

Effekt der Hysterektomie auf die funktionelle Anatomie des Beckenbodens in der dynamischen Beckenboden-MRT

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
des Fachbereichs Medizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Brümmel-Schmiemann, Nicolle
aus Rudolstadt

Gießen, 2023

Effekt der Hysterektomie auf die funktionelle Anatomie des Beckenbodens in der dynamischen Beckenboden-MRT

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
des Fachbereichs Medizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Brümmel-Schmiemann, Nicolle
aus Rudolstadt

Gießen, 2023

Aus dem Fachbereich Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen

Medizinisches Zentrum für Allgemein-, Viszeral-, Thorax-,
Transplantations- und Kinderchirurgie

Gutachter: PD Dr. Rüdiger Hörbelt

Gutachter/in: Frau Prof. Dr. med. Krombach

Tag der Disputation: 22. Mