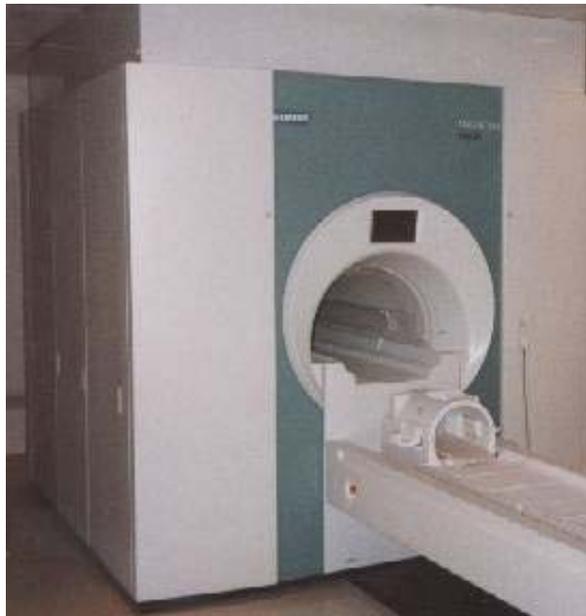


Abb. 1: Modell eines Magnetresonanztomographen

2.2.1.3 Geräte und Materialien

Alle Magnetresonanzuntersuchungen erfolgten an einem 1,0-Tesla-MR-Tomographen (Magnetom Impact, Siemens AG, Erlangen) der Radiologischen Klinik, Abteilung Radiologische Diagnostik der Eberhard-Karls-Universität Tübingen. Das Gerät verfügt über eine maximale Gradientenfeldstärke von 15mT/m. Als Systemrechner diente die SUN-Workstation Sparc 2 mit dem Betriebssystem UNIX (Sun Microsystems Computer Corporation, Mountain View, USA). Für die Nachbearbeitung und Auswertung standen die NUMARIS-2.1. Software (Siemens AG, Erlangen) und laseroptische Platten ("5¼", 650 MB; Laser Magnetic Storage International Company, Colorado Springs, USA), auf denen die Bilddaten gespeichert worden waren, zur Verfügung. Als Oberflächenspule diente eine Prostata-spule mit Latexballon der Firma Medrad (Pittsburgh, USA). Außerdem wurde ein dünner Katheter (Uno Plast A/S, Nr. 18 (4.5mm); Hundersted, Dänemark) und anästhesierendes Gel (Xylocain-Gel 2%; Astra Chemicals; Wedel, Deutschland) verwendet.

2.2.1.4 Funktionsprinzip:

Atomkerne mit ungerader Nukleonenzahl (Protonen und Neutronen) zeigen Eigendrehimpulse, sogenannte Kernspins (siehe Abb.2). Da die Atomkerne elektrisch geladen sind, werden durch den mechanischen Spin magnetische Momente erzeugt, die beliebig im Raum orientiert sein können [129]. Wird nun ein äußeres stabiles Magnetfeld angelegt, kommt es zu einer parallelen und antiparallelen Ausrichtung der Magnetresonanz zur Feldrichtung des äußeren Magneten [61] (Abb.3).

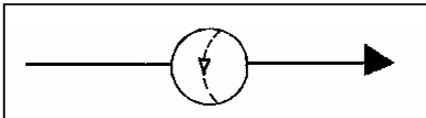


Abb.2: Modell eines Kernspins

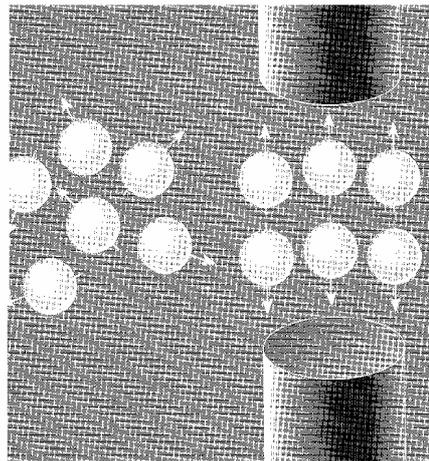


Abb. 3: Willkürliche Ausrichtung der Protonen (links).
Parallele oder antiparallele Ausrichtung
im starken externen Magnetfeld (rechts).

Bei Überwiegen einer der beiden Ausrichtungen resultiert eine kernmagnetische Resonanz, deren Impulse von der Spule des Hochfrequenzsystems empfangen und zur Bildrekonstruktion weitergeleitet werden [61]. Medizinisch aussagekräftige Bilder ermöglichen Elemente, die in großer natürlicher Häufigkeit im Körper auftreten [70]. Das Element, das im menschlichen Körper in hoher Zahl und in Form vieler Verbindungen vorkommt und eine ungerade Nukleonenzahl besitzt, ist der Wasserstoff. Er eignet sich daher zur bildgebenden Darstellung von Geweben [61].

2.2.1.5 Untersuchungsablauf

Die Gesamtuntersuchungszeit betrug jeweils etwa 45 Minuten, wobei 15 Minuten für die Vorbereitung nötig waren.

Entsprechend den Ergebnissen durchgeführter Voruntersuchungen [71] aus der Untersuchungsgruppe der analen Inkontinenz der Gynäkologie/Radiologie der Universität Tübingen, wo zunächst verschiedene Sequenzen zum Einsatz kamen, wurde für die Durchführung dieser Studie überwiegend eine Protonendichte-Wichtung gewählt, da unter dieser die beste Ausleuchtung der Muskelstrukturen zu erzielen war. Die optimalen Sequenzdaten hierfür lagen bei T_R/T_E 2600/17,86 msec. In den Voruntersuchungen waren unterschiedliche Sequenzen vergleichend eingesetzt worden: T1-gewichtete Spin-Echo-Sequenzen (T_R/T_E 600/15 msec) und Turbo-Spin-Echo-Doppel-Echo-Sequenzen in Protonen- und T2-Wichtung mit verschiedenen Repetitions- und Echozeiten.

Für die spätere Bestimmung der Muskeldicke und des Muskelvolumens erfolgte eine axiale Orientierung der Bilder, d.h. parallel zur rektokokzygealen Ebene und damit senkrecht zum Analkanal. Für die Bestimmung der Länge des Analkanals wurden zusätzlich Bilder in koronarer Sichtweise angefertigt, also parallel zum Analkanal.

Als Oberflächenspule diente eine ursprünglich für den endorektalen Gebrauch konzipierte Prostata-spule, die in Rückenlage intravaginal plaziert und an beiden Oberschenkeln mit Klebeband stabilisiert wurde. Ein dünner, luftgefüllter Katheter im Analkanal unterstützte die spätere Bildinterpretation. Bei den ersten Messungen wurde der die Spule umhüllende Latexballon zur Stabilisierung noch mit Luft gefüllt, ähnlich wie es für die endorektale Lage der Spule zur Darstellung der Prostata von der Herstellerfirma empfohlen wird, später jedoch nicht mehr, um eventuelle iatrogene Veränderungen der Sphinkteranatomie durch Kompression der Umgebungsstrukturen zu vermeiden.

Für das Klopfgeräusch während der Meßzeiten standen für die Patientinnen und Probandinnen Kopfhörer als Lärmschutz zur Verfügung.

2.2.2 Rektummanometrie

2.2.2.1 Einleitung

Die Rektummanometrie stellt das wichtigste Verfahren für die objektive Erfassung der analen Sphinkterfunktion dar. Die ursprünglich für die Ösophagusmanometrie konzipierte Methode [5] liefert reproduzierbare und speicherbare Daten auf eine wenig aufwendige und schnell durchführbare Weise.

2.2.2.2 Aufbau der Rektummanometrievorrichtung

Hauptbestandteil der verwendeten Perfusionsmanometrie-Vorrichtung ist die Arndorfer-Pumpe, bestehend aus einer Stickstoffgasflasche, die über eine Plastikplatte Druck auf ein Wassergefäß (Inhalt 500 ml) ausübt. Vom unteren Teil des Gefäßes wird das Wasser in einen Katheter mit acht Kapillaren aus rostfreiem Stahl (Innendurchmesser 0,2 mm; Länge 61 cm) gepumpt, an deren Ende sich je ein Statham-Druckwandler mit je zwei Drei-Wege-Hähnen zur Regulierung befindet. Hier schließt sich ein Kunststoffkatheter (Außendurchmesser 4,8 mm) mit neun Kanälen an, von denen acht der Kanäle radiär, um 45° versetzt und mit einem Abstand von 0,5 cm zueinander angelegt sind. Sie liegen 3 bis 6 cm vom Katheterende entfernt. Da diese Kanäle der Druckmessung dienen, sind sie jeweils mit einem Druckwandler verbunden und durch die Arndorfer-Pumpe mit Wasser durchströmt. Der neunte Kanal endet zentral am Ende des Katheters in einem Rektum-Ballon aus Gummi, der für Distensions- und Compliance-Messungen des Rektums benötigt wird. Der Druck im Analkanal erfährt durch die Statham-Elemente eine Umwandlung in elektrische Signale, die nach Digitalisierung in einem PC gespeichert werden.

2.2.2.3 Geräte und Materialien

Eine ausführliche Beschreibung der Geräte und Materialien findet sich in der Inaugural-Dissertation von Frau Ingrid Zimmer aus der interdisziplinären Forschungsgruppe zur Diagnostik geburtsbedingter Veränderungen am anorektalen Kontinenzorgan der Universität Tübingen mit dem Titel "Die postpartal anale Sphinkterfunktion bei Primiparae mit kompletten Perineotomien und Dammrissen III° "[131].

2.2.2.4 Funktionsprinzip

In der Manometrie wird mit hohem Druck bei hohem Widerstand der nachgeschalteten Elemente gearbeitet. Die Arndorfer-Pumpe, ursprünglich für die Ösophagusmanometrie konzipiert [5], setzt mit Stickstoff ein Wasservorratsgefäß unter Druck, so daß von dort das Wasser mit ca. 776 mm Hg in Kapillaren, Druckwandler und Katheter gepreßt wird.

Aufgrund des kleinen Querschnitts der Kapillaren und des dadurch verursachten hohen Widerstands fließt das Wasser am Katheterende mit einer Menge von 0,6 ml/min pro Kanal aus. Da Wasser nur in geringem Maße kompressibel ist [46], kann ein Druck, der auf die Austrittsöffnung eines Kanals ausgeübt wird (beispielsweise bei Betätigung des M. sphinkter ani externus) von der Kanalöffnung über den gesamten Katheter bis zum Druckwandler übertragen werden.

Für eine exakte Druckmessung ist eine konstante Wasserperfusion während der Druckausübung unerlässlich. Dazu muß der Perfusionsdruck in der Pumpe (ca. 776 mm Hg) im Verhältnis zum ausgeübten Druck im Analkanal (selten über 200 mm Hg) immer deutlich höher sein.

2.2.2.5 Untersuchungsablauf

Die Rektummanometrie (RMM) wurde in der Chirurgischen Universitätsklinik Tübingen, Abteilung Allgemeine Chirurgie mit Poliklinik, durchgeführt. Die Untersuchung dauerte ca. 20-30 Minuten und wurde von allen Frauen gut toleriert. Bei der sich in Rechtsseitenlage befindenden Patientin wurden nach Anfeuchten des Katheters mit Gel folgende Parameter gemessen:

1. **Maximaler aktiver Kneifdruck:** Nach Aufforderung der Patientin, dreimal so stark wie möglich mit dem Schließmuskel ohne zu Hilfenahme der Gesäßmuskulatur zusammenzukneifen, erhielt man mehrere Kurven des Druckanstiegs über den Ruhedruck hinaus. Der hierbei erreichte maximale Druckanstieg bildete den zu erhebenden Meßwert.
2. **Maximales rektoanales Ruhedruckprofil:** Vor der Messung wurde der Katheter so weit ins Rektum vorgeschoben, daß alle Kanalöffnungen oberhalb des Kanals zu liegen kamen. Nach Einspannen in die Katheterzugmaschine zog diese den Katheter mit einer konstanten Geschwindigkeit von 1 mm/sec aus dem Analkanal heraus. Die hierbei gemessene maximale Druckdifferenz zwischen Rektum und Analkanal bildete den Meßwert. Der höchste Wert aller acht Katheterkanäle wurde verwendet.

3. **Länge des Analkanals:** Anfang und Ende der acht Druckdifferenz-Kurven auf dem Bildschirm aus der Bestimmung des maximalen rektoanalen Ruhedruckprofils begrenzen die funktionelle Länge des Analkanals. Die längste der acht Strecken bildete den zu bestimmenden Meßwert.

Eine ausführliche Beschreibung des Untersuchungsablaufs findet sich in der Inaugural-Dissertation von Frau Ingrid Zimmer aus der interdisziplinären Forschungsgruppe zur Diagnostik geburtsbedingter Veränderungen am anorektalen Kontinenzorgan der Universität Tübingen [131].

2.2.3 Interview

Vor Durchführung der Rektummanometrie erfolgte ein Interview mit Hilfe eines standardisierten Fragebogens. Der Befragung gingen eine Aufklärung und die Einverständniserklärung der Patientin voraus (siehe Annex). Die Fragen zu Stuhlgewohnheiten und Kontinenz bezogen sich auf die Zeitpunkte vor, während und nach der Schwangerschaft. Für diese Arbeit kamen jedoch nur die postpartalen Angaben zur Auswertung. Aufklärung und Befragung der Patientinnen dauerte ca. 15 Minuten. Von den im Fragebogen erhobenen Daten wurden im Rahmen dieser Arbeit nur folgende verwendet:

- | | |
|--|--|
| 1 Können Sie vor dem Toilettenbesuch zwischen festem Stuhl, flüssigem Stuhl und Luft unterscheiden ? | ja - nein |
| 2. Können Sie Winde halten ? | ja - teilweise - nein |
| 3. Können Sie flüssigen Stuhl halten ? | ja - teilweise - nein |
| 4. Können Sie festen Stuhl halten ? | ja - teilweise - nein |
| 5. Ist Ihre Wäsche gelegentlich verschmutzt ?
a) tagsüber, b) nachts | immer - manchmal - nie |
| 6. Wie lange kann der Toilettenbesuch beim ersten Stuhl drang verschoben werden ? | überhaupt nicht - < 5min -
5-10min - > 10 min |

Der Fragebogen ist in voller Länge in der Inaugural-Dissertation von Frau Ingrid Zimmer aus der interdisziplinären Forschungsgruppe zur Diagnostik geburtsbedingter Veränderungen am anorektalen Kontinenzorgan der Universität Tübingen aufgeführt [131].

2.2.4 Auswertung und statistische Verfahren

Das 95%-Konfidenzintervall, der Mittelwert und die Standardabweichung wurden nach dem bekannten Verfahren berechnet [126]. Alle Signifikanzberechnungen für den Vergleich zweier Gruppen wurden mit Hilfe des Konfidenzintervalls vorgenommen.

Die lineare Korrelation wurde durch den Pearsonschen Korrelationskoeffizienten beschrieben. Für die Berechnung der Signifikanz einer Korrelation zwischen den Muskelvolumina und den Manometrie-Druckwerten diente der F-Test. Dies ist abweichend von dem hier sonst angewandten Verfahren zur Berechnung einer Signifikanz mit Hilfe des Konfidenzintervalls und deshalb zusätzlich bei den Ergebnissen aufgeführt.

Das statistische Signifikanzniveau wurde mit $\alpha = 0,05$ festgesetzt.

2.2.4.1 Auswertung der Magnetresonanztomographie

Muskeldicke

Für die Muskeln des Sphinkterapparates M. sphinkter ani internus (MSAI), M. sphinkter ani externus (MSAE) sowie M. puborectalis wurde die Muskelstärke auf den axialen Bildern bei 3, 6, 9 und 12 Uhr durch direkte Messung am Bildschirm vom Computer bestimmt (Abb.4). Für den Vergleich mit publizierten Werten erfolgte die Berechnung des Mittelwertes und der Standardabweichung für die Werte bei 3.00 und bei 9.00 Uhr. Für die Bestimmung der Muskelstärke aller drei Kompartimente des M. sphinkter ani externus wurde auf drei Ebenen gemessen: Ebene I entspricht der Höhe der Pars subcutanea, Ebene II der Pars superficialis und Ebene III der Pars profunda des MSAE.

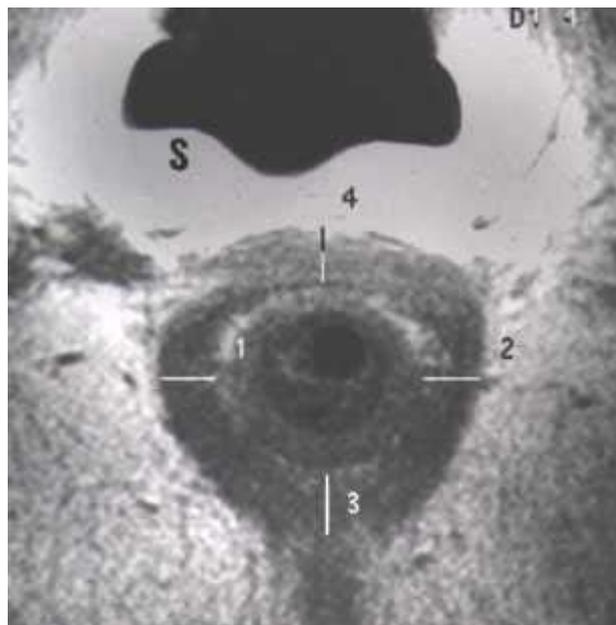


Abb. 4: Bestimmung der Dicke des M. sphinkter ani externus einer 28-jährigen Nullipara auf Höhe der Pars superficialis. Protonendichte-gewichtetes Bild, axiale Schnittführung. Die Markierungen geben die Messpunkte bei 3, 6, 9 und 12 Uhr an. Mit **S** ist die Endovaginalspule markiert.

Muskelvolumen

Außer der Muskeldicke wurde für den MSAI, MSAE und den M. puborectalis, ebenfalls bei axialer Sichtweise, das Muskelvolumen bestimmt. Hierfür erfolgte die Umfahrung des Muskels mit der Computer-Maus (Abb.5) und hernach die Berechnung der Fläche durch den Computer. Die Externusmuskulatur wurde hierfür entlang des Analkanals nach Oh & Kark [76] in zwei Kompartimente eingeteilt: ein oberes, bestehend aus M. puborectalis und Pars profunda des externen Sphinkters, und ein unteres, bestehend aus superfizialem und subkutanem Anteil der Externusmuskulatur.

Die Berechnung der Muskelvolumina erfolgte als Produkt aus der verwendeten Abbildungsschichtdicke (D) von 3 mm zuzüglich 0,3 mm Schichtabstand (Dis), der ermittelten durchschnittlichen Muskelfläche (A'') und der Anzahl der Schichten (n), auf denen der entsprechende Muskel- bzw. Muskelabschnitt zu sehen war :

$$V = [D (3 \text{ mm}) + \text{Dis} (0,3 \text{ mm})] \cdot A'' \cdot n.$$

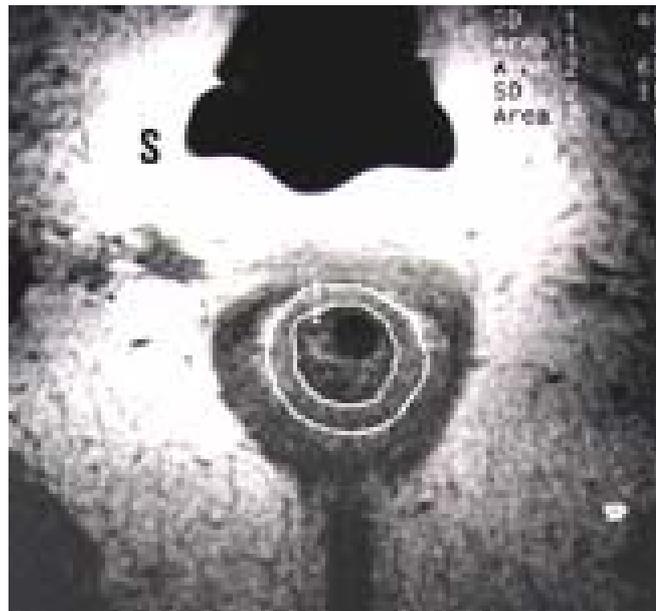


Abb. 5: Bestimmung des Volumens des M. sphinkter ani internus auf einem Protonendichte-gewichteten Bild bei axialer Schnittführung. Die Markierung entspricht der Umfahrung des inneren und äußeren Randes des Muskels. Aus der Differenz der beiden Umfänge ergibt sich die jeweilige Fläche, die der Berechnung des Volumens dient. Dieselbe Probandin wie in Abb. 4. Mit S ist die Endovaginalspule markiert.

Analkanallänge

Die Länge des Analkanals wurde auf koronar geschnittenen Bildern gemessen, beginnend beim Übergang des M. puborectalis zur Pars profunda des MSAE bis einschließlich der Pars subcutanea des MSAE. Von drei Probandinnen lagen keine koronaren Bilder vor, so daß in diesen Fällen die Anzahl der Bilder auf transversalen Schnitten (n), auf denen der Analkanal zu sehen war, mit der Schichtdicke (D) von 3 mm, zuzüglich dem Abstand jeden Bildes (Dis) von 0,3 mm, multipliziert wurde: $n \cdot [D(3 \text{ mm}) + \text{Dis} (0,3 \text{ mm})]$.

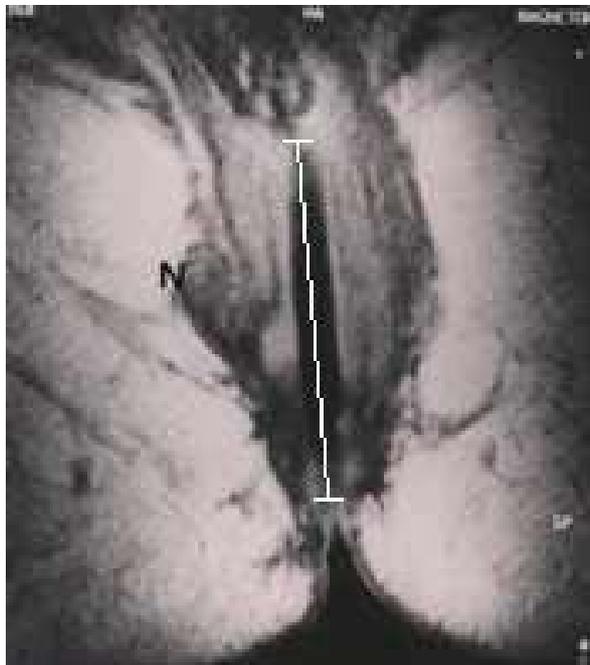


Abb. 6 : Protonendichte-gewichtetes Bild in koronarer Schnittführung, 30-jährige Patientin (Z.n. Forcepsentbindung mit DR III° und sekundärer Rekonstruktion) mit Defekt des M. sphinkter ani internus und externus. Die Längenbestimmung des Analkanals erfolgte direkt auf dem Bildschirm. **N** = Narbe.

Anatomische Veränderungen

Die anatomischen Veränderungen wurden unter verschiedenen Aspekten betrachtet und eingeteilt:

- a) bei offensichtlicher und vor allem einseitiger Ausdünnung eines Muskels im Vergleich zu den Nulliparae in Hypotrophie,
- b) bei knotigen Veränderungen in Narben,
- c) bei Veränderungen, die nicht als Narben erkennbar waren, die Integrität der Muskelstruktur jedoch beeinträchtigen, in Irregularität (punktuell), Inhomogenität (Gesamteindruck) und in Dehiszenzen.

Ein Index zur Quantifizierung der Veränderungen in stark, mittelstark und schwach wurde erstellt.

Auswertungskriterien

Die Auswertung unterlag drei Gesichtspunkten:

1. Der technische Aspekt: die Bildqualität als Gesamteindruck der technischen Aufnahmequalität; die Artefaktfreiheit (Bewegungs- und Feldinhomogenitätsartefakte, Überbelichtung); die Ausleuchtung der anatomischen Strukturen: Rectummucosa, M. sphinkter ani internus und M. sphinkter ani externus mit den Anteilen Pars profunda, Pars superficialis, Pars subcutanea und M. puborectalis; die Differenzierbarkeit des MSAI vom MSAE.
2. Bestimmbarkeit verschiedener Größen: Messung von Dicke und Volumen des M. puborectalis, des MSAE mit seinen drei Anteilen bzw. zwei Kompartimenten und des MSAI und Messung der Länge des Analkanals.
3. Beurteilung anatomischer Veränderungen: das Erkennen vorhandener Läsionen, auch in bezug auf anamnestische (Symptome) und diagnostische (Dammrisse) Angaben.

2.2.4.2 Auswertung der Rektummanometrie

Mit Hilfe der Polygram-Software (Version 4,21; Firma Synectics Medical, Bad Soden), die ein präzises Ausmessen von Kurventeilen ermöglicht, konnten die nach der Messung im PC abgespeicherten Kurven ausgewertet werden.

2.2.4.3 Auswertung des Interviews

Es gibt keinen einheitlichen Standard bei der Einteilung der Inkontinenz-Grade [25]. Am ehesten verbreitet sind die Einteilung nach Scott, die eine qualitative Bewertung von Defäkation, Stuhlkontrolle, Sensibilität, Sphinktertonus und perianalem Wundsein vornimmt und der quantitativen Einteilung nach Kelly, die sich an Stuhlkontinenz, Stuhlschmierer und Sphinkteraktion orientiert [131]. Aus dem in unserer Studie verwandten standardisierten Fragebogen wurden die für diese Arbeit als klinisch relevant betrachteten Fragen ausgesucht und in bezug auf die Zeit nach der Schwangerschaft ausgewertet. Dabei waren zur Erfassung der Inkontinenz verschiedene Aspekte wichtig: a) die Fähigkeit Gase, flüssigen und festen Stuhl zu halten, b) Stuhlschmierer, c) das mögliche Aufschieben eines Stuhldranggefühls länger als fünf Minuten (fecal urgency) und d) die Fähigkeit, zwischen verschiedenen Stuhlbeschaffenheiten zu unterscheiden.

Unter Berücksichtigung dieser Aspekte erfolgte die Einteilung der Inkontinenzgrade für diese Studie wie folgt:

stark: Mindestens ein Symptom aus jeder der folgenden Gruppen a) Inkontinenz, b) Stuhlschmierer, c) Verzögerungsvermögen und d) Stuhldiskrimination oder mehr als ein Symptom der Gruppe a) und bei c) < 5 Min.

mittel: Höchstens zwei Symptome der Gruppe a) und Symptome außerhalb der Gruppe c)

schwach: Nur ein Symptom aus den Gruppen a) bis d)

gar keine: keine Symptome bezüglich Inkontinenz für Gas, flüssigen oder festen Stuhl, Stuhlschmierer, vermindertem Verzögerungsvermögen bei Stuhldrang und Unfähigkeit der Stuhldiskrimination.

3. Ergebnisse

3.1 Magnetresonanztomographie

3.1.1 Darstellbarkeit der Strukturen

Die magnetresonanztomographische Untersuchung mit einer endovaginalen Oberflächenspule wurde von allen Frauen gut toleriert.

Der Sphinkterapparat konnte sowohl bei allen Patientinnen als auch bei allen Probandinnen dargestellt werden. Lediglich bei zwei Patientinnen war auf den Bildern eine partielle Überbelichtung zu sehen. Die beste Ausleuchtung der Strukturen wurde mit der Protonendichte-Wichtung erreicht, die vor allem die Mukosa und den MSAI besser darstellt und eine bessere Differenzierung des MSAI vom MSAE ermöglicht als unter T1- oder T2- Gewichtung. Die gute Differenzierung beruht vor allem auf der höheren Signalintensität des MSAI im Vergleich zum MSAE, welche dann auch eine genaue Ausmessung der einzelnen Muskelschichten bezüglich Stärke und Volumen ermöglichte. Der deutliche Kontrast der einzelnen Anteile in den protonengewichteten Bildern erlaubte außerdem die Unterscheidung der verschiedenen Anteile: M. puborectalis, M. sphinkter ani externus mit seinen drei Abschnitten Pars profunda, Pars superficialis und Pars subcutanea, M. sphinkter ani internus, die als "longitudinal layer" bekannte dünne Muskelfaserschicht zwischen MSAE und MSAI und die Darmmukosa. Der MSAE zeigte sowohl für Patientinnen als auch für Probandinnen posterior eine deutlich größere Breite als anterior.

3.1.2 Muskelstärke

3.1.2.1 M. puborectalis

Die Stärke des M. puborectalis betrug bei den Patientinnen im Mittel $6,4 \pm 1,5$ mm (Mittelwert und Standardabweichung) und bei den Probandinnen $7,1 \pm 1,7$ mm (Mittelwert und Standardabweichung). Der Unterschied war nicht signifikant.

Tab. 2: Stärke des M. puborectalis

	x	S.D.	
Patientinnen	6,4	1,5	p > 0,1
Probandinnen	7,1	1,7	

x = Mittelwert (in mm); S.D. = Standardabweichung des Mittelwertes

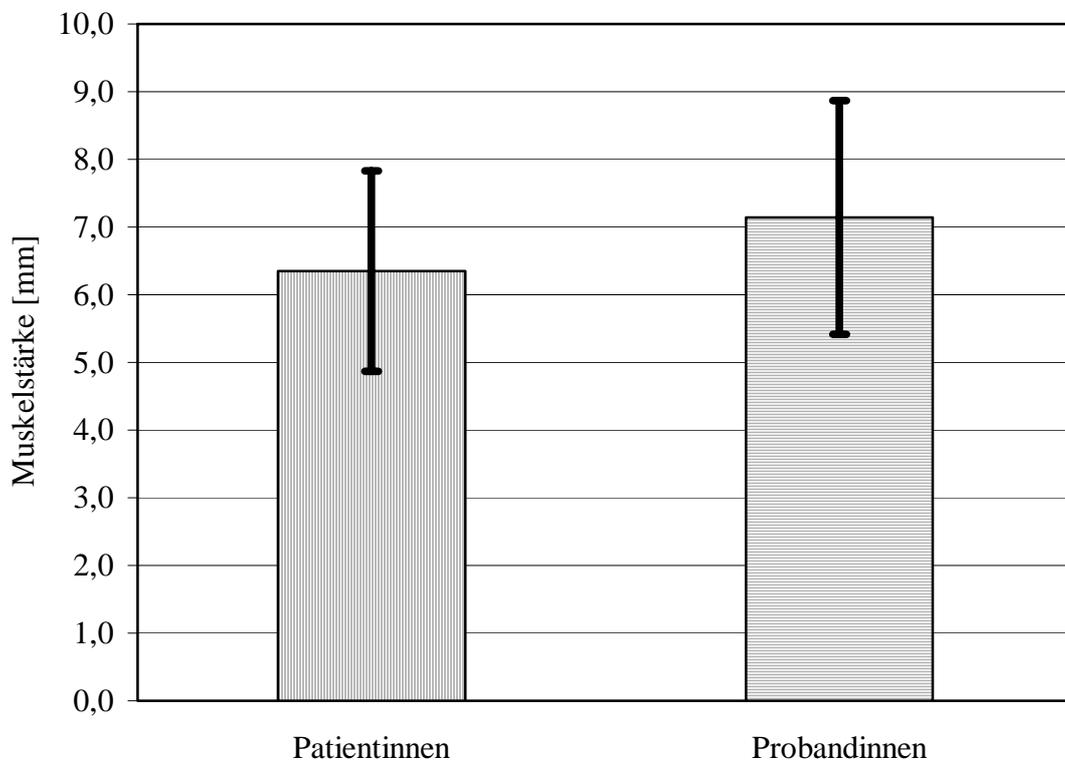


Abb.7: Stärke des M. puborectalis im Vergleich ($x \pm$ S.D.)

3.1.2.2 M. sphinkter ani externus

Die Stärke des MSAE betrug bei den Patientinnen im Mittel auf Ebene I $4,5 \pm 1,1$ mm, Ebene II $4,4 \pm 1,1$ mm, und auf Ebene III $5,1 \pm 1,0$ mm. Bei den Probandinnen ergab sich im Mittel für Ebene I eine Stärke von $4,4 \pm 1,5$ mm, für Ebene II $4,6 \pm 0,7$ mm und für Ebene III $5,7 \pm 0,9$ mm (jeweils Mittelwert und Standardabweichung). Der Unterschied war für alle drei Ebenen nicht signifikant.

Tab. 3: Stärke des M. sphinkter ani externus

	Patientinnen		Probandinnen		
	x	S.D.	x	S.D.	
MSAE I	4,5	1,1	4,4	1,5	$p > 0,1$
MSAE II	4,4	1,1	4,6	0,7	$p > 0,1$
MSAE III	5,1	1,0	5,7	0,9	$p > 0,1$

x = Mittelwert (in mm); S.D. = Standardabweichung des Mittelwertes;

I = Pars subcutanea, II = Pars superficialis, III = Pars profunda

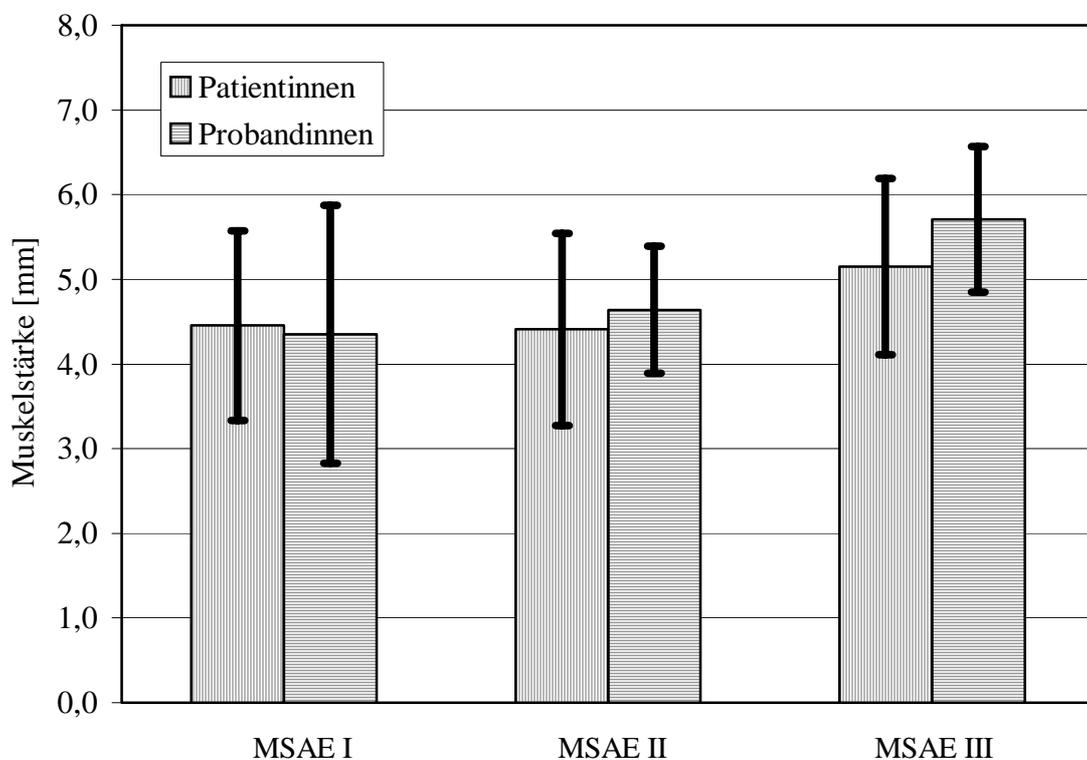


Abb. 8: Stärke der drei Ebenen des M. sphinkter ani externus im Vergleich ($x \pm S.D.$)

3.1.2.3 M. sphinkter ani internus

Die Stärke des MSAI betrug bei den Patientinnen im Mittel $3,8 \pm 0,6$ mm (Mittelwert und Standardabweichung) und bei den Probandinnen $4,0 \pm 0,8$ mm (Mittelwert und Standardabweichung). Der Unterschied war nicht signifikant.

Tab. 4: Stärke des M. sphinkter ani internus

	x	S.D.	
Patientinnen	3,8	0,6	p > 0,1
<i>Probandinnen</i>	4,0	0,8	

x = Mittelwert (in mm); S.D. = Standardabweichung des Mittelwertes

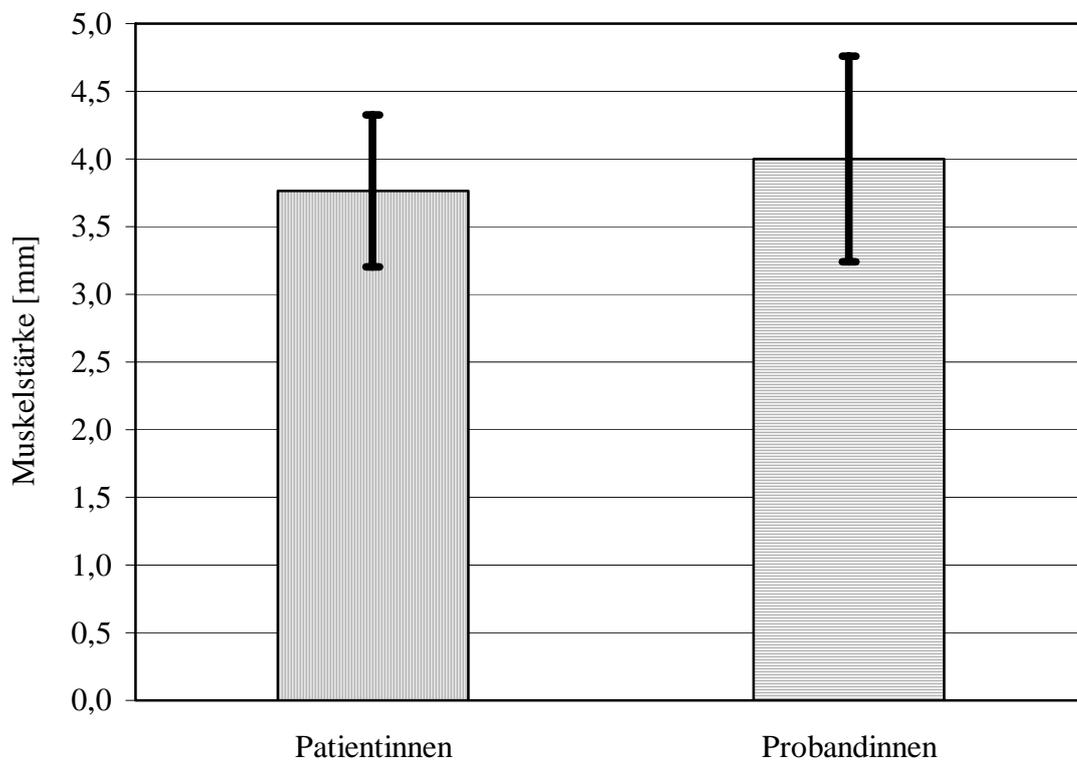


Abb. 9: Stärke des M. sphinkter ani internus im Vergleich ($x \pm$ S.D.)

3.1.3 Muskelvolumen

3.1.3.1 Oberes Kompartiment

Das obere Kompartiment, bestehend aus M. puborectalis und Pars profunda des M.sphinkter ani externus, hatte bei den Patientinnen im Mittel ein Volumen von $17,0 \pm 4,9$ ccm (Mittelwert und Standardabweichung) und bei den Probandinnen $17,1 \pm 5,3$ ccm (Mittelwert und Standardabweichung). Der Unterschied war nicht signifikant.

Tab. 5: Volumen des oberen Kompartiments

	x	S.D.	
Patientinnen	17,0	4,9	p > 0,1
Probandinnen	17,1	5,3	

x = Mittelwert (in ccm); S.D. = Standardabweichung des Mittelwertes

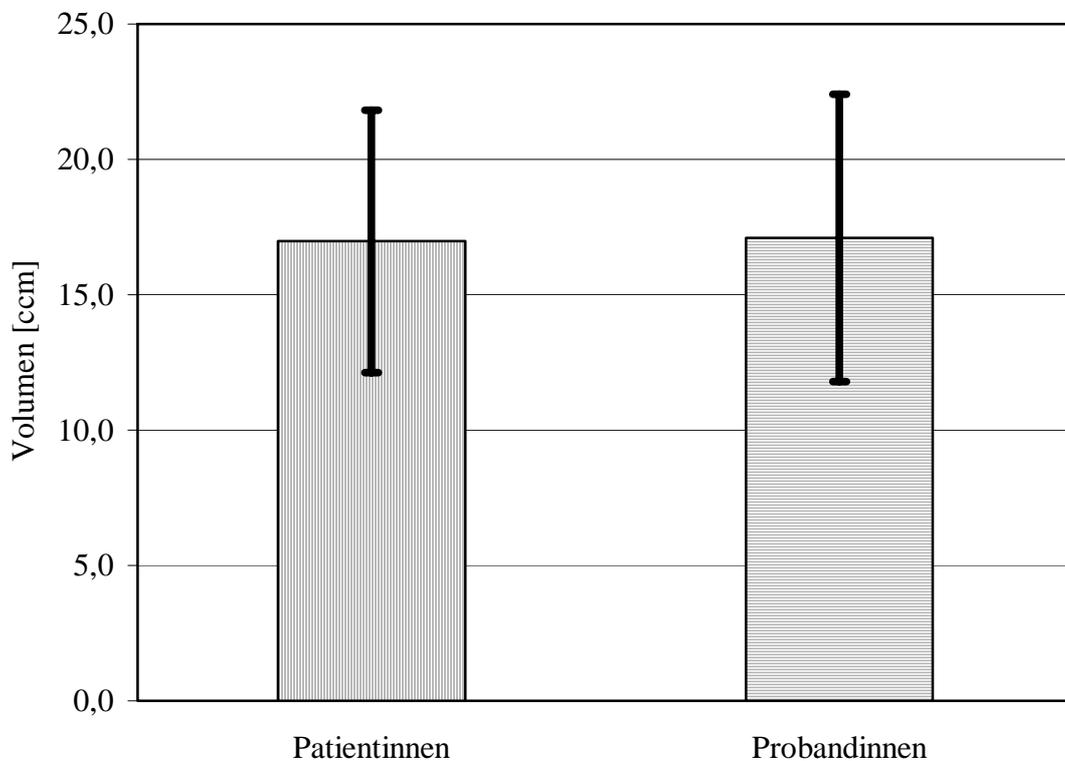


Abb. 10: Volumen des oberen Kompartiments im Vergleich ($x \pm S.D.$)

3.1.3.2 Unteres Kompartiment

Das untere Kompartiment, bestehend aus Pars superficialis und Pars subcutanea des M.sphinkter ani externus, betrug bei den Patientinnen im Mittel $7,3 \pm 2,4$ ccm (Mittelwert und Standardabweichung) und bei den Probandinnen $4,9 \pm 2,0$ ccm (Mittelwert und Standardabweichung). Der Unterschied war signifikant.

Tab. 6 : Volumen des unteren Kompartiments

	x	S.D.	
Patientinnen	7,3	2,4	p = 0,01
Probandinnen	4,9	2,0	

x = Mittelwert (in ccm); S.D. = Standardabweichung des Mittelwertes

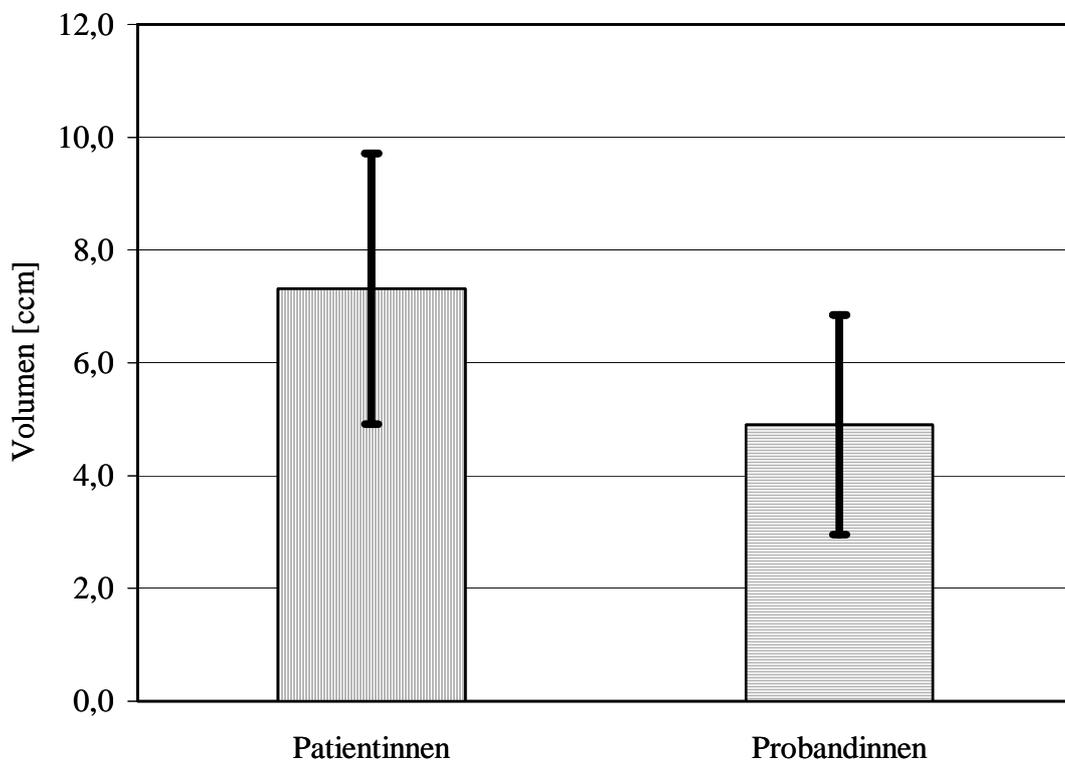


Abb.11: Volumen des unteren Kompartiments im Vergleich ($x \pm$ S.D.)

3.1.3.3. M. sphinkter ani internus

Das Volumen des MSAI betrug bei den Patientinnen im Mittel $3,6 \pm 1,5$ ccm (Mittelwert und Standardabweichung) und bei den Probandinnen $3,3 \pm 0,9$ ccm (Mittelwert und Standardabweichung). Der Unterschied war nicht signifikant.

Tab. 7: Volumen des M.sphincter ani internus

	x	S.D.	
Patientinnen	3,6	1,5	p > 0,1
Probandinnen	3,3	0,9	

x = Mittelwert (in ccm); S.D. = Standardabweichung des Mittelwertes

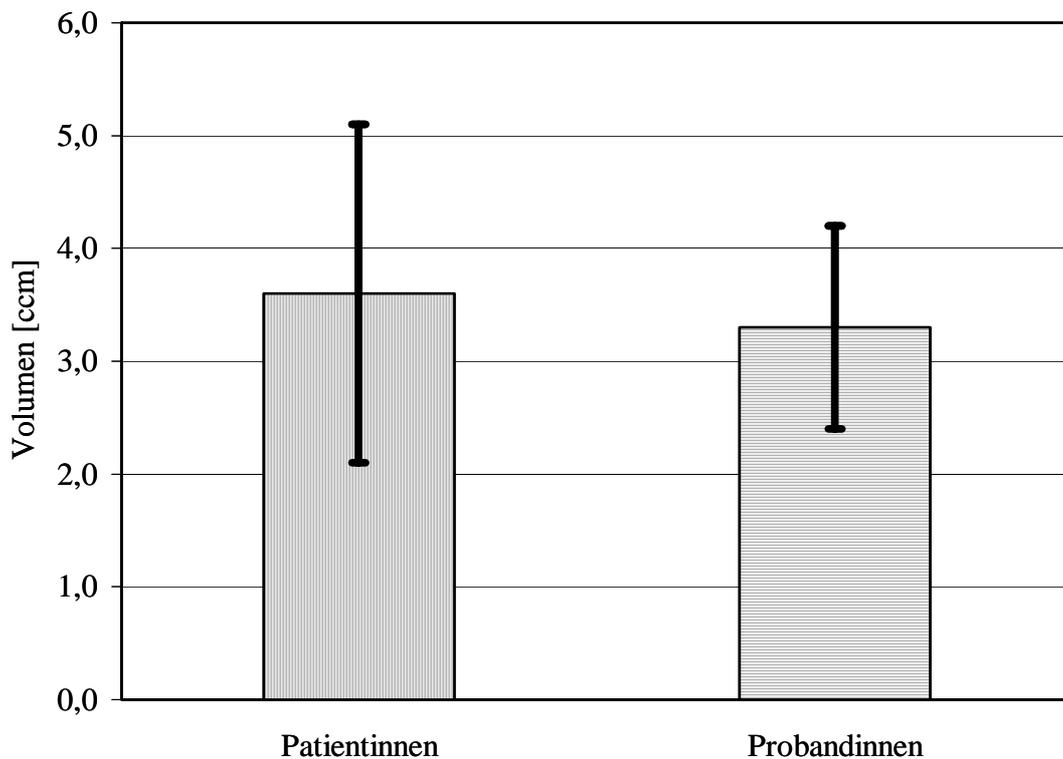


Abb.12: Volumen des M.sphinkter ani internus im Vergleich ($x \pm S.D.$)

3.1.4 Vergleich des Volumens der Sphinkteren

Bei den Patientinnen zeigte sich wie bei den Probandinnen ein signifikanter Unterschied zwischen M. sphinkter ani externus (MSAE*) und M. sphinkter ani internus (MSAI).

Tab. 8: Vergleich Volumen MSAI und MSAE*

	MSAI	MSAE*	
Patientinnen	$3,6 \pm 1,5$	$7,3 \pm 2,4$	$p < 0,001$
Probandinnen	$3,3 \pm 0,9$	$4,9 \pm 2,0$	$p < 0,05$

dargestellt sind Mittelwert und Standardabweichung (in ccm)

* = unteres Kompartiment

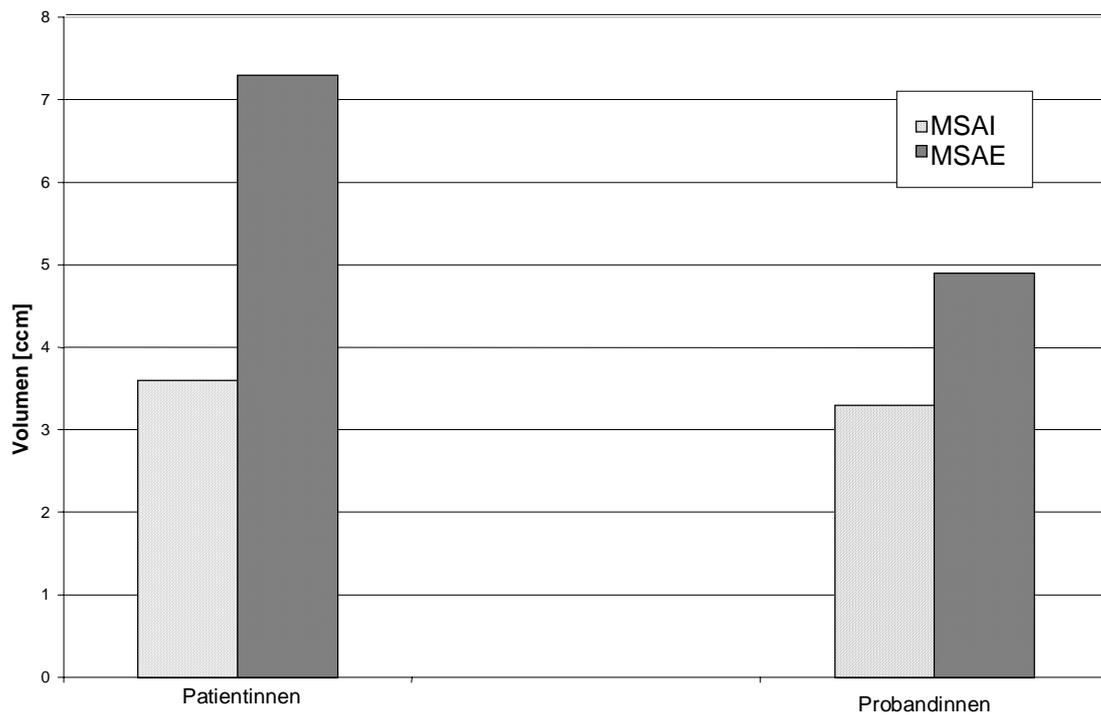


Abb.13: Vergleich des Volumens des MSAI und des MSAE bei Patientinnen und Probandinnen ($\bar{x} \pm S.D.$)

3.1.5 Analkanlänge

Die Länge des Analkanals betrug bei den Patientinnen im Mittel $4,9 \pm 0,5$ cm (Mittelwert und Standardabweichung) und bei den Probandinnen $4,8 \pm 0,6$ cm (Mittelwert und Standardabweichung). Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied.

Tab. 9: Analkanlänge in der MRT

	x	S.D.	
Patientinnen	4,9	0,5	p > 0,1
Probandinnen	4,8	0,6	

x = Mittelwert (in cm); S.D. = Standardabweichung des Mittelwertes

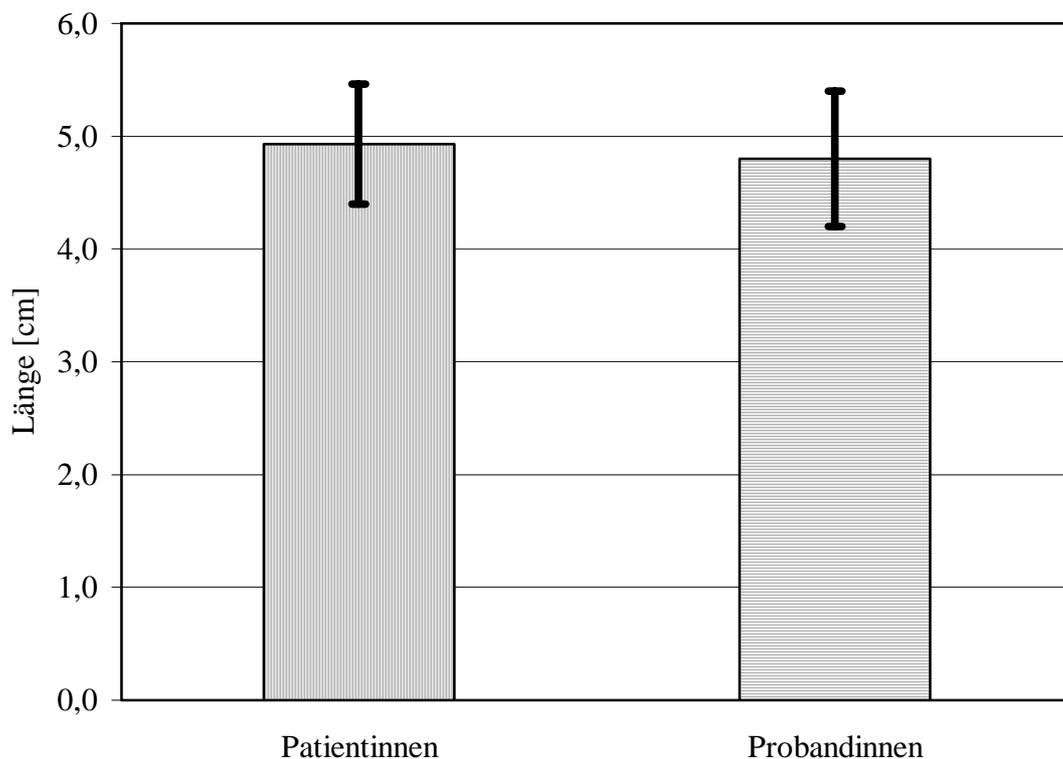


Abb.14: Länge des Analkanals in der MRT ($x \pm$ S.D.)

3.1.6 Länge des Analkanals im Vergleich der Methoden MRT und RMM

Der manometrisch gemessene Mittelwert für die maximale Länge des Analkanals der Patientinnen betrug $4,9 \pm 1,1$ cm (Mittelwert und Standardabweichung). Die Länge des Analkanals auf den MRT-Bildern betrug im Mittel $4,9 \pm 0,5$ cm (Mittelwert und Standardabweichung). Somit ergibt sich für den Vergleich der Längen des Analkanals der Patientinnen für beide Methoden kein Unterschied.

Auch in der linearen Regression ergibt sich eine positive Korrelation zwischen der anatomischen Analkanallänge der MRT und der funktionellen Länge der Rektummanometrie.

Tab. 10: Vergleich der Länge des Analkanals der Patientinnen

	x	S.D.	p > 0,1
MRT	4,9	0,5	
RMM	4,9	1,1	

x = Mittelwert (in cm); S.D. = Standardabweichung des Mittelwertes

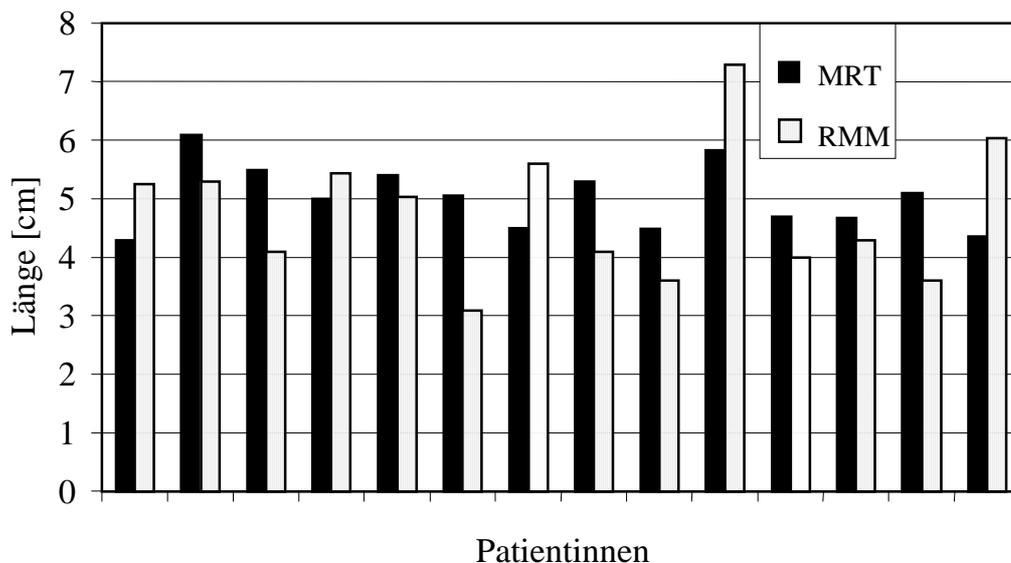


Abb. 15: Länge des Analkanals im Vergleich ($x \pm$ S.D.)

3.1.7 Anatomische Veränderungen post partum

Bei allen Patientinnen war postpartal, verglichen mit den Probandinnen, eine anatomische Veränderung auf den MRT-Bildern zu sehen. Diese Veränderungen des Sphinkterapparates der Patientinnen konnten zum einen bezüglich der Integrität, zum anderen bezüglich der Stärke der Muskel festgestellt werden. Unter qualitativem Aspekt lassen sich die Veränderungen einteilen in Defekte, d.h. in Irregularitäten, Inhomogenitäten und Einrisse (50%), in Narbenbildungen (31%) und in Verziehnungen (12%). Unter quantitativem Aspekt wurden Hypotrophien im Sinne von Ausdünnen des Muskels in Relation zum Ausmaß der benachbarten Strukturen erfasst (50%). Bei einer Patientin war lediglich eine Verziehung des MSAE zu sehen, die möglicherweise auf die postpartale operative Versorgung zurückzuführen ist und keine direkte Veränderung durch den Geburtsvorgang darstellt. Die anatomischen Veränderungen sind in folgender Abbildung unter Berücksichtigung des mehrfachen Vorkommens der Veränderungen aufgeführt.

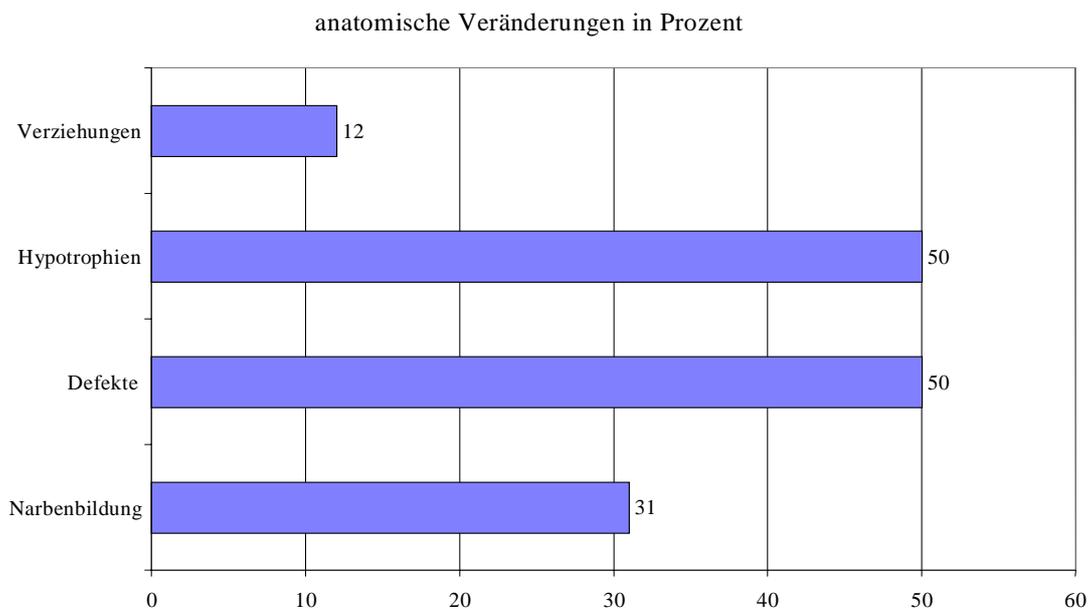


Abb. 16: Häufigkeit anatomischer Veränderungen post partum (%)
(mehrfaches Vorkommen von Veränderungen)

Im einzelnen bedeutet das, eine dieser Patientinnen (6,25%) wies lediglich Verziehnungen, drei Patientinnen (18,75%) nur eine Hypotrophie auf. Bei sieben Patientinnen (45,75%) waren Defekte allein oder in Kombination mit Hypotrophie zu sehen und fünf Patientinnen (31,25%) zeigten Narbengewebe mit oder ohne Hypotrophie. Bei den Probandinnen waren keine der obengenannten Veränderungen auszumachen. Hier stellte sich ein in Struktur und Integrität unauffälliger Sphinkterapparat dar.

3.2 Rektumanometrie

3.2.1 Maximaler aktiver Kneifdruck

Der maximale aktive Kneifdruck der Patientinnen betrug im Durchschnitt $62,8 \pm 31,4$ mm Hg (Mittelwert und Standardabweichung) und lag zwischen 20 mm Hg und 132,7 mm Hg (wegen der starken Streuung ist hier der Bereich angegeben). Der Vergleich zwischen Patientinnen und Probandinnen ergab einen signifikanten Unterschied.

Tab. 11 : Vergleich des maximalen aktiven Kneifdrucks

	x	S.D.	
Patientinnen	62,8	31,4	p < 0,05
Probandinnen ▶	150,0	127,0	

x = Mittelwert (in mm Hg); S.D.= Standardabweichung des Mittelwertes;

▶ Werte aus derselben Arbeitsgruppe, freundlicherweise überlassen [131]

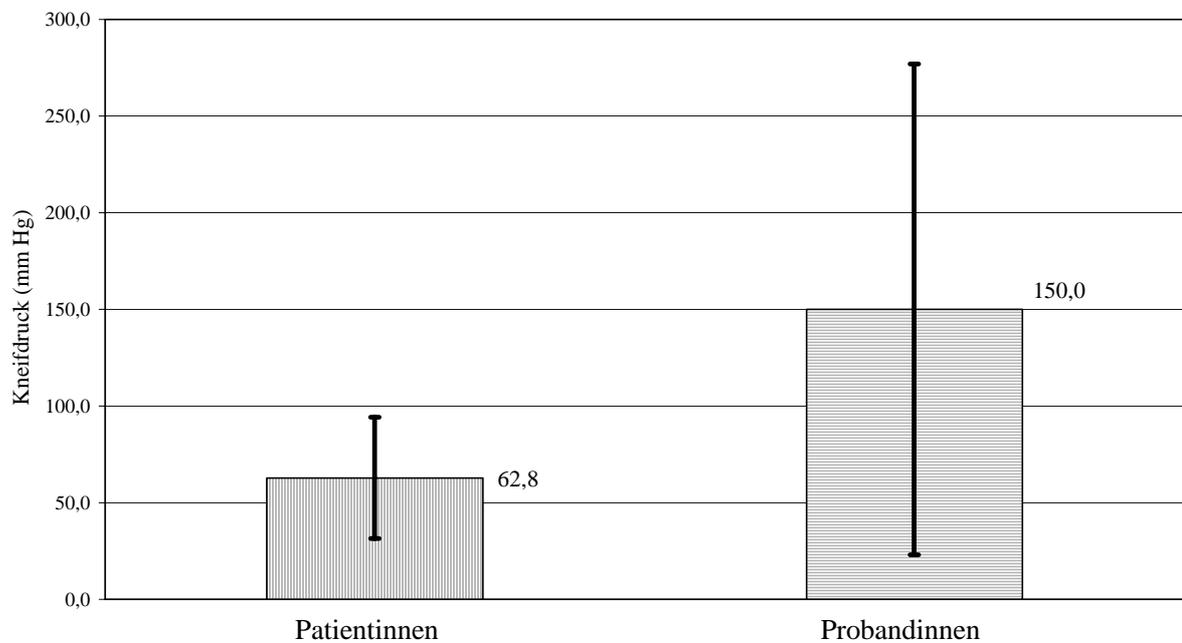


Abb. 17: Maximaler Kneifdruck im Vergleich ($x \pm$ S.D.)

3.2.2 Maximaler rektoanaler Ruhedruck

Die Ruhedruckwerte der Patientinnen betragen im Mittel $87,2 \pm 38,4$ mm Hg (Mittelwert und Standardabweichung) und erstreckten sich zwischen 31,0 mm Hg und 144,0 mm Hg (wegen der starken Streuung ist hier der Bereich angegeben). Der Vergleich zwischen Patientinnen und Probandinnen ergab keinen signifikanten Unterschied.

Tab. 12 : Vergleich des maximalen Ruhedrucks

	x	S.D.	
Patientinnen	87,2	38,4	p > 0,05
Probandinnen ▶	117,0	58,0	

x = Mittelwert (in mm Hg); S.D.= Standardabweichung des Mittelwertes;

▶ Werte aus derselben Arbeitsgruppe; freundlicherweise überlassen [131]

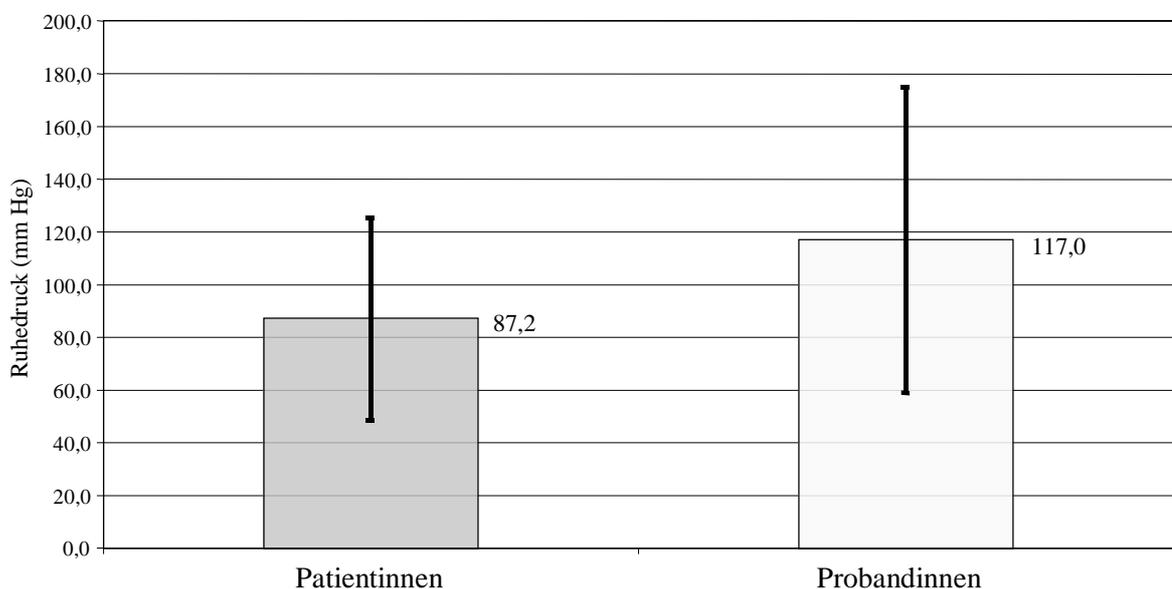


Abb.18: Maximaler rektoanaler Ruhedruck im Vergleich ($x \pm S.D.$)

3.2.3 Vergleich von Ruhe- und Kneifdruck

Der Vergleich der beiden Funktionsparameter Kneif- und Ruhedruck der Patientinnen ergibt bei einem maximalen Kneifdruck von $62,8 \pm 31,4$ mm Hg (Mittelwert und Standardabweichung) und einem maximalen Ruhedruck von $87,2 \pm 38,4$ mm Hg (Mittelwert und Standardabweichung) einen signifikant höheren Ruhedruck.

Tab.13: Vergleich von Ruhe- und Kneifdruck der Patientinnen

	x	S.D.	p = 0,03
maximaler Kneifdruck	62,8	31,4	
maximaler Ruhedruck	87,2	38,4	

x = Mittelwert (in mm Hg); S.D.= Standardabweichung des Mittelwertes

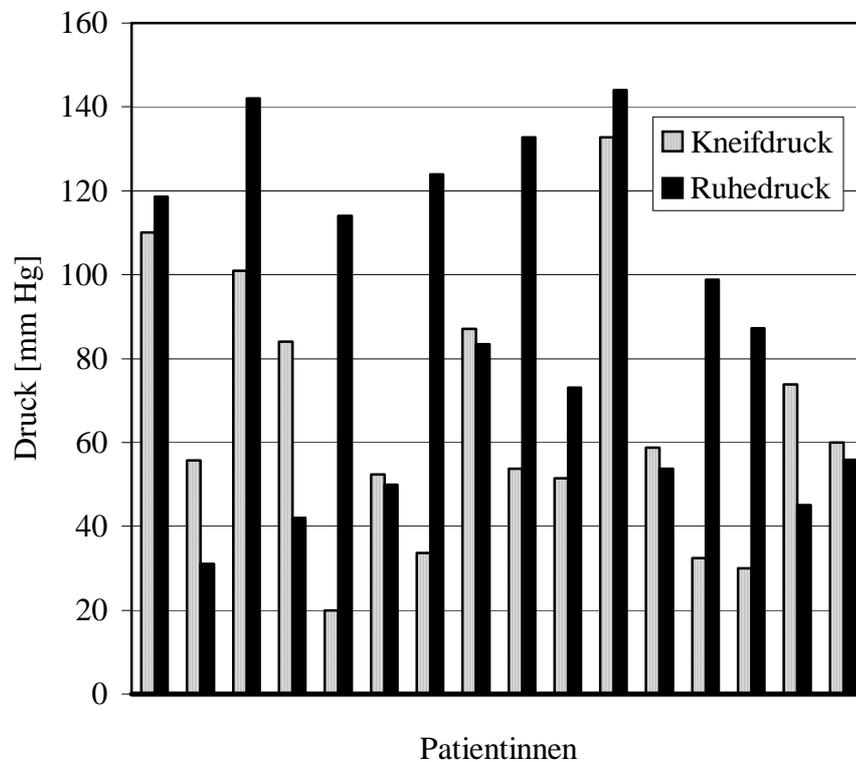


Abb. 19: Vergleich von maximalem Ruhe- und Kneifdruck ($x \pm S.D.$)

3.2.4 Korrelation zwischen RMM-Druckwerten und MRT-Muskelvolumina

Der Vergleich des Volumens der Schließmuskel mit dem entsprechenden manometrischen Druckwert ergab weder für das Volumen des M.sphinkter ani internus mit dem Ruhedruckwert noch für das Volumen des M.sphinkter ani externus mit dem Kneifdruck eine signifikante Korrelation mit dem Pearson-Korrelations-Koeffizient (F-Test).

Tab. 14: Korrelation zwischen Muskelvolumen und manometrischen Druckwerten

	Muskelvolumen (ccm)	Manometriewerte (mm Hg)	Korrelation Volumen zu Druck
M. sphinkter ani internus	3,6 ± 1,5	87,2 ± 38,4 (Ruhedruck)	r = 0,31 p > 0,1
M. sphinkter ani externus*	7,3 ± 2,4	62,8 ± 31,4 (Kneifdruck)	r = 0,35 p > 0,1

Mittelwert ± Standardabweichung; ; * = unteres Kompartiment des MSAE; Statistik: F-Test

3.3 Interview

3.3.1 Kontinenz für Gas, flüssigen Stuhl, festen Stuhl (a)

Nur drei der 16 Patientinnen wiesen keine Inkontinenz für Gas, flüssigen oder festen Stuhl auf (18,75%). Fünf Patientinnen zeigten eine Inkontinenz für Gas (31,25%), sechs für Gas und flüssigen Stuhl (37,5%) und zwei für Gas und Stuhl jeglicher Beschaffenheit (12,50%).

3.3.2 Stuhlschmierer (b)

Fünf der Patientinnen (31,25%) zeigten post partum kein Stuhlschmierer, zehn (62,5%) dagegen manchmal, und bei einer Patientin (6,25%) lag immer Stuhlschmierer vor.

3.3.3 Verzögerungsvermögen des Stuhldrangs (fecal urgency) (c)

Acht Patientinnen (50%) konnten den Stuhldrang um mehr als zehn Minuten hinauszögern und sahen keinen Unterschied zur Zeit vor der Entbindung. Eine Patientin (6,25%) gab ein Verzögerungsvermögen von fünf bis zehn Minuten und eine Verschlechterung gegenüber der Zeit vor Entbindung an. Bei drei der Patientinnen (18,75%) betrug die Verzögerungszeit weniger als fünf Minuten, und vier konnten den Stuhlgang gar nicht aufschieben (25%).

3.3.4 Fähigkeit der Stuhldiskrimination (d)

Bis auf drei Patientinnen (18,75%) konnten alle nach der Entbindung zwischen Gas, flüssigem oder festem Stuhl unterscheiden. Eine Patientin konnte keine Angaben dazu machen.

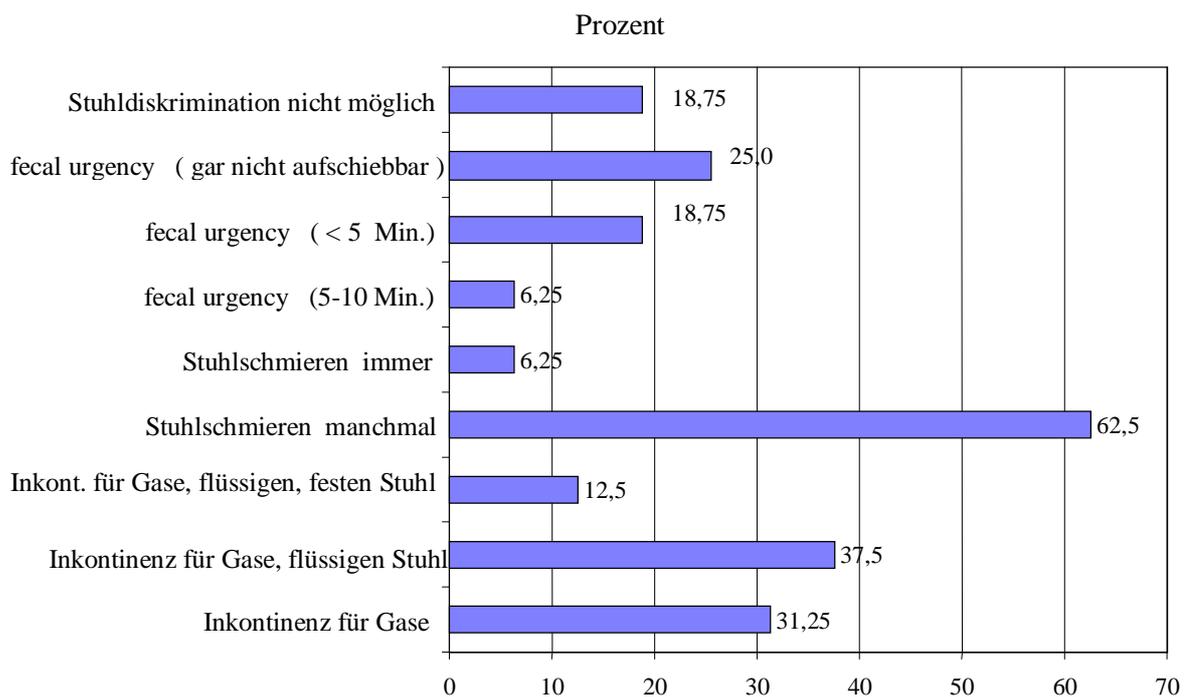


Abb. 20: Verteilung der Inkontinenzsymptomatik (%)

mehrfaches Vorkommen von Symptomen möglich;

fecal urgency = Verzögerungsvermögen des Stuhldrangs;

Inkont. = Inkontinenz

3.4 Korrelation zwischen Magnetresonanztomographie und Interview

Bei allen Patientinnen waren auf den MRT-Bildern anatomische Veränderungen des Sphinkterapparates zu sehen, in schwacher, mittelstarker oder starker Ausprägung (Erläuterung des Ausprägungsgrades siehe Tab. 15).

Bezüglich der Inkontinenzsymptomatik (Erläuterung des Inkontinenzgrades siehe 2.2.4.3) konnte in fünf Fällen eine schwache, in zwei Fällen eine mittlere und in sieben Fällen eine starke Symptomatik festgestellt werden. Bei zwei der Patientinnen (12,5%) fehlte postpartal jegliche Symptomatik bezogen auf Kontinenz für Gas, flüssigen oder festen Stuhl, Stuhlschmierer, Verzögerungsvermögen des Stuhldrangs und Fähigkeit der Stuhldiskrimination.

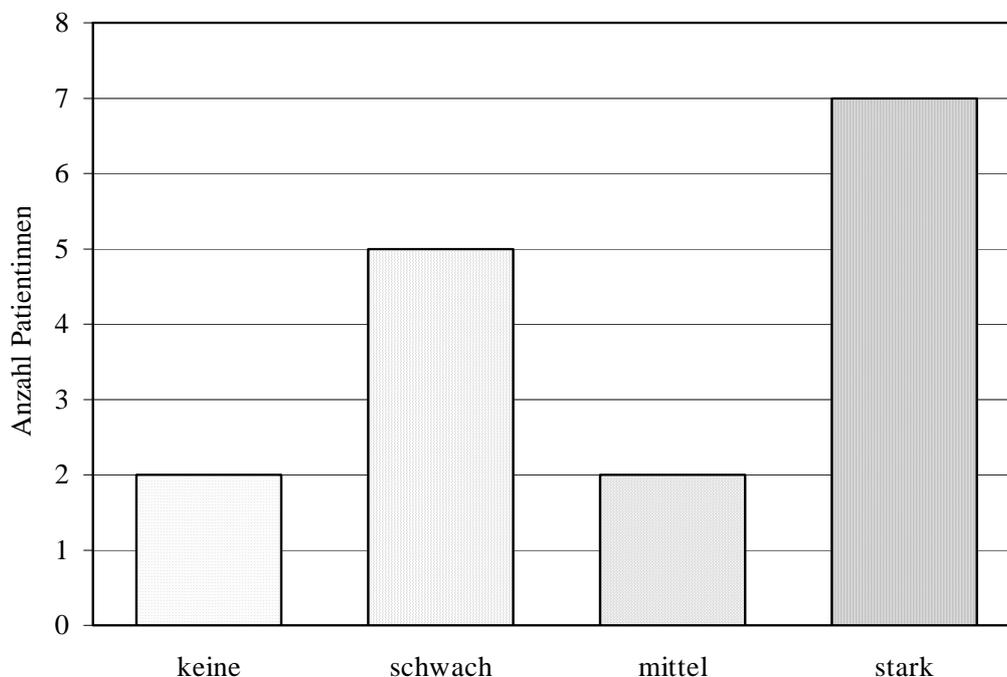


Abb. 21: Verteilung der Inkontinenzsymptomatik (Erläuterung siehe 2.2.4.3)

Eine Patientin zeigte trotz starker Symptomatik kein adäquates Korrelat auf den MRT-Bildern, d.h. Ausprägungsgrad der Symptomatik und offensichtlicher Schaden waren diskrepanz. Umgekehrt waren bei zwei Patientinnen mit nur schwachen Symptomen auf den MRT-Bildern starke Veränderungen des Sphinkterapparates zu sehen. Den Befunden, die weder als schwache noch als starke Veränderungen angesehen worden waren, konnte keine mittelschwere Symptomatik zugeordnet werden: Vier Frauen zeigten eine starke, eine Frau eine schwache und eine gar keine Symptomatik.

Ebenfalls keine Symptomatik hatte eine Patientin angegeben, auf deren MRT-Bildern Veränderungen hohen Grades festgestellt werden konnten. Auch die zwei Patientinnen mit mittelschwerer Symptomatik zeigten in einem Fall leichte und in einem Fall schwere Veränderungen in der MRT. Bei zwei Patientinnen mit starker Symptomatik und zwei Patientinnen mit schwacher Symptomatik fand sich auf den MRT-Bildern das entsprechende Korrelat.

Tab. 15: Korrelation zwischen Magnetresonanztomographie und Interview

Grad der Symptome	MRT-Befunde			
	+++	++	+	-
stark	2	4	1	—
mittel	1	—	1	—
schwach	2	1	2	—
gar keine	1	1	—	—

+++ : Sowohl der MSAI als auch der MSAE sind betroffen

++ : Nur ein Sphinkteranteil ist betroffen, der jedoch mindestens zwei Auffälligkeiten zeigt oder beide Anteile sind in geringem Ausmaß betroffen

+ : Nur ein Sphinkteranteil ist einfach betroffen

- : Keine pathologische Veränderungen der Sphinktermuskulatur

3.5 Geburtsverletzung, Entbindungsart und Muskeldefekt

Unabhängig vom Grad der dokumentierten Geburtsverletzung waren in allen Fällen, auch im Fall der postpartal als DR II° definierten Verletzung, auf den MRT-Bildern Veränderungen der Schließmuskel festzustellen. Entweder nur einer der beiden Schließmuskeln oder aber beide zeigten Verletzungen. Diese Verletzungen betrafen bei zwei Patientinnen (12,5 %) nur den MSAI, bei sieben Patientinnen (43,75 %) nur den MSAE und bei weiteren sieben Patientinnen (43,75 %) beide Sphinkteranteile.

In Abhängigkeit von der Entbindungsart waren in zwei von vier Fällen der Forcepsentbindung beide Muskeln und in je einem Fall nur der MSAE bzw. nur der MSAI betroffen. Bei den fünf Fällen der Vacuumextraktion waren es dreimal beide Schließmuskel und zweimal nur der MSAE. Bei Spontangeburt kam es viermal zu MSAE-, einmal zu MSAI- und zweimal zur Affektion beider Muskel.

Spontangeburt haben somit im Gegensatz zu instrumenteller Entbindung nur in zwei von sieben Fällen (28 %) zur Affektion beider Muskel geführt, im Falle der Vacuumextraktion waren es 40 % (3/4), bei Forceps sogar 50 % (2/4). Ungeachtet der Entbindungsart war der MSAE alleine am häufigsten betroffen, dreimal so oft wie der MSAI.

In Tab.16 sind die dokumentierte Geburtsverletzung und das bildliche Korrelat auf den MRT-Bildern in Abhängigkeit von der Entbindungsart aufgeführt.

Tab. 16: Dokumentierte Geburtsverletzung und magnetresonanztomographisch festgestellter Muskeldefekt, in Abhängigkeit von der Entbindungsart

Entbindungsart	Geburtsverletzung	MRT - qualitativ	Korrelat quantitativ
spontan	DR III°	MSAE	++
spontan	DR III°	MSAE	++
spontan	DR III°	MSAE	++
spontan	DR III°	MSAI	++
spontan	DR III°	MSAE/MSAI	++
spontan	DR IV°	MSAE	++
spontan	DR IV°	MSAE/MSAI	+++
Forceps	DR II°	MSAE/MSAI	+++
Forceps	DR III°	MSAE/MSAI	+++
Forceps	DR III°	MSAE	+
Forceps	DR III°	MSAI	+
VE	DR III°	MSAE/MSAI	+++
VE	DR III°	MSAE/MSAI	+++
VE	DR III°	MSAE	+
VE	DR III°	MSAE	+
VE	DR III/IV°	MSAE/MSAI	++

DR (III°) = Dammriß (dritten Grades); VE = Vacuumextraktion

MSAE = M. sphinkter ani externus; MSAI = M sphinkter ani internus

+++ = Sowohl der MSAI als auch der MSAE sind betroffen

++ = Nur ein Sphinkteranteil ist betroffen, der jedoch mindestens zwei Auf-
fälligkeiten zeigt oder beide Anteile sind in geringem Ausmaß betroffen

+ = Nur ein Sphinkteranteil ist einfach betroffen

- = Keine pathologische Veränderungen der Sphinktermuskulatur

4. Diskussion

4.1 Anatomie des Beckenbodens und physiologische Grundlagen der Kontinenz

Der Beckenausgang wird von der Muskelplatte des Diaphragma pelvis verschlossen, dessen Hauptanteil der M. levator ani ausmacht [62]. Seine Fasern entspringen an der Symphyse und vereinigen sich hinter dem Rektum. Sie umgeben hierbei Harnröhre, Scheide und Analkanal, welcher den letzten Abschnitt des Rektums bildet.

Vorderer Teil des M. levator ani ist der M. puborectalis [84], der das Rektum mit einer großen Schlinge umgibt und somit wesentlich die S-Form des Rektums mit einem Winkel von etwa 80° bedingt [16, 22]. Durch Zug der Levatorschlinge wird der Analkanal zu einem quergestellten Spalt verengt, an welchen sich der Längsspalt des M. sphinkter ani externus anschließt; d.h. der Kanal kann "kreuzweise" verschlossen werden [62]. Die Schlinge des M. puborectalis leistet also einen wesentlichen Beitrag zur Kontinenz [8, 22]. So konnte bei inkontinenten Patienten eine Abflachung der Flexur beobachtet und durch deren Korrektur (Perineorrhaphie) in den meisten Fällen wieder Kontinenz erlangt werden [77, 107]. Eine Schwäche des M. puborectalis ist zudem mit einer Senkung des Beckenbodens assoziiert [127].

Den größten Beitrag zur Kontinenz bei Stuhl jeglicher Beschaffenheit und bei Gasen leisten die Muskeln des Sphinkterapparates. Dieser setzt sich zusammen aus dem aus glatter Muskulatur bestehenden M. sphinkter ani internus, dem verdickten Ende der Ringmuskelschicht des Darms [6, 22, 62], und dem aus quergestreifter Muskulatur bestehenden M. sphinkter ani externus [41, 62]. Drei Abschnitte lassen sich bei Letzterem von kranial nach kaudal unterscheiden: Pars profunda, Pars superficialis, Pars subcutanea [41, 62, 76]. Während der M. sphinkter ani externus ein aktives Zukneifen ermöglicht, das jedoch auf etwa eine Minute begrenzt ist [78, 107], dient der M. sphinkter ani internus durch tonische Kontraktion wesentlich der Aufrechterhaltung des Ruhedrucks im Analkanal [16, 22] und dem Zurückhalten von Gasen und flüssigem Stuhl [16, 127]. Auch dem M. sphinkter ani externus wird eine tonische Kontraktion nachgesagt, die sich bei Erhöhung des intraabdominellen Drucks, z.B. durch Niesen, reflexartig verstärken kann [127]. Der Ruhedruck wird dabei zu 50-70 % vom MSAI und zu 30-50 % vom MSAE gewährleistet [14, 127]. Hauptsächlich leistet der MSAE jedoch den größten Beitrag für den willkürlich ausübbarer Kneifdruck [6, 127].

Zwischen diesen beiden Muskeln liegt eine längliche Schicht, die "longitudinal layer" [6, 51, 104], bestehend zum Teil aus glatten Muskelfasern des Rektums und zum Teil aus Fasern des M. levator ani. Ihre Funktion wird als Hilfe beim Verschluss des Anus und als Schutz vor Analprolaps vermutet [34].

Das Rektum als letzter Abschnitt des Dickdarms hat Speicherfunktion. Diese beruht auf der Dehnbarkeit der Rektumwände [20, 127] und der daraus resultierenden Aufnahmekapazität. Diese Fähigkeit wird Compliance genannt und ist definiert als Quotient aus Volumenbelastung und Druckanstieg im Rektum [66]. Sie führt zu einer Art Anpassungsreaktion der Rektumwand und somit zu Verzögerung bzw. Aufschieben der Defäkation [23, 127]. Dazu sind Dehnungsrezeptoren in der Rektumwand [21, 22], aber auch in der Muskulatur vorhanden, wobei diese einerseits im gesamten M. levator ani [14], andererseits vor allem im M. puborectalis [127] vermutet werden.

Ein weiterer Faktor für die Kontinenz ist der als rektoanaler Inhibitionsreflex bekannte Mechanismus [23, 69, 98]. Bei Verschieben des Rektuminhalts kommt es durch Stuhl oder Gas zur Distension der Rektumwände und dadurch zu einer reflektorischen Relaxation des M. sphinkter ani internus, während gleichzeitig eine Kontraktion des M. sphinkter ani externus erfolgt [16, 98]. So gelangt der Rektuminhalt in den Bereich der Nervenendigungen und Rezeptoren, die eine Diskrimination zwischen Gas, flüssigem und festem Stuhl ermöglichen. Dieser Bereich liegt distal der Linea dentata des Analkanals und beginnt 1-1,5 cm proximal davon [23, 24, 41]. Als Reaktion darauf kann mit dem M. sphinkter ani externus das Austreten des Rektuminhalts verhindert oder ermöglicht werden [23, 31]. Die Gefäßgeflechte des Analkanals bilden einen Schwellkörper. Durch Kontraktion der Schließmuskeln werden die Gefäße abgeschnürt und schwellen somit zu einem gasdichten Verschluss an [62].

Die Stuhlkontinenz hängt somit von mehreren Faktoren ab [13, 41] und erfordert ein koordiniertes Arbeiten aller Anteile des analen Sphinkterapparates [22].

4.2 Begründung und klinische Wertung der gewählten Untersuchungsverfahren

Über die Prävention von Verletzungen sub partu wird kontrovers diskutiert [54, 99, 110, 120]. Die mediane Episiotomie, im Vergleich zur mediolateralen wegen ihrer besseren Heilung und der geringeren Schmerzhaftigkeit [109] bevorzugt, sollte einen Dammriß vermeiden. Jedoch bleibt das Durchreißen einer medianen Episiotomie zu einem Dammriß dritten oder sogar vierten Grades eine gefürchtete Komplikation [4, 90, 109]. In einer Studie von Crawford et al. [14] traten bei Durchführung einer medianen Episiotomie vor der Geburt in 17-25 % der Fälle ein Dammriß III. und IV. Grades auf, während sich bei den Frauen, die ohne Episiotomie entbunden hatten, nur in 4% der Fälle Dammrisse hohen Grades ergaben [14]. Um die Anzahl der Sphinkterrisse zu vermindern, wird mittlerweile eine niedrigere Episiotomierate bzw. das Umgehen einer medianen Episiotomie gefordert [14, 90].

Was die klinischen Konsequenzen einer Geburtsverletzung angeht, kam man in unserer interdisziplinären Forschungsgruppe zur Diagnostik geburtsbedingter Veränderungen am anorektalen Kontinenzorgan zu dem Schluß, daß Frauen nach einer Episiotomie dieselben Ausfälle haben wie Frauen mit Dammriß III° bis auf den rektoanalen Inhibitionsreflex, der nach einem Dammriß III° im Vergleich zur medianen Episiotomie in nur 69% (statt 97%) auslösbar war [131].

Erste vaginale Entbindung, vor allem mittels Forceps [10, 109], mediane Episiotomie, prolongierte Geburt, Dammrisse hohen Grades und Gewicht des Fetus über 4000g gelten als wesentliche Risikofaktoren für die anale Inkontinenz [4, 10]. Die hierbei entstehenden Sphinkterdefekte können in bis zu 45% zu analer Inkontinenzsymptomatik führen [1]. Besonders in den Vordergrund gerückt sind in diesem Zusammenhang die sogenannten okkulten Defekte [45, 90, 109], nachdem gezeigt werden konnte, daß sich geburtsbedingte neurologische Läsionen, in erster Linie die des N. pudendus, nach 3-6 Monaten zurückbilden [45, 101, 122]. Eine Bedeutung dieser okkulten Defekte für die Entwicklung einer später auftretenden analen Inkontinenz wird vermutet [83, 109].

Zur Erfassung und Quantifizierung der Inkontinenz stehen symptomerfassende, funktionsprüfende und darstellende Verfahren zur Verfügung. Von den vielen zur Verfügung stehenden funktionsprüfenden Verfahren wie Rektummanometrie, Distensionsmessung, Elektromyographie, Evakuationsproktographie, Compliancemessung, Flüssigkeitsbelastungs- und Nervenstimulationstests [29, 91, 110] wurde hier zur Erfassung der Schließmuskelfunktion die Rektummanometrie gewählt. Sie läßt einen Rückschluß auf die einzelnen Strukturen und die Funktion des Anorektums zu [13], wobei

sie reproduzierbare und speicherbare Daten liefert [113]. Im Einzelfall ist jedoch keine Unterscheidung zwischen Kontinenten und Inkontinenten allein mit der Rektummanometrie möglich [28, 29, 58, 60]. Deshalb wurde mit der MRT zusätzlich ein bildgebendes Verfahren zur Darstellung der anatomischen Gegebenheiten nach Dammrissen hohen Grades gewählt. Die bisherige Darstellung des Beckenbodens und des analen Sphinkterapparates erfolgte mit Hilfe der rektalen bzw. vaginalen Sonographie [33, 91, 110, 113, 115]. Seit Benutzung der Oberflächenspule zeigt die MRT jedoch im Vergleich zur Endosonographie eine bessere Bildqualität [63].

Ergebnisse früherer magnetresonanztomographischer Studien zeigen eine exzellente Übereinstimmung von MRT-Bildern und Operations-Ergebnissen [9, 63, 105], so wie von MRT und Sectio-Ergebnissen [12, 52], was zur Überlegung führte, insbesondere hiermit die gewünschten anatomischen Strukturen und deren Veränderungen am präzisesten darstellen zu können.

Als dritte Komponente neben dem bildgebenden und funktionsprüfenden Verfahren war zur Beurteilung der Inkontinenz auch die individuelle Symptomerfassung besonders wichtig. Diese erfolgte vor den Untersuchungen durch eine ausführliche Anamnese in Form eines standardisierten Interviews.

4.3 Magnetresonanztomographie

Die Magnetresonanztomographie ist für Patienten mit ferromagnetischen Implantaten wie z.B. Herzschrittmacher, Innenohrendoprothesen, aber auch anderen eisenhaltigen Fremdkörpern wie z.B. Granatsplintern kontraindiziert, da aufgrund des starken Magnetfeldes Unfälle induziert werden können. Sonstige metallische Implantate können Artefakte verursachen. Deshalb muß vor jeder kernspintomographischen Untersuchung genau aufgeklärt und darauf geachtet werden, daß vor Betreten des Untersuchungsraumes alle metallhaltigen Gegenstände des Patienten abgelegt sein müssen. Während der Untersuchung ist eine optische und akustische Überwachung des Patienten gewährleistet. Bei Personen mit extremer Platzangst ist ein grundsätzliches Ablehnen der MRT denkbar.

4.4 Rektummanometrie

Um den Kontinenzapparat in möglichst physiologischem Zustand zu untersuchen, werden vor der manometrischen Untersuchung keinerlei Vorbereitungen, wie zum Beispiel ein Einlauf, durchgeführt. Fehlerhafte Meßwerte sind vorstellbar bei mangelnder oder aber auch unterschiedlicher Mitarbeit der Patientinnen: unterschiedliche Mitarbeit einer Patientin bei den einzelnen Untersuchungen oder aber der Patientinnen untereinander. Um eine möglichst gleiche Mitarbeit zu erzielen, wurde versucht, einen so weit wie möglich standardisierten Untersuchungsablauf durchzuführen und die Untersuchungen immer von derselben Untersucherin vorzunehmen.

Es gibt eine Vielzahl unterschiedlicher Rektummanometriesysteme, aber keine standardisierte Methode der analen Manometrie. In dieser Studie kam die Perfusionsmanometrie zur Anwendung, da diese die genauesten Werte und die geringste systemische Fehlerbreite aufweist [67].

4.5 Interview

Fehlerhafte Angaben sind möglich durch den Befragten, sei es aufgrund falscher Selbsteinschätzung oder wegen der sozial unangenehmen Komponente des Themas. Um Fehler durch den Interviewer so gering wie möglich zu halten, wurde ein standardisiertes Interview verwendet. Daß die Zeitspanne zwischen Geburt und Befragung, die hier für die Erfassung von Langzeiteffekten notwendig war, zu ungenauen Angaben führt, ist nicht auszuschließen.

Des weiteren ist denkbar, daß die Selektion bestimmter Fragen, die für die klinische Fragestellung relevant waren, ein verzerrtes Bild ergibt, da die Fragen aus dem Gesamtzusammenhang herausgenommen wurden. Wenn durch die Fragen des Interviews nicht alle Aspekte des Themas abgedeckt wurden, ist es möglich, daß nicht alle Symptome erfaßt sind.

4.6 Eigene Ergebnisse

4.6.1 Ergebnisse der Magnetresonanztomographie

4.6.1.1 Darstellbarkeit der Strukturen

Die MRT macht eine gute und detaillierte Darstellung aller Strukturen des Beckenbodens und des Anorektums möglich [6, 52, 59, 102, 103]. Im Gegensatz zur Sonographie, die auf die axiale Ebene beschränkt ist [33, 51], zeigen MRT-Bilder eine erweiterte Region und können je nach Fragestellung beliebig orientiert und somit den verschiedenen Schnittebenen angepasst werden [17, 105, 129].

Bei Aronson et al. [6] war 1990 eine genaue Abgrenzung der einzelnen Strukturen des Sphinkterapparates untereinander und von der Umgebung noch nicht möglich, da eine Ganzkörperspule Verwendung fand. Eine noch detailliertere Abbildung konnte jedoch mit Hilfe einer Oberflächenspule erreicht werden, die endoanal [51, 103, 104] oder wie auch in unserer Arbeitsgruppe endovaginal [7, 32, 71, 105] plaziert, eine genaue Darstellung der individuellen Situation [32] ermöglicht. Die in unserem Falle endovaginale Lage der Spule verhindert zudem eine Veränderung der Morphologie des Sphinkterapparates, da keine Kompression durch eine Spule im Rektum erfolgt. Die Schließmuskeln konnten somit in ihrem physiologischen Zustand bewertet werden. Eine größere Detailtreue konnten wir vor allem unter dem Einsatz der Protonendichte-Wichtung erreichen. Die dadurch erreichte Steigerung des Signal-zu-Rausch-Verhältnisses ermöglichte ein besseres Erkennen der Feinstrukturen. So ließen sich die einzelnen Komponenten des MSAE gut unterscheiden [32, 102, 103].

Gut voneinander abgrenzen ließen sich auch die beiden Sphinkteren. Aufgrund unterschiedlicher Signalintensität der beiden Muskeln erschien der interne Sphinkter im Vergleich zum externen hyperintens und ermöglichte somit die genaue Ausmessung der Muskeldicken auf den axial angeordneten Bildern [6, 52, 102, 104] (s. Abb.5). Bei allen von uns untersuchten Frauen konnte somit unter Verwendung einer vaginalen Oberflächenspule und bei Einsatz der Protonendichte-Wichtung eine detaillierte Darstellung der Strukturen in hoher Abbildungsqualität erreicht werden.

4.6.1.2 Muskelstärke

Die gemessene Muskelstärke des M. sphinkter ani externus ist bei der Verwendung von endovaginaler bzw. endoanaler Oberflächenspule für die drei Ebenen annähernd gleich. Der M. sphinkter ani internus zeigt, gemessen mit der endoanal Spule, jedoch einen größeren Wert (siehe Tab.17). Die Erklärung hierfür könnte eine schlechtere Abgrenzung des MSAI von MSAE im endoanal Verfahren sein, sodaß die longitudinal layer zum MSAI dazugezählt wurde. Durch die Kompression des MSAI bei Benutzung der endoanal Spule würde man eigentlich eine geringere Muskeldicke erwarten.

Die Muskelstärke der beiden Sphinkteren unterscheiden sich jedoch von den publizierten sonographischen Werten [2, 88]. Während die Werte des MSAI in der MRT größer sind, zeigt der MSAE kleinere Werte gegenüber der Sonographie (Tab. 17). Die Erklärung hierfür liegt in einer detaillierteren Abbildung der Muskelschichten in der MRT, in einer deutlicheren Abgrenzung der Umgebungsstrukturen, vor allem des perirektalen Fettgewebes, und im Falle der MRT mit einer endovaginal liegenden Spule an der außerdem fehlenden Kompression des analen Sphinkterapparates. Die detailliertere Abbildung der Strukturen in der MRT ermöglicht außerdem die genaue Bestimmung der Stärke des MSAE, die anterior im Vergleich zu posterior deutlich geringer ist [30, 51].

Der Vergleich der Werte aus der endovaginalen MRT mit denen der endovaginalen Sonographie ist problematisch, da die Achsen des Analkanals und der Vagina erheblich differieren [33], was bei der MRT durch eine Angulierung der Bilder ausgeglichen werden kann. In der Sonographie besteht diese Möglichkeit zur Zeit jedoch nicht. Durch die genaue Bestimmung der Muskelabschnitte und somit auch der Meßpunkte in der MRT muß im Vergleich zur Sonographie eine erhebliche Variation der Meßpunkte für die Muskeldicke in den verschiedenen Abschnitten angenommen werden.

Einen signifikanten Unterschied in der jeweiligen Dicke der Muskel MSAI und MSAE in bezug auf Patientinnen und Probandinnen konnten wir mit der MRT unter Einsatz einer endovaginalen Oberflächenspule nicht feststellen (vgl. Tab. 3 und 4), entsprechend den Ergebnissen von Frudinger et al., die auf analen Endosonographiebildern auch keinen signifikanten Unterschied zwischen Patientinnen und Probandinnen fanden [34].

Tab.17a: Publierte Muskelstärken für Sonographie und MRT bei anal Kontinenten

	M. pubo-rectalis* (mm)	M. sphinkter ani externus (mm)	M. sphinkter ani internus (mm)	Methode
Eigene Ergebnisse (n = 7, w)	7,1 ± 1,7	I 4,4 ± 1,5 II 4,6 ± 0,7 III 5,7 ± 0,9	4,0 ± 0,8	MRT endovaginal
de Souza et al. (1996) (n = 10, w)	k. A.	I 4,0 ± 1,0 II 5,1 ± 1,2 III 6,7 ± 1,1	5,1 ± 1,4	MRT endoanal
Sailer et al. (1995) (n = 100, w,m)	6,31 ± 0,93	I 6,66 ± 1,2 II 6,89 ± 0,8 III 6,24 ± 1,0	2,45 ± 0,6	Sonographie endoanal

Legende siehe Tab. 17b

Tab.17b: Publierte Muskelstärken für Sonographie und MRT bei anal Inkontinenten

	M. pubo-rectalis* (mm)	M. sphinkter ani externus (mm)	M. sphinkter ani internus (mm)	Methode
Eigene Ergebnisse (n = 16, w)	6,4 ± 1,5	I 4,5 ± 1,1 II 4,4 ± 1,1 III 5,1 ± 1,0	3,8 ± 0,6	MRT endovaginal
Alexander et al. (1999) (n = 28, w)	k. A.	k. A.	3,1 ± 0,6	Sonographie endovaginal

n = Anzahl der untersuchten Patienten; w = weiblich, m = männlich;

* = plus Pars profunda des M. sphinkter ani externus; k.A.= keine Angabe,

I = Pars subcutanea, II = Pars superficialis, III = Pars profunda;

alle Werte sind Mittelwerte und deren Standardabweichung

de Souza `96 [105]; Alexander `96 [2]; Sailer `95 [88]

4.6.1.3 Muskelvolumen

Eine große Streubreite der Volumenwerte weist auf eine problematische Interpretation eines einzelnen individuellen Wertes hin. Ein Vergleich mit publizierten Werten ist nicht möglich, da nach unserem Wissen bisher keine kernspintomographischen Volumenbestimmungen beschrieben wurden. Da der MSAE den größten Anteil des Kneifdrucks und der MSAI zum größten Teil den Ruhedruck gewährleistet (s. 4.1), wurde das Volumen des jeweiligen Muskels mit dem zugehörigen Druckwert in Korrelation gesetzt. Es konnte jedoch keine positive Korrelation festgestellt werden, wie dies bei Sultan et al. der Fall war [110].

Schäfer et al. fanden nur für MSAE und Kneifdruck, nicht aber für MSAI und Ruhedruck eine positive Korrelation [92]. Der von Fenner et al. beschriebene Vergleich zwischen Muskeldicke bzw. Muskellänge und den manometrischen Druckwerten zeigte ebenfalls keine signifikante Korrelation [30]. Beim Vergleich mit den Angaben aus der Literatur muß jedoch beachtet werden, daß es sich bei Sultan et al. [110] und Schäfer et al. [92] um das Verfahren der analen Endosonographie mit deutlich höheren Fallzahlen handelt (n = 202 bzw. 152). In der eigenen Studie und bei Fenner et al. [30], wurde mit der MRT untersucht, die Anzahl der Patientinnen lag bei 16 bzw. 10.

Betrachtet man die beiden Sphinkteren zueinander, zeigt sich für Probandinnen und Patientinnen erwartungsgemäß eine deutlich ausgeprägtere willkürliche Muskulatur des MSAE im Vergleich zum unwillkürlichen MSAI, wobei der Unterschied bei den Patientinnen hochsignifikant ist. Vergleicht man das jeweilige Volumen der beiden Schließmuskeln zwischen Patientinnen und Probandinnen ergibt sich für den MSAI und das obere Kompartiment des MSAE

$52,1 \pm 25,9$ Wochen (Mittelwert und Standardabweichung) nach Entbindung kein signifikanter Unterschied. Das untere Kompartiment der Patientinnen ist jedoch außerordentlich stärker ausgeprägt, der Unterschied ist hochsignifikant ($p < 0,001$). Die Erklärung für den so deutlich ausgeprägten unteren Anteil des externen Sphinkters könnte ein postpartal permanent überdehntes Muskelgewebe sein. Die Ausbildung einer stärkeren willkürlichen Muskulatur im Sinne eines Ausgleichs bei postpartal aufgetretenem Defizit der Schließmuskeln erscheint bei niedrigeren Druckwerten der Patientinnen eher unwahrscheinlich.

4.6.1.4 Länge des Analkanals

Die maximale Länge des Analkanals war in der Gruppe der Patientinnen mit Dammriß II-IV° für die beiden Verfahren MRT und RMM praktisch gleich. Ho et al. hatten eine signifikant kürzere Länge des Analkanals bei Inkontinenten im Vergleich zur Kontrollgruppe ermittelt [49]. Auch die eigene Gruppe der Patientinnen zeigt sowohl in der MRT, als auch in der RMM einen kürzeren Anakanal als die Kontrollgruppe der Nulliparae gemessen mit der RMM, der Unterschied ist aber nicht signifikant. Im Verfahren der MRT unterscheidet sich die Gruppe mit Dammriß II-IV° praktisch nicht von der Kontrollgruppe. Erklärung hierfür könnte der späte Untersuchungszeitpunkt der Patientinnen nach Entbindung sein oder aber die gute operative Versorgung der Dammrissen durch die versierten Operateure mit jährlich ca. 150-200 zu versorgenden Dammrissen III.-IV.°.

Da es sich bei der Kontrollgruppe der MRT und der RMM um zwei verschiedene Probanden-Kollektive handelt, ist der Vergleich der beiden problematisch. Vergleicht man die beiden Gruppen dennoch, ergibt sich ein kürzerer Anakanal in der MRT, die die anatomische Länge wiedergibt, im Gegensatz zur RMM, die die funktionelle Länge zum Ausdruck bringt.

Tab. 18: Länge des Analkanals im Vergleich der Methoden RMM und MRT bei Patientinnen und Probandinnen

	RMM	MRT
Patientinnen	4,9 ± 1,1 cm	4,9 ± 0,5 cm
Probandinnen	▸ 5,6 ± 1,3 cm	4,8 ± 0,5 cm

dargestellt sind Mittelwert ± Standardabweichung; * = eigene Studie;

▸ Werte aus derselben Arbeitsgruppe, freundlicherweise überlassen [131]

Die Feststellung von Sultan et al. [108], die Analkanallänge sei bei Frauen mit MSAI-Defekt nach instrumenteller Entbindung im Vergleich zu Nulliparae signifikant kürzer, konnte in dieser Studie für die MRT-Messungen nicht bestätigt werden, da hier die Analkanallängen der Patientinnen mit Sphinkterrissen und die der Nulliparae praktisch gleich waren (s. Tab.18). Der Zeitpunkt der Längenbestimmung betrug bei Sultan et al. [108] im Schnitt jedoch 160 Tage nach Entbindung, in dieser Studie die doppelte Zeit. Im Vergleich der manometrischen Daten ist ein kürzerer Anakanal der Patientinnen zu beobachten, der Unterschied ist jedoch nicht signifikant.

4.6.1.5 Darstellbarkeit von Defekten

Die hohe Bildqualität unter Verwendung einer Oberflächenspule ermöglicht eine gute Darstellbarkeit von Defekten aller Strukturen des analen Sphinkterapparates [59, 103]. Durch die zusätzliche beliebige Orientierung der Bilder kann unter Einbeziehung der koronaren Schnittführung das ganze Ausmaß einer Läsion erfaßt werden (s. Abb. 6). Die vaginale Entbindung trägt ein substantielles Risiko für die Entwicklung einer Sphinkterläsion und eine signifikante Anzahl dieser Defekte bleibt zum Zeitpunkt der Geburt unerkannt [130]. Nach Sultan et al. haben 33% der Patientinnen ohne offensichtliche Sphinkterverletzung sonographisch nachweisbare Defekte, bei Dammschnitt III.° sind es sogar 85% [111]. Bei den Frauen dieser Studie mit DR II.-IV.° waren auf allen MRT-Bildern anatomische Veränderungen unterschiedlichen Ausmaßes zu sehen. Eine qualitative Unterscheidung erfolgte in Hypotrophie bei offensichtlicher und vor allem einseitiger Ausdünnung eines Muskels, in Defekte und Verziehungen bei veränderter Integrität der Muskelstruktur und in Narben bei knotigen Veränderungen. Ein Vergleich mit der Literatur ist hier nicht möglich, da Veränderungen der Sphinktermuskulatur immer als Defekte zusammengefaßt werden. Lediglich de Souza et al. berichten von Hypotrophie des MSAE bei einer Gruppe von 16 Frauen viele Jahre nach Entbindung: Bei allen konnte eine Hypotrophie aller drei Ebenen des MSAE mit der MRT festgestellt werden [105]. In der Kontrollgruppe war keine Veränderung des Sphinkterapparates in Struktur und Integrität festzustellen. Die in einem Fall als Hypotrophie eingestufte Struktur des MSAE war deutlich geringeren Ausmaßes als bei den Patientinnen.

In einer Studie von Sultan et al. zeigten 81% der mit Forceps entbundenen Frauen occulte Defekte eines oder beider Schließmuskeln, im Vergleich zu 24% bei Vacuumextraktionen [108]. Bezüglich der Defekte durch instrumentelle Entbindung in dieser Studie kann hier aufgrund der geringen Anzahl nur bedingt eine Aussage gemacht werden. Eine Affektion beider Sphinktermuskeln konnte in zwei von vier Fällen mit Forceps (50%), in drei von fünf Fällen mit Vacuumextraktor (40%) und in zwei von sieben Fällen bei Spontangeburt (28%) festgestellt werden. Bei Sultan et al. waren beide Sphinkteren zu 42% bei Forcepsentbindung, 24% bei Vacuumextraktor und 11% bei Spontangeburt betroffen [108]. Bei isolierter Affektion eines Muskels war vor allem der MSAE betroffen (dreimal bei spontaner Geburt, zweimal bei Vakuumextraktion und einmal bei Forceps) wobei der MSAI alleine einmal bei Spontan- und einmal bei Forcepsentbindung vorkam (vgl.Tab.16). Dies bedeutet, Spontangeburt führt seltener als instrumentelle Entbindung zur gleichzeitigen Affektion beider Muskeln und zur Affektion des MSAI überhaupt. Alleinige MSAE-Defekte kamen dreimal so häufig vor wie isolierte MSAI-Defekte. Abramowitz et al. fanden sogar achtmal häufiger isolierte MSAE- (14%) als MSAI-Defekte (1,7%) [1].

Die Entstehung von MSAE-Defekten wird vor allem mit Sphinkterrissen und medianer Episiotomie assoziiert [90], während Defekte des MSAI auch bei intaktem Perineum auftreten können [14, 90]. Die in dieser Studie miteinbezogene Patientin, deren Geburtsverletzung mit DR II° beziffert worden war, zeigte so auch unerwarteterweise einen Defekt an beiden Schließmuskeln. Bis auf eine Patientin hatten alle eine mediane Episiotomie erhalten. Die Läsionen der Sphinktermuskeln waren in der Regel anterior zwischen 10° und 14° Uhr zu sehen, wo auch die größte Dehnung unter der Geburt stattfindet [34].

Der Vergleich von Ergebnissen der MRT mit der digitalen Untersuchung führte zu unterschiedlichen Ergebnissen. Während in einer Studie der MRT abgesprochen wird, zusätzliche Information über die Palpation des Beckenbodens hinaus liefern zu können [17], bescheinigt ihr eine andere eine höhere Sicherheit beim Aufdecken von Defekten des analen Kontinenzorgans [40].

Vergleich mit der Sonographie

Die Sonographie galt in der Beurteilung von Muskeldefekten in ihrer Aussage als unübertroffen [18, 74, 88]. Sie ermöglicht ein schnelles Durchführen der Untersuchung, wobei für das Erkennen und Interpretieren von Sphinkterdefekten auf sonographischen Bildern viel Erfahrung nötig ist. Nach Hussain et al. ist die Sonographie an die axiale Schnittführung gebunden und vom Untersucher abhängig [52]. Daß die Reproduzierbarkeit sonographischer Daten somit problematisch ist, zeigt eine Studie von Enck et al., in der ein Untersucher mit zwei verschiedenen Sonographiegeräten als auch verschiedene Untersucher am selben Gerät keine vergleichbaren Daten für die beiden Sphinktermuskeln erzielen konnten [27]. In einer neuen MRT-Studie jedoch gelang es zwei Radiologen, unabhängig voneinander postoperativ ermittelte Angaben für die Resektion von Rektumkarzinomen korrekt vorauszusagen [9].

Der Vergleich der beiden sonographischen Verfahren, endoanal und -vaginal, zeigte zunächst den Vorteil der vaginalen Sonographie, keine Kompression der zu untersuchenden Strukturen des Analkanals zu verursachen. Eine Unterscheidung des proximalen Anteils des MSAE vom M. puborectalis stellte sich jedoch als schwierig heraus [114]. Nach Frudinger et al. zeigt die vaginale Sonographie umgekehrt nur den proximalen, aber nicht den distalen Abschnitt gut und ist an die von der analen divergierende vaginale Achse gebunden. Sie konnten mit der endovaginalen Sonographie

nur 44% der endoanal sichtbaren MSAI-Defekte und 48% der endoanal sichtbaren MSAE-Defekte darstellen [33]. Alexander et al. konnten außerdem nicht befriedigend zwischen den Anteilen des MSAE unterscheiden [102].

In der eigenen Forschungsgruppe konnten mit dem Verfahren der Sonographie MSAI- und MSAE-Defekte sowohl von endoanal als auch von endovaginal identifiziert werden, wobei von endoanal MSAE-Veränderungen und von endovaginal MSAI-Veränderungen subjektiv deutlicher zu sehen waren. Die kaudalen Abschnitte des Analkanals liessen sich im Vergleich zur endoanalen Sonographie nicht darstellen [32].

Die anale Sonographie war der MRT, die mit einer Ganzkörperspule arbeitete, überlegen [91]. Mit Einführung der endoanal und nun auch der endovaginalen Oberflächenspule ist eine derartige Steigerung der Bildqualität zu erreichen, daß exzellente und reproduzierbare Ergebnisse nicht nur der anatomischen Strukturen und deren Differenzierung [51, 52, 59,102], sondern auch der pathologischen Veränderungen genau dargestellt werden können [9, 40, 103, 104]. De Souza et al. zeigten dies auch für Kinder, die die MRT-Untersuchung gut tolerierten [102]. Die MRT mit einer endorektalen Oberflächenspule ist der analen Endosonographie, was die Darstellung von pathologischen Veränderungen des Anorektums angeht, überlegen [63].

4.6.2 Ergebnisse der Rektummanometrie

4.6.2.1 Aktiver Kneifdruck

Der maximale aktive Kneifdruck betrug in der Gruppe der Patientinnen mit Dammriß II-IV° im Durchschnitt 63 ± 31 mm Hg (Mittelwert und Standardabweichung). Im Vergleich mit Werten aus der interdisziplinären Forschungsgruppe zur Diagnostik geburtsbedingter Veränderungen am anorektalen Kontinenzorgan der Universität Tübingen [95, 131] bei Frauen mit unterschiedlichem Grad der Geburtsverletzung, die mit demselben manometrischen Verfahren gemessen wurden, ergab sich folgender Zusammenhang: Im Vergleich mit der Gruppe der Frauen mit Dammriß I° (n = 33), wo der Durchschnittswert des aktiven Kneifdrucks bei 116 ± 41 mmHg (Mittelwert und Standardabweichung) lag, besteht ein signifikant niedrigerer Kneifdruck. Im Vergleich mit der Gruppe der Frauen mit DR III° (n = 33), wo der Kneifdruck im Mittel 88 ± 13 mmHg (Mittelwert und Standardabweichung) betrug, besteht bei geringer Überschneidung der Konfidenzintervalle kein signifikant niedrigerer Kneifdruck der eigenen Gruppe (n = 16). Daß auch ein Jahr nach Entbindung ein so niedriger Kneifdruck der eigenen Patientengruppe vorliegt, könnte

an den zusätzlich miteinbezogenen Dammrissen höchsten Grades (DR IV°) liegen. Die muskuläre Funktion des Kontinenzorgans ist auch nach so langer Zeit stark eingeschränkt. Dies steht im Widerspruch zu Haadem et al., die eine deutliche Erholung der muskulären Funktion in einem ähnlichen Kollektiv bereits drei Monate nach Entbindung festgestellt hatten [45]. Alle drei Gruppen der Patientinnen zeigen jedoch deutlich niedrigere Werte als die Probandinnen. Im Falle der Patientinnen mit DR II-IV° ist der Unterschied auch signifikant.

Tab. 19: Vergleich des maximalen Kneifdrucks von Patientinnen und Probandinnen bei unterschiedlichem Grad der Geburtsverletzung

Geburtsverletzung	maximaler Patientinnen	Kneifdruck Probandinnen	Signifikanz
Dammriß 1. Grades ▶	116 ± 41 mm Hg	150 ± 59 mm Hg	p > 0,05
Dammriß 3. Grades ▶	88 ± 13 mm Hg	150 ± 59 mm Hg	p = 0,05
Dammriß 2.-4. Grades	* 63 ± 15 mm Hg	▶ 150 ± 59 mm Hg	p < 0,05

dargestellt sind Mittelwert und 95%iges Konfidenzintervall; * = eigene Ergebnisse

▶ Werte aus derselben Arbeitsgruppe, freundlicherweise überlassen [95, 131]

Werte aus verschiedenen manometrischen Verfahren sind nicht direkt miteinander vergleichbar [29, 79]. Ein möglicher qualitativer Vergleich jedoch mit Werten aus anderen Arbeitsgruppen zeigt ebenfalls einen signifikant erniedrigten Kneifdruck bei Frauen mit analer Inkontinenzsymptomatik, Sphinkterdefekt oder nach Entbindung im Vergleich zu Kontinenten ohne Sphinkterdefekt und vor Entbindung [45, 82, 101, 108, 110]. Read et al. stellten bereits 1979 mit dem Verfahren der Mikroballon-Manometrie einen Unterschied im Kneifdruck von 155 mm Hg bei anal kontinenten zu 99 mm Hg bei anal inkontinenten Patienten fest [82]. Sultan et al. fanden 1993 bei Primiparae vor der Geburt einen Kneifdruck von 88 ± 41 mm Hg und nach der Geburt von 64 ± 36 mm Hg (Mittelwert ± Standardabweichung) [110].

4.6.2.2 Rektoanaler Ruhedruck

Frühere Studien zur Rektummanometrie fanden bei Inkontinenten im Vergleich zu Kontinenten im Durchschnitt eine Verminderung sowohl des Ruhedrucks als auch des aktiven Kneifdrucks [101, 127]. Auch Sultan et al. stellten bei Frauen mit Sphinkterdefekt oder analer Inkontinenzsymptomatik im Vergleich zu Nulliparae einen geringeren Ruhedruck fest [110].

Der rektoanale Ruhedruck im eigenen Kollektiv der Patientinnen mit Dammriß II.-IV. Grades (n = 16) betrug 87 ± 38 mm Hg (Mittelwert und Standardabweichung). Im Vergleich mit Werten aus der interdisziplinären Forschungsgruppe zur Diagnostik geburtsbedingter Veränderungen am anorektalen Kontinenzorgan der Universität Tübingen [95, 131] bei Frauen mit unterschiedlichem Grad der Geburtsverletzung, die mit demselben manometrischen Verfahren gemessen wurden, ergibt sich Folgendes: Im Vergleich mit der Gruppe der Frauen mit Dammriß I° (n = 33), wo der Durchschnittswert des rektoanalen Ruhedrucks bei 82 ± 7 mm Hg (Mittelwert und Standardabweichung) lag und im Vergleich mit der Gruppe der Frauen mit Dammriß III° (n = 33), wo der rektoanale Ruhedruck 73 ± 11 mm Hg (Mittelwert und Standardabweichung) betrug, besteht zwar ein höherer Ruhedruck in dem selbst untersuchten Kollektiv, aber kein signifikanter Unterschied. Dies könnte daran liegen, daß das eigene Kollektiv deutlich später als die beiden anderen untersucht wurde ($49,1 \pm 24$ Wochen im Gegensatz zu 21 Wochen) und somit die Regenerationszeit auch länger war. Haadem et al. konnten diesbezüglich eine deutliche Erholung der muskulären Funktionen des Sphinkterapparates bei Frauen mit Dammriß III° bereits drei Monate nach Entbindung nachweisen [45].

Beide Kollektive mit Dammriß I° und III° zeigen einen signifikant niedrigeren Ruhedruck der Patientinnen im Vergleich zu den Nulliparae [95, 131]. Das eigene Kollektiv zeigt zwar einen deutlichen, aber nicht signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe, wobei die geringere Anzahl von 16 Patientinnen und auch der unterschiedliche Zeitpunkt der postpartalen Messung beachtet werden muß (s.Tab.20).

Der maximale Kneifdruck der Patientinnen in dieser Studie ist im Durchschnitt so stark erniedrigt, daß er sogar unter dem durchschnittlichen maximalen Ruhedruck liegt. Dies ist bisher in keiner Studie beschrieben worden. Der im Vergleich zum Kneifdruck höhere Ruhedruck ist entweder Ausdruck sehr starker Einschränkung des Kneifdrucks durch Einbeziehung der Dammrisse IV° oder einer früheren Regeneration des MSAI bei in den meisten Fällen häufiger betroffenem MSAE [1]. Die Tatsache, daß der maximale

Ruhedruck der Patientinnen mit DR II-IV° höher ist als der Ruhedruck der Patientinnen mit DR I° oder III°, würde für eine Regeneration des MSAI etwa ein Jahr nach Entbindung sprechen. Es ist hier jedoch zu beachten, daß es sich um unterschiedliche Größen der untersuchten Gruppen handelt. In der Kontrollgruppe war erwartungsgemäß der Kneifdruck deutlich höher als der Ruhedruck [92, 110, 127].

Tab. 20: Vergleich des rektoanalen Ruhedrucks von Patientinnen und Probandinnen bei unterschiedlichem Grad der Geburtsverletzung

Geburtsverletzung	rektoanaler Patientinnen	Ruhedruck Probandinnen	Signifikanz
Dammriß 1. Grades ▶	82 ± 7 mm Hg	117 ± 27mm Hg	p < 0,05
Dammriß 3. Grades ▶	73 ± 11 mm Hg	117 ± 27 mm Hg	p < 0,05
Dammriß 2.-4. Grades	* 87 ± 18 mm Hg	▶ 117 ± 27 mm Hg	p > 0,1

dargestellt sind Mittelwert und 95%iges Konfidenzintervall; * = eigene Ergebnisse

▶ Werte aus derselben Arbeitsgruppe, freundlicherweise überlassen [95, 131]

4.6.3 Ergebnisse des Interviews

4.6.3.1 Inkontinenzsymptomatik

Nach Sultan et al. gibt es einen starken Zusammenhang zwischen Sphinkterdefekten und der Entwicklung von Inkontinenzsymptomatik [110]. Abramowitz et al. machen Sphinkterdefekte nach vaginaler Entbindung für 45% der analen Inkontinenz verantwortlich [1]. In unserer Gruppe von Primiparae mit Dammriß II-IV° wurde gefragt nach der Fähigkeit, Gase und Stuhl zurückzuhalten, zu unterscheiden oder bei Drang aufzuschieben (s.2.2.3). Bezüglich der Inkontinenz für Gase gab lediglich eine Patientin an, schon vor der Schwangerschaft inkontinent gewesen zu sein. Für die Zeit nach Entbindung gaben 31% (5/16 Patientinnen) eine alleinige Inkontinenz für Gase an. Haadem et al. stellten bei Frauen unterschiedlicher Parität und Sphinkterriß vier Tage postpartum sogar einen prozentualen Anteil von 42% allein für Gase fest [45]. Bei Primiparae mit DR III° fanden Crawford et al. 9-12 Monate post partum einen Anteil von 17% für Gasinkontinenz [14], Sultan et al. von 41% für Flatus- und Stuhlinkontinenz [111].

Für flüssigen und festen Stuhl geben Crawford et al. [14] jeweils 3% an, Haadem et al. [45] für festen Stuhl 5%. Wir fanden jedoch bei weiteren 37,5% (6/16) postpartal eine Inkontinenz für Gase und flüssigen Stuhl und bei 12,5 % (2/16) für Gase, flüssigen und festen Stuhl. Nur drei Patientinnen (19%) gaben für die Zeit nach Entbindung keine Gasinkontinenz an. Insgesamt bedeutet dies eine besonders hohe Rate an Stuhl- und vor allem Windinkontinenz bei Frauen mit starker Beeinträchtigung des Sphinkterapparates für die Zeit nach Entbindung, wobei hier teilweise und vollständige Inkontinenzsymptomatik zusammengefaßt wurden. Zusätzlich lag bei zehn Patientinnen (62,5%) ein gelegentliches und bei einer Patientin (6%) ein ständiges Stuhlschmierens vor.

Das Unvermögen, den Stuhldrang länger als fünf Minuten aufzuschieben, nennt man "fecal urgency" [110]. Nach Gee und Durdey [37] bezeichnet dies einen "Marker für schwere Dysfunktion des analen Sphinkterapparates". In unserer Studie war bei 50 % (8/16) nach Entbindung eine Verschlechterung im Vergleich zur Zeit vor der Schwangerschaft zu beobachten, 25% (4/16) davon konnten den Stuhldrang überhaupt nicht aufschieben. Vor der Schwangerschaft hatte keine Schwierigkeit bestanden, den Stuhlgang länger als zehn Minuten aufzuschieben. Bei McArthur et al. [64] und Sultan et al. [111] betrug die Inzidenz der fecal urgency bei Frauen mit Inkontinenzbeschwerden 50 % bzw. 61,5 %.

Für die Funktion des Kontinenzorgans ist die Fähigkeit, zwischen den verschiedenen Stuhlbeschaffenheiten zu unterscheiden, besonders wichtig. Inkontinenten Patienten gelingt die Unterscheidung oft nicht [117]. Drei Patientinnen unserer Studie (19%) konnten postpartal nicht zwischen Gasen, flüssigem oder festem Stuhl unterscheiden, was vor der Entbindung nicht der Fall gewesen war.

4.6.3.2 Vergleich zwischen MRT und Interview

Klinische Symptomatik und Befunde in der MRT zeigten nicht immer Übereinstimmung: Trotz eindeutiger Defekte fehlten Beschwerden und umgekehrt, bei typischer Symptomatik fehlte eine adäquat erscheinende Veränderung der anatomischen Strukturen. Auch in sonographischen Studien waren wie hier in der MRT bei symptomfreien Patienten Defekte zu sehen [110, 111]. Zwei Dinge sind hierbei zu beachten. Zum einen das Phänomen der okkulten Defekte, wie sie zunächst von Sultan et al. beschrieben worden waren [109] und in neueren Studien wieder thematisiert werden [55, 83]. In 22% waren bei asymptomatischen Patientinnen okkulte Defekte entdeckt worden [55], in unserer Studie waren es 12,5 % (vgl. 3.4). Dies bedeutet auch, daß Defekte der Schließmuskeln nicht automatisch auch zu funktionellen Defiziten [110] führen, wie das früher vermutet

wurde [15, 127]. Zum anderen ist der späte Zeitpunkt der MRT-Untersuchung ($52,1 \pm 25,9$ Wochen, Mittelwert und Standardabweichung) zu berücksichtigen, zu dem Defekte verheilt und Symptome vermindert sein können. Letztendlich muß auch beachtet werden, daß Inkontinenz multifaktoriell und nicht allein durch bildliche Darstellung oder anamnestische Symptomerfassung bestimmbar ist.

4.7 Klinische Bedeutung und Ausblick

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, daß die MRT sowohl für die quantitative Bestimmung als auch für die qualitative Darstellung anatomischer Strukturen und deren Veränderungen sehr gut geeignet ist. In einer Studie war es Pfeifer et al. möglich, mit Hilfe der MRT eine Klassifikation der Beckenbodeninsuffizienz zu entwickeln [80]. Typische Befundkonstellationen erlaubten eine Unterteilung in vier Schweregrade, was eine rationale Wahl des adäquaten therapeutischen Vorgehens gestattet.

Des Weiteren konnte gezeigt werden, daß auch nach einer langen Zeit von durchschnittlich einem Jahr ($52,1 \pm 25,9$ Wochen, Mittelwert und S.D.) anatomische Veränderungen des Sphinkterapparates zu sehen sind. Diese Defekte sind auch nach dieser Zeit teilweise mit noch vorhandener Symptomatik, teilweise symptomlos existent. Dies unterstreicht die Wichtigkeit des Aufdeckens okkulten Defekte, vor allem bei noch unbekanntem Ausmaß der durch okkulte Defekte später auftretenden analen Funktionseinschränkung [55, 83, 108, 109]. Bei der Frage nach zuverlässiger Aufdeckung anatomischer und nicht offensichtlicher Veränderungen, auch hinsichtlich deren Einschätzung und Versorgung, hat diese Studie gezeigt, daß die MRT zuverlässige Antworten geben kann [9, 40, 103, 104].

In einer Studie mit 465 Frauen mit Harninkontinenz wurde auch nach analer Inkontinenz gefragt [56]. Bei direkter Befragung gaben 15% eine anale Inkontinenzsymptomatik an, bei schriftlicher 26%. Die "soziale Stigmatisierung" [109] dieses Themas läßt eine große Anzahl Betroffener im Dunkeln. Hauptgrund für die Entwicklung einer Stuhlinkontinenz ist die vaginale Entbindung [54, 84, 90, 109, 125]. Ihre Rolle bei der Entstehung von Sphinkterverletzungen wird mittlerweile intensiv und kontrovers diskutiert. Sultan et al. hatten die Inzidenz der Sphinkterverletzungen unter vaginaler Entbindung mit 35% angegeben [110], Varma et al. hingegen bezeichnete die Rolle der vaginalen Entbindung als Grund für Sphinkterdefekte als überbewertet [123], sie konnten nur 8,7% feststellen.

Nach Zetterstrom et al. treten bei 20% der vaginalen Entbindungen anale Sphinkterdefekte auf [130], die nach Abramowitz et al. zu 45% für anale Inkontinenz verantwortlich sind [1]. Frauen, die mit Kaiserschnitt entbunden hatten, zeigten keine Sphinkterdefekte [109]. Die Wichtigkeit der Prävention von Verletzungen unter der Geburt, aber auch deren adäquate Versorgung ist offensichtlich.

In der ersten postpartalen Untersuchung muß deshalb gezielt nach analer Inkontinenzsymptomatik gefragt werden, damit der Muskel frühzeitig wieder hergestellt bzw. damit bei der nächsten Geburt vorsorglich an eine Sectio caesarea gedacht werden kann [35]. Bei symptomatischen Patientinnen [35] oder nach Forzeps-Entbindung [124] sollte die Untersuchung und Darstellung des Sphinkterapparates routinemäßig erfolgen. Vor dem Hintergrund einer Verschlimmerung einer bereits vorhandenen Inkontinenzsymptomatik bzw. eines Rezidivs durch wiederholte vaginale Entbindungen [14, 86] wird bei bereits vorliegender oder durchlaufener postpartaler Inkontinenzsymptomatik bei zukünftiger Entbindung gefordert, primär eine präventive Sectio caesarea anzubieten [109, 116, 119]. Bei einem Geburtsgewicht über 4000g oder bei familiärer Belastung bezüglich Analprolaps oder analer Inkontinenz sollte ein Kaiserschnitt sogar empfohlen werden [10].

Im Klimakterium bzw. im Alter ist mit einer Zunahme der Inkontinenzsymptomatik zu rechnen [90, 110, 124, 127]. Außer den Sphinkterverletzungen unter der Geburt muß für den hohen Anteil der Frauen an der Bevölkerung mit analer Inkontinenz auch der Einfluß des Alterungsprozesses [14, 87, 128] und der hormonellen Umstellung in der Menopause [87], die Muskelfibrosierung und Abfall des Ruhedrucks mit sich bringen [54], berücksichtigt werden. Die postpartale temporäre, aber auch die nicht abschätzbare später auftretende anale Inkontinenz, muß Anlaß geben für postpartale Routinekontrollen des Sphinkterapparates nach instrumenteller Entbindung und bei ersten Anzeichen einer Veränderung der analen Kontinenz. Die Verbesserung der Vorbeugung von Geburtsverletzungen und die Optimierung der operativen Versorgung bzw. spätere Wiederherstellung machen eine exakte Darstellung und Einschätzung der anatomischen Situation notwendig.

Da eine Untersuchungsmethode allein keine objektive Darstellung der Stuhlinkontinenz ermöglicht [13, 29, 58], wäre bei analer Inkontinenz-Symptomatik eine Kombination aus Symptomerfassung, Funktionsmessung und bildlicher Darstellung sinnvoll und wünschenswert. So muß auch die MRT im Zusammenhang mit Funktion und Symptomatik gesehen werden und kann nur in einzelnen Fällen alleine die individuelle Diagnose einer Inkontinenz stellen. Die hohe Abbildungsqualität und die exzellente Übereinstimmung mit

Operations- und Sectioergebnissen macht sie jedoch zum der Endosonographie überlegenen Bildgebungsverfahren [7, 9, 32, 103].

Magnetresonanztomographische Bilder können eine gezielte und individuelle Aussage im Rahmen therapeutischer und prophylaktischer Überlegungen machen: für die operative Korrektur schwerer Muskeldefekte oder als Entscheidungshilfe für zukünftiges Vorgehen bei Patientinnen mit persistierender Inkontinenzsymptomatik. Für eine Objektivierung dieser Aussage wären Vergleiche der postpartalen mit der zu späterem Zeitpunkt vorherrschenden anatomischen Situation sinnvoll.

5. Zusammenfassung

Bei 16 Frauen, die unter der Geburt ihres ersten Kindes in der Universitäts-Frauenklinik Tübingen einen Dammriß II.-IV° erlitten hatten, wurde durchschnittlich ein Jahr nach Entbindung eine Magnetresonanztomographie (MRT) des Beckenbodens durchgeführt, um die Auswirkungen von Geburtsverletzungen auf das anale Kontinenzorgan zu erfassen. Zur Feststellung der anatomischen Strukturen in ihrem physiologischen Zustand erfolgte eine MRT auch bei sieben Nulliparae. Um neben den anatomischen Auswirkungen auch die funktionellen und anamnestisch erfaßbaren Defizite festzuhalten, erfolgte zusätzlich ein standardisiertes Interview und eine Rektumanometrie (RMM) bei allen Patientinnen.

Durch die Benutzung einer endovaginalen Oberflächenspule konnte der anale Sphinkterapparat exakt und ohne artifizielle Veränderungen seiner Morphologie dargestellt werden. Neben der genauen Darstellung der anatomischen Strukturen konnte jetzt auch leicht eine Hypo- oder Hypertrophie der Muskel erkannt und durch Messung der Muskelstärke und des Muskelvolumens quantifiziert werden.

Unter qualitativem Aspekt waren postpartal bei allen Patientinnen Veränderungen des Sphinkterapparates zu sehen in Form von Hypotrophie, Narbengewebe, Verziehungen oder Defekten, allein oder in Kombination miteinander. Nur die Veränderungen einer Patientin sind möglicherweise auf die postpartale operative Versorgung zurückzuführen. Diese Veränderungen betrafen in 2/16 Fällen (12 %) nur den M. sphinkter ani internus (MSAI), in sieben Fällen (44 %) nur den M. sphinkter ani externus (MSAE) und in weiteren sieben (44 %) beide Sphinkteranteile. In Abhängigkeit von der Entbindungsart waren beide Sphinkteren bei Spontangeburt in 2/7 Fällen (29 %) betroffen, bei Vakuumentextraktion in 3/5 Fällen (40 %) und bei Forcepsentbindung in 2/4 Fällen (50 %). Instrumentelle Entbindung führte somit deutlich häufiger zur Affektion beider Schließmuskeln, wobei der MSAE fast immer betroffen war.

Unter quantitativem Aspekt gab es durchschnittlich ein Jahr nach Entbindung bezüglich der Muskelstärke des M. puborectalis, des MSAE in Höhe seiner drei Anteile und des MSAI der Patientinnen im Vergleich mit der Kontrollgruppe keinen signifikanten Unterschied. Im Vergleich der Volumina zwischen Patientinnen und Kontrollgruppe ergab sich weder für das obere Kompartiment des MSAE noch für den MSAI ein signifikanter Unterschied. Im Falle des unteren Kompartiments des MSAE war ein signifikant höheres Volumen der Patientinnen zu verzeichnen. Ebenfalls signifikant erhöht war das Volumen des MSAE im Vergleich zum MSAI zugunsten der Patientinnen. Das grundsätzlich signifikant größere Volumen des willkürlich einsetzbaren Muskels war bei den Patientinnen sogar doppelt so groß wie das Volumen des nicht willkürlich beeinflussbaren MSAI. Die Korrelation des Muskelvolumens mit dem entsprechenden manometrischen

Druck, das heist MSAE und Kneifdruck und MSAI und Ruhedruck, zeigte im Schnitt ein Jahr nach Entbindung keine signifikante Korrelation.

Die Länge des Analkanals der Patientinnen unterschied sich ca. ein Jahr nach Entbindung bei der Messung mittels MRT nicht von der Länge der Kontrollgruppe. Im Vergleich der Methoden RMM und MRT ergab sich für die Analkanallänge der Patientinnen kein signifikanter Unterschied.

In der funktionellen Prüfung des Sphinkterapparates konnte mit dem Verfahren der RMM ein deutlich erniedrigter Ruhe- und Kneifdruck der Patientinnen im Vergleich zur Kontrollgruppe festgestellt werden. Der willkürliche Kneifdruck war ein Jahr nach Entbindung noch so stark erniedrigt, daß er nicht einmal die Hälfte des Kneifdrucks der Probandinnen betrug. Der durchschnittliche Kneifdruckwert der Patientinnen war sogar signifikant niedriger als der Ruhedruck. Auch der Ruhedruck war im Vergleich der beiden Gruppen bei den Patientinnen deutlich niedriger, der Unterschied war jedoch nicht signifikant.

Die Auswertung des Interviews ergab für die Zeit nach Entbindung eine sehr hohe Inzidenz von Gasinkontinenz (13/16 Patientinnen, 81%), in 8/16 Fällen (50%) von Stuhlinkontinenz begleitet. Dies sind deutlich höhere Zahlen als in der Literatur beschrieben. Zusätzlich lag bei 11/16 Patientinnen (69%) ein gelegentliches oder ständiges Stuhlschmier vor. Bei 8/16 Patientinnen (50%) war im Vergleich zur Zeit vor der Schwangerschaft eine fecal urgency aufgetreten, die Hälfte davon konnte den Stuhl drang in der ersten Zeit nach Entbindung gar nicht aufschieben. Die Unterscheidung der Stuhlbeschaffenheit vor dem Toilettengang war bei etwa 19 % (3/16) nicht möglich.

Der Vergleich der Ergebnisse des Interviews mit den Darstellungen der MRT ergab nicht immer eine klare Übereinstimmung des Ausprägungsgrades der Symptomatik mit dem Grad der Sphinkterverletzungen auf den MRT-Bildern. Lediglich bei drei Patientinnen mit starker Symptomatik und zwei Patientinnen mit schwacher Symptomatik fand sich auf den MRT-Bildern das entsprechende Korrelat. Bei 2/16 Patientinnen (>12%) konnten nach durchschnittlich einem Jahr noch okkulte Defekte nachgewiesen werden, d.h. offensichtliche Schäden in der MRT bei fehlender Symptomatik. Für die fehlende Übereinstimmung verantwortlich sind unter anderem diese okkulten Defekte und der Zeitraum von durchschnittlich einem zwischen Geburt und Untersuchung.

Diese Studie zeigt, daß mit dem Verfahren der MRT, die mit einer endovaginalen Oberflächenspule arbeitet, eine detaillierte Darstellung der Sphinktermuskulatur und deren geburtsbedingter Veränderungen zu erreichen ist. Sie ist somit im Vergleich zur Endosonographie das Verfahren der Wahl, wenn es um die exakte Darstellung anatomischer Gegebenheiten geht, auch für die Planung einer operativen Versorgung.

6. Literaturverzeichnis

1. Abramowitz, L., Sobhani, I., Ganansia, R., Vuagnat, A., Benifla, J.L., Darai, E., Madelenat, P., Mignon, M.:
Are sphincter defects the cause of anal incontinence after vaginal delivery?
Results of a prospective study
Dis. Colon Rectum 43, 590-596 (2000)
2. Alexander, A.A., Liu, J.B., Merton, D.A., Nagle, D.A.:
Fecal incontinence: transvaginal US. Evaluation of anatomic causes
Radiology 199, 529-532 (1996)
3. Allen, R.E., Hosker, G.L., Smith, A.R.B., Warrel, D.W.:
Pelvic floor damage and childbirth: a neurophysiological study
Br. J. Obstet. Gynecol. 101, 1064-1067 (1990)
4. Angioli, R., Gomez-Martin, O., Cantuaria, G., O'sullivan, M.J.:
Severe perineal lacerations during vaginal delivery: the university of Miami
experience
Am. J. Obstet. Gynecol. 182, 1083-1085 (2000)
5. Arndorfer, R.C., Steff, J.J., Dodds, W.J., Linehan, J.H., Hogan, W.J.:
Improved infusion system for intraluminal esophageal manometry
Gastroenterology, 73, 23-27 (1977)
6. Aronson, M.P., Lee, R.A., Berquist, T.H.:
Anatomy of anal sphincters and related structures in continent women
studied with magnetic resonance imaging
Obstet. Gynecol. 76, 846-851 (1990)
7. Aronson, M.P., Bates, S.M., Jacoby, A.F., Chelmow, D., Sant, G.R.:
Periurethral and paravaginal anatomy: an endovaginal magnetic resonance
imaging study
Am. J. Obstet. Gynecol. 173, 1702-1710 (1995)
8. Bartolo, D.C.C., Roe, A.M., Locke-Edmunds, J.C., Virjee, J.,
Mortensen, N.J.McC.:
Flap valve theory of anorectal continence
Br. J. Surg. 73, 1012-1014 (1986)
9. Beets-Tan, R.G.H., Beets, G.L., Vliegen, R.F.A. et alii :
Accuracy of magnetic resonance imaging in prediction of tumorfree
resection margin in rectal cancer surgery
Lancet 357, 497-504 (2001)

10. Bost, B.W.:
Should elective cesarean birth be offered at term as an alternative to labor and delivery for prevention of complications, including symptomatic pelvic prolapse, as well as stress urinary and fecal incontinence?
Obstet. Gynecol. 95, 46 (2000)

11. Cali, R.L., Blatchford, G.J., Perry, R.E., Pitsch, R.M., Thomson, A.G., Christensen, M.A.:
Normal variation in anorectal manometry
Dis. Colon Rectum 35, 1161-1164 (1992)

12. Chan, T.W., Kressel, H.Y., Milestone, B.N., Tomachefski, J., Schnall, M.D., Rosato, E., Daly, J.:
Rectal carcinoma: staging MR imaging with endorectal surface coil
Radiology 181, 461-467 (1991)

13. Collier, J.A.:
Clinical application of anorectal manometry
Gastroenterol. Clin. North Am. 16, 17-33 (1987)

14. Crawford, L.A., Quint, E.H., Paerl, M.L., Delancy, J.O.L.:
Incontinence following rupture of the anal sphinkter during delivery
Obstet. Gynecol. 82, 4, 527-531 (1993)

15. Cunningham, C.B., Pilkington, J.W.:
Complete perineotomy
Am. J. Obstet. Gynecol. 70, 1225 (1955)

16. Dalley II, A.F.:
The riddle of the sphinkters
Presented at the American Association of Clinical Anatomists Meeting
Rochester, Minnesota, June 1986

17. Debus-Thiede, G., Schweinberger, R., Dimpfl, T.:
Magnetresonanztomographische Untersuchungen des weiblichen Beckenbodens post partum
Kontinenz 2, 246-250 (1993)

18. Deen, K.I., Kumar, D., Williams, J.G., Olliff, J., Keighley, M.R.B.:
Anal sphinkter defects. Correlation between endoanal ultrasound and surgery
Ann. Surg. 218, 201-205 (1993)

19. Denis, P., Bercoff, E., Bizien, M.F., et al.:
Etude de la prevalence de l'incontinence anale chez l'adulte
Gastroenterol. Clin. Biol. 16, 344-350 (1992)

20. Devroede, G.:
Anal incontinence
Dis. Colon Rectum 25, 90-95 (1982)

21. Dickinson, V.A.:
Maintenance of anal continence: a review of pelvic floor physiology
Gut 19(12), 1163-1174 (1978)
22. Duthie, H.L.:
Dynamics of the rectum and anus
Clin. Gastroenterol. 4, 467-477 (1975)
23. Duthie, H.L.:
Defecation and the anal sphinkters
Clin. Gastroenterol. 11, 621-631 (1982)
24. Duthie, H.L., Benett, R.C.:
The relation of sensation in the anal canal to the functional anal sphinkter:
a possible factor in anal continence
Gut 4, 179-182 (1963)
25. Enck, P.:
Gibt es einen Gold-Standard in der Einteilung der Stuhlinkontinenz nach
Schweregraden ?
Kontinenz 3, 25 (1994)
26. Enck, P., Fischell, A., Gantke, B., Rühl, A., Musial, F., Wilhelm, K., Lübke, H.J.:
Klinische Symptome und Manometrie bei Stuhlinkontinenz
Kontinenz 1, 14-18 (1992)
27. Enck, P., Heyer, Th., Gandtke, B., Schmidt, W.U., Schäfer, R., Frieling, T.,
Häussinger, D. :
How reproducible are messures of the anal sphinkter muscle diameter by
endoanal ultrasound ?
Am J Gastroenterol 92, 293-296 (1997)
28. Enck, P., Kuhlbusch, R., Lübke, H., Frieling, T., Erckenbrecht, J.F.:
Age and sex and anorectal manometry in incontinence
Dis. Colon Rectum 32, 1026-1030 (1989)
29. Felt-Bersma, R.J.F., Klinkenberg-Knol, E.C., Meuwissen, S.G.M.:
Anorectal function investigations in incontinent and continent patients:
differences and discriminatory value
Dis. Colon Rectum 33, 479-486 (1990)
30. Fenner, D.E., Kriegshauser, J.S., Lee, H.H., Beart, R.W., Weaver, A., Cornella, J.L.:
Anatomic and physiologic measurements of the internal and external anal
sphinkters in normal females
Obstet. Gynecol. 91, 369-374 (1998)
31. Floyd, W.F., Walls, E.W.:
Electromyography of the sphinkter ani externus in man
J. Physiol. 122, 599-609 (1953)

32. Franz, H.G.B.:
 Diagnostik geburtsbedingter Veränderungen am anorektalen
 Kontinenzorgan
 Habilitationsschrift; Medizinische Fakultät, Universität Tübingen (1999)
33. Frudinger, A., Bartram, C.I., Kamm, M.A.:
 Intravaginal versus anal endosonography for detecting damage to the anal
 sphinkter
 AJR 168, 1435-1438 (1997)
34. Frudinger, A., Halligan, S., Bartram, C.I., Spencer, J.A.D., Kamm, M.:
 Changes in anal anatomy following vaginal delivery revealed by anal
 endosonography
 B. J. Obstet. Gynecol. 106, 233-237 (1999)
35. Fynes, M., Donnelly, V., Behan, M., Ronan O'Connell, P., O'Herlihy, C.:
 Effect of second vaginal delivery on anorectal physiology and fecal
 incontinence: a prospectiv study
 The Lancet 354, 983-986 (1999)
36. Gantke, B., Schäfer, A., Enck, P., Koletzko, S., Frieling, T., Lübke, H.J.:
 Manometric, electromyographic and sonographic mессure of the human anal
 sphinkter muscle
 J. Gastroint. Motil. 3, 182 (1991)
37. Gee, A.S., Durdey, P.:
 Urge incontinence of faeces is a marker of severe external anal sphinkter
 disruption
 Br. J. Surg. 82, 1179-1182 (1995)
38. Giebel, G.D., Karanjia, N.D.:
 Tiefe rektovaginale Fisteln und Inkontinenz nach Geburtstrauma
 Zentralbl. Chir. 118, 84-88 (1993)
39. Girona, J., Denkers, D.:
 Welche Untersuchungsmethoden sind bei Funktionsstörungen des
 Beckenbodens empfehlenswert ?
 Coloproctology 4, 263-269 (1994)
40. Goodrich, M.A., Webb, M.J., King, B.F., Bempton, A.E.H., Campeau, N.G.,
 Riederer, S.J.:
 Magnetic resonance imaging of pelvic floor relaxation: dynamic analysis
 and evaluation of patients before and after surgical repair
 Obstet. Gynecol. 82, 883-891 (1993)
41. Gordon, P.H.:
 The anorectum - anatomic and physiologic considerations in health and
 disease
 Gastroenterol. Clin. North Am. 16, 1-15 (1987)

42. Goretzki, G.:
Medizinische Strahlenkunde: physikalisch-technische Grundlagen
1. Auflage, Urban und Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore (1987)
43. Gorsch R.V.:
Proctologic anatomy
2. Auflage, Williams and Wilkins, Baltimore (1955)
44. Grant, A.:
Repair of perineal trauma after childbirth
(in: Enkin M., Keirse M. J., Chalmers I. (eds.): Effective care in pregnancy and childbirth)
Oxford University Press, Oxford (1989)
45. Haadem, K., Dahlstrom, J.A., Lingmann, G.:
Anal sphinkter function after delivery:
a prospective study in women with sphinkter rupture and controls
Eur. J. Obstet. Gynecol. Rep. Bio. 35, 7-13 (1990)
46. Harten,
Physik für Mediziner
7. Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg (1995)
47. Henry, M.M.:
Pathogenesis and management of fecal incontinence in the adult
Gastroenterol. Clin. North Am. 16, 35-45 (1987)
48. Herold, A., Bruch, H.-P.:
Stufendiagnostik der anaorektalen Inkontinenz
Zentralbl. Chir. 121, 632-638 (1996)
49. Ho, Y.H., Goh, H.S.:
Computerised 3-dimensional vector analysis – the role of a new method for
assessing anal sphinkter competence
Annals Academy of Medicine 21, 263-266 (1992)
50. Hordnes, K., Bergsjö, P.:
Severe laceration after childbirth
Acta Obstet Gynecol Scand 72, 413-422 (1993)
51. Hussain, S.M., Stoker, J., Laméris, J.S.:
Anal sphinkter complex: endoanal MR imaging of normal anatomy
Radiology 197, 671-677 (1995)
52. Hussain, S.M., Stoker, J., Zwamborn, A.W., den Hollander, J.C., Kuiper, J.W.,
Entius, A.C, Lameris, J.S.:
Endoanal MRI of the anal sphinkter complex: correlation with cross-
sectional anatomy and histology
J. Anat. 189, 677-687 (1996)

53. Josif, C.S., Bekasy, Z., Rhydstrom, H.:
Prevalence of urinary incontinence in middle-aged women
Int. J. Gynecol. Obstet. 26, 255-259 (1988)
54. Kamm, M.A.:
Obstetric damage and fecal incontinence
Lancet 344, 730-733 (1994)
55. 55, S., Savoye-Collet C., Koning, E., Leroi, A.M., Denis, P.:
Prevalence of anal sphinkter defects revealed by sonography in 335
incontinent patients and 115 continent patients
A.J.R. 173, 389-392 (1999)
56. Khullar, V., Damiano, R., Tooze-Hobson, P., Cardozo, L.:
Prevalence of fecal incontinence among women with urinary incontinence
Br. J. Obstet. Gynecol. 105, 1211-1213 (1998)
57. Kirschner-Hermanns, R. B., Fielding, J. R., Versi, E., Resnick N.M.:
Magnetic resonance imaging of the lower urinary tract
Curr. Opin. Obstet. Gynecol. 9, 317-319 (1997)
58. Kreis, M.:
Funktionelle Ergebnisse nach transanaler endoskopischer Mikrochirurgie.
Eine Prospektive Studie.
Med. Dissertation, Eberhard-Karls Universität Tübingen (1994)
59. Kruyt, R.H., Delemarre, J.B.V.M., Doornbos, J., Vogel, H.J.:
Normal anorectum: dynamic MR imaging anatomy
Radiology 179, 159-162 (1991)
60. Kuijpers, H.C., Scheuer, M.:
Disorders of impaired fecal control: a clinical and manometric study
Dis. Colon Rectum 33, 207-211 (1990)
61. Laubenberger, T.H., Laubenberger, J.:
Technik der medizinischen Radiologie, Diagnostik, Strahlentherapie,
Strahlenschutz
6. Auflage, Deutscher Ärzte-Verlag, Köln (1994)
62. Lippert, H. :
Anatomie
2. Auflage, Urban & Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore (1990)
63. Lunniss, P.J., Parker, P.G., Sultan, A.H., Armstrong, P., Reznick, R.H., Bartram,
C.I., Cottam, K.S., Phillips, R.K.:
Magnetic resonance imaging of fistula in ano
Dis. Colon Rectum 37, 708-718 (1994)

64. MacArthur, C., Bick, D.E., Keighley, M.R.B.:
Feecal incontinence after childbirth
Br. J. Obstet. Gynecol. 104, 46-50 (1997)
65. Mackinnon, P., Morris, J.:
Oxford Lehrbuch der klinischen Anatomie
1. Auflage, Verlag Hans Huber, Bern, Göttingen, Toronto, Seattle (1997)
66. Madoff, R.D., Orrom, W.J., Rothenberger, D.A., Goldberg, S.M.:
Rectal compliance: a critical reappraisal
Int. J. Color. Dis. 5, 37-40 (1990)
67. Menningen, R., Rüddecker, K., Sommer, H., Troidl, H.:
Testmethodenempfindlichkeit der Analmanometrie
Kontinenz 1, 19-22 (1992)
68. Milestone, B.N., Schnall, R.E., Lenkinski, R.E., Kressel, H.Y.:
Cervical carcinoma: MR imaging with an endorectal surface coil
Radiology 180, 91-95 (1991)
69. Miller, R., Bartolo, D.C., Cervero, F., Mortensen, N.J.:
Anorectal sampling: a comparison of normal and incontinent patients
Br. J. Surg. 75, 44-47 (1988)
70. Morneburg, H.(Hrsg):
Bildgebende Systeme für die medizinische Diagnostik
3. Auflage, Publicis MCD Verlag, Erlangen (1995); Reihe Siemens
71. Müller-Schimpfle, M., Franz, H., Lobinger, B., Claussen, C.D.:
Hochauflösende Magnetresonanztomographie des Analsphinkters mit
einer intravaginalen Oberflächenspule
Fortschr. Röntgenstr. 162, 478-481 (1995)
72. Neill, M.E., 117, M.:
Increased motor unit fibre density in the external anal sphinkter muscle in
anorectal incontinence: a single fibre EMG study
J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry 43, 343-347 (1980)
73. Nelson, R., Norton, N., Cautley, E., Furner, S.:
Community-based prevalence of anal incontinence
JAMA 274, 559-561 (1995)
74. Nielsen, M.B., Hauge, C., Pedersen, J.F., Christiansen, J.:
Endosonographic evaluation of patients with anal incontinence:
findings and influence on surgical management
AJR 160, 771-775 (1993)
75. Nielsen, M.B., Pedersen, J.F., Hauge, C., Rasmussen, O.Ø., Christiansen, J.:
Endosonography of the anal sphinkter: findings in healthy volunteers
AJR 157, 1199-1202 (1991)

76. Oh, C., Kark, A.E.:
Anatomy of the external anal sphinkter
Br. J. Surg. 59, 717-723 (1972)
77. Parks A.G.,
Post-anal perineorrhaphy for rectal prolapse
Proc. R. Soc. Med. 59, 477-482 (1967)
78. Parks A.G., Porter, N., Melzak, J.:
Experimental study of the reflex mechanism controlling the muscles of the pelvic floor
Dis. Colon Rectum 5, 407-414 (1962)
79. Parks, T.G.:
The usefulness of tests in anorectal disease
World J. Surg. 16, 804-810 (1992)
80. Pfeifer, T., Hager, T., Scherbel, J.:
Klassifikation der Beckenbodeninsuffizienz mit Hilfe der Magnetresonanztomographie (MRT) - ein Schritt zur rationalen Therapie
Coloproctology 21, 13-19 (1999)
81. Rasmussen, O.O., Sörensen, M., Tetzschner, T., Christiansen, J.:
Dynamic anal manometry: physiological variations and pathophysiological findings in fecal incontinence
Gastroenterology 103, 103-113 (1992)
82. Read, N.W., Harford, W.V., Schmulen, A.C., et al.:
A clinical study of patients with fecal incontinence and diarrhea
Gastroenterology 76, 747-756 (1979)
83. Rieger, N., Wattchow, D.:
The effect of vaginal delivery on anal function
Aust N Z J Surg 69, 172-177 (1999)
84. Roberts W.H., Mitchel Jr, D.A., Harrison Sr, C.W., Fischer, H.E.:
The levator ani muscle and the nerve supply of its puborectalis component. Presented at the Third Annual Scientific Meeting of the American Association of Clinical Anatomists, Rochester, Minnesota, Juni 1986; 20-21
85. Roberts, P.L., Collier, J.A., Schoetz, D.J., Veidenheimer, M.C.:
Manometric assessment of patients with obstetric injuries and fecal incontinence
Dis. Colon. Rectum 33; 1, 16-20 (1990)
86. Ryhammer, A.M., Moller Bek, K., Laurberg, S.:
Multiple vaginal deliveries increase the risk of permanent incontinence of flatus and urine in normal premenopausal women
Dis. Colon Rectum 38, 1206-1209 (1995)

87. Ryhammer, A.M., Laurberg, S., Moller, K.:
Age and anorectal sensibility in normal women
Scand. J. Gastroenterol. 32, 278-284 (1997)
88. Sailer, M., R. Leppert, K.H. Fuchs, A. Thiede:
Die endorektale Sonographie: Indikationen und Befundbeispiele
Coloproctology 17, 149-157 (1995)
89. Sampsel, C.M., Miller, J.M., Mims, B.L., Delancey, J.O.L, Ashton-Miller, J.A.,
Antonakos, C.L.:
Effect of pelvic muscle exercise on transient incontinence during
pregnancy and after birth
Obstet. Gynecol. 91, 406-412 (1998)
90. Sangalli, M.R., Weil, A., Campana, A.:
Who should care for anorectal dysfunction in women?
Int. Urogynecol. J. 7, 1-2 (1996)
91. Schäfer, A., Enck, P., Fürst, G., Kahn, T., Frieling, T., Lübke, H.J.:
Anatomy of the anal sphincters: comparison of anal endosonography to
magnetic resonance imaging
Dis. Colon Rectum 37, 777-781 (1994)
92. Schäfer, R., Heyer, T., Gantke, B., Schäfer, A., Frieling, T., Häussinger, D., Enck, P.:
Anal endosonography and manometry
Dis. Colon Rectum 40, 293-297 (1997)
93. Schlungbaum, W., Flesch, U., Stabell, U.:
Medizinische Strahlenkunde
7. Auflage, de Gruyter, Berlin, New York (1993)
94. Schnall, M.D., Lenkinski, R.E., Pollack, H.M., Imai, Y., Kressel, H.Y.:
Prostate: MR imaging with an endorectal surface coil
Radiology 172, 570-574 (1989)
95. Schneider, D.R.:
Die Funktion des anorektalen Kontinenzorgans bei Primiparae nach der
Geburt
DSV-Media Verlag, Stuttgart (1998); Med. Dissertation,
Eberhard-Kars-Universität Tübingen (1998)
96. Schumpelik, V., Bleese, N.M., Mommsen, U.:
Chirurgie
Enke Verlag, 3. Auflage (1994)
97. Schuster, M.M.:
Anorectal physiology and pathophysiology
Am. J. Gastroenterol. 82 (6), 487-497 (1987)

98. Schuster, M.M., Hendrix, T.R., Mendeloff, A.I.:
The internal anal sphincter response: manometric studies on its normal physiology, neural pathways and alternation in bowel disorders
J. Clin. Invest. 42, 196-207 (1963)
99. Snooks, S.J., 117, M., Henry, M.M., Setchell, M.:
Risk factors in childbirth causing damage to pelvic floor innervation
Int. J. Colorect. Dis., 20-24 (1986)
100. Snooks, S.J., 117, M., Path, M.R.C., Henry, M.M.:
Electrophysiologic and manometric assessment of failed postnatal repair for anorectal incontinence
Dis. Colon Rectum 27, 733-736 (1984)
101. Sørensen, M., Tetzschner, T., Rasmussen, O., Bjarnessen, J., Christiansen, J.:
Sphinkter rupture in childbirth
Br J Surg 80, 392-394 (1993)
102. de Souza, N.M, Gilderdale, D.J., MacIver, D.K, Ward, H.C.:
High-resolution MR imaging of the anal sphinkter in children: a pilot study using endoanal receiver coils
AJR 169, 201-206 (1997)
103. de Souza, N.M, Kmiot, W.A., Puni, R., Hall, A.S., Burl, M., Bartram, C.I., Bydder, G.M:
High resolution magnetic resonance imaging of the anal sphinkter using an internal coil
Gut 37, 284-287 (1995)
104. de Souza, N.M., Puni, R, Kmiot, W.I., Bartram, C.I., Hall, A.S., Bydder,G.M.:
MRI of the anal sphinkter
Journal of Computer Assisted Tomography 19(5), 745-751 (1995)
105. de Souza, N., R. Puni, A. Zbar, D.J. Gilderdale, A. Coutts, T. Krausz:
MR imaging of the anal sphinkter in multiparous women using an endoanal coil: correlation with in vitro anatomy and appearances in fecal incontinence
AJR 167, 1465-1475 (1996)
106. Strohbehn, K., Ellis, J.H., Strohbehn, J.A., DeLancey, J.O.L. :
Magnetic resonance imaging of the levator ani with anatomic correlation
Obstet. Gynecol. 87, 277-285 (1996)
107. Sullivan E.S., Corman, M.L., Devroede, G., Rudd, W.H., Schuster, M.M.:
Symposium of anal incontinence
Dis. Colon Rectum 25, 90-107 (1982)
108. Sultan, A.H., Kamm, M.A., Bartram, C.I, Hudson, C.N.:
Anal sphinkter trauma during instrumental delivery
*Int. J. Gynecol. Obstet.*43, 263-270 (1993)

109. Sultan, A.H., Kamm, M.A., Bartram, C.I, Hudson, C.N.:
Perineal damage at delivery
Contemp. Rev. Obstet. Gynecol. 6, 18-24 (1994)
110. Sultan, A.H., Kamm, M.A., Hudson, C.N., Bartram, C.I.:
Anal sphinkter disruption during vaginal delivery
N. Engl. J. Med. 329, 1905-1911 (1993)
111. Sultan, A.H., Kamm, M.A., Hudson, C.N., Bartram, C.I.:
Third degree obstetric anal sphinkter tears:
risk factors and outcome of primary repair
Br. Med. J. 308, 887-891 (1994)
112. Sultan, A.H., Kamm, M.A., Hudson, C.N., Thomas, J.M., Bartram, C.I.:
Effect of pregnancy on anal sphinkter morphology and function
Int. J. Colorect Dis.8, 206-209 (1993)
113. Sultan, A.H., Kamm, M.A., Hudson, C.N., Nicholls, J.R., Bartram, C.I.:
Endosonography of the anal sphinkters: normal anatomy and comparison
with manometry
Clin. Radiol. 49, 368-374 (1994)
114. Sultan, A.H., Loder, P.B., Bartram, C.I., Kamm, M.A., Hudson, C.N.:
Vaginal endosonography
Dis. Colon Rectum 37, 1296-1299 (1994)
115. Sultan, A.H., Nicholls, J.R., Kamm, M.A., Hudson, C.N., Beynon, J., Bartram,
C.I.:
Anal endosonography and correlation with in vitro and in vivo anatomy
Br. J. Surg. 80, 508-511 (1993)
116. Sultan, A.H., Stanton, S.L.:
Preserving the pelvic floor and perineum during childbirth - elective
cesarean section ?
Br. J. Obstet. Gynecol. 104, 753-755 (1996)
117. Swash, M.:
Fecal incontinence
B. M. J. 307, 636-637 (1993)
118. Tetzschner, T., Sørensen, M., Lose, G., Christiansen, J.:
Anal and urinary incontinence in women with obstetric anal sphinkter
rupture
Br. J. Obstet. Gynecol. 103, 1034-1040 (1996)
119. Tetzschner, T., Sørensen, M., Lose, G., Christiansen, J.:
Pudendal nerve function during pregnancy and after delivery
Int. Urogynecol. J. 8, 66-68 (1997)

120. Thomas, T.M., Egan, M., Meade, T.W.:
The prevalence of fecal and double incontinence
Community Medicine 6, 216-220 (1984)
121. Toglia, M.R., DeLancey, J.O.L.:
Anal incontinence and the obstetrician gynecologist
Obstet. Gynecol. 84, 4, 731-740 (1994)
122. Valentin, C.:
Die komplette Perineotomie
Med. Dissertation, Eberhard-Karls-Universität Tübingen (1989)
123. Varma, A., Gunn, J., Gardiner, A., Lindow, S.W., Duthie G.S.:
Obstetric anal sphinkter injury: prospectiv evaluation of incidence
Dis. Colon. Rectum 42, 1537-1543 (1999)
124. Varma, A., Gunn, J., Lindow, S.W., Duthie, G.:
Do routinely measured delivery variables predict anal sphinkter outcome?
Dis. Colon. Rectum 42, 1261-1264 (1999)
125. Walker, J.L.:
Complete perineal incision for delivery
South. Med. J. 67, 265-268 (1974)
126. Werner:
Biomathematik und medizinische Statistik
2. Auflage, Urban & Schwarzenberg (1992)
127. Whitehead, W.E., Schuster, M.M:
Anorectal physiology and pathophysiology
Am J Gastroenterol 82, 487-497 (1987)
128. Wienbeck, M., Moll, A., Bittinger, M., Korda-Schmidbaur, P., Barnert, J.:
Der Einfluß des Alters auf die Analsphinkterfunktion der Frau
Gynäkologe 29, 757-760 (1996)
129. Willich, E., Georgi, P., Kuttig, H., Wenz, W. (Hrsg.):
Radiologie und Strahlenschutz
einschließlich neuer bildgebender Verfahren
4. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, London,
Paris, Tokyo (1988)
130. Zetterstrom, J., Mellgren, A., Jensen, L.L., Douglas Wong, D., Kim, D.G., Lowry,
A.C., Mandoff, R.D., Congilosi, S.M.:
Effect of delivery on anal sphinkter morphology and function
Dis Colon Rectum 42, 1253-1260 (1999)
131. Zimmer, I.:
Die postpartal anale Sphinkterfunktion bei Primiparae mit kompletten
Perineotomien und Dammrissen III°
Med. Dissertation, Eberhard-Karls-Universität Tübingen (1998)

7. Annex

Einverständniserklärung:

Name: Tübingen, den

Ich bin vonheute eingehend über die Zielsetzungen und den Ablauf einer Druckmessung im Bereich des Enddarmes im Rahmen der Untersuchung

ERWEITERTE BECKENBODENGYMNASTIK - EINFLUSS DER ENTBINDUNG
AUF DIE KONTINENZLEISTUNG DES ENDDARMES UNTER
BERÜCKSICHTIGUNG DER GEBURTSVERLETZUNGEN

aufgeklärt worden.

Ich bin mit der Befragung und der Enddarmuntersuchung einverstanden. Auf mögliche Komplikationen bei der Untersuchung (Hautentzündung, Blutung, in ganz seltenen Fällen im Enddarm vorübergehend verbleibendes Latexmaterial) bin ich ausdrücklich hingewiesen worden.

Mit der Speicherung und wissenschaftlichen Verwertung meiner personenbezogenen Daten bin ich ebenfalls einverstanden. Mir ist die absolut vertrauliche Behandlung der Untersuchungsergebnisse im Rahmen der ärztlichen Schweigepflicht zugesichert worden.

Unterschrift Patientin

Lebenslauf

Am 1. September 1971 wurde ich, Sophia Papadopoulou, als Tochter von Theofilos Papadopoulos und Zacharenia Papadopoulou geb. Karaolani in Tübingen geboren.

Von 1978 bis 1982 besuchte ich die deutsche Grundschule in Pfäffingen und von 1982 bis 1991 das Wildermuth-Gymnasium in Tübingen. Parallel dazu besuchte ich von 1977 bis 1983 die griechische Grundschule in Pfäffingen und schloß 1986 das griechische Gymnasium in Tübingen ab.

Meine Immatrikulation an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen für das Studienfach Medizin erfolgte im Sommersemester 1992. Vorher absolvierte ich mein Pflegepraktikum in der BG Unfallklinik Tübingen. Die ärztliche Vorprüfung folgte im März 1994, der erste Teil der Ärztlichen Prüfung im März 1995. Nach zwei Semestern Philosophie und Theologie folgte auch der zweite Teil der Ärztlichen Prüfung im März 1998.

Zwei meiner Famulaturen machte ich in Deutschland, einmal im Fach der Inneren Medizin und einmal in Allgemeinmedizin, eine weitere im Fach der Allgemeinmedizin in Peru und die vierte in Gynäkologie in Mexiko.

Studienbegleitend arbeitete ich als Pflegehelferin in der BG Unfallklinik Tübingen, als studentischer Telefondienst im Transplantationszentrum der Chirurgischen Uni-Klinik Tübingen und als Nachtwache bei einem schwer behinderten Säugling zu Hause.

Alle drei Abschnitte des Praktischen Jahres mit Wahlfach Gynäkologie leistete ich im städtischen Krankenhaus Sindelfingen ab. Abschluß des Studiums mit dem Dritten Teil der Ärztlichen Prüfung am 11.11.1999 in Sindelfingen, wo auch die AiP-Zeit auf der Inneren Abteilung folgte.

Seit September 2001 Tätigkeit als internistische Assistenzärztin im Städtischen Krankenhaus Rottenburg.

Danken möchte ich...

für die Überlassung des Themas Herrn Prof. Dr. med. M. Laniado. Für die stete Betreuung und langjährige Zusammenarbeit danke ich Herrn PD Dr. med. H.B.G. Franz.

Herrn Professor Dr. med. Claussen und PD Dr. med. M. Müller-Schimpfle für die Unterstützung bei der Durchführung der magnetresonanztomographischen Untersuchungen und deren Auswertung.

Herrn Dr. Benda vom Institut für Biometrie der Universität Tübingen und besonders auch meinem Kollegen Roland Schweizer für die Unterstützung bei der statistischen Bearbeitung der Arbeit.

Herrn Professor Dr. med. H.D. Becker für die Überlassung der Arbeitsräume der Rektumanometrie in der Chirurgischen Poliklinik der Universität Tübingen.

Herrn Dr. rer.nat. Andreas Hüge für seine Geduld und ständige Bereitschaft, jegliche Fragen zur Rektumanometrie zu beantworten.

meiner Vorgängerin Beate Sotih für die Einführung in das manometrische Verfahren. Für die gute Zusammenarbeit bei der Durchführung der rektumanometrischen Untersuchungen meiner Studienkollegin Christiane Fiedler.

für die freundliche Überlassung rektomanometrischer Daten meinen Vorgängerinnen Daniela Schneider und Ingrid Zimmer.

für die Korrektur meiner Arbeit meinen Freunden und Kollegen Christiane Fiedler und Roland Schweizer. Meiner Freundin Katerina Zombolou danke ich für die stete Hilfe in allen Fragen des Lay-outs.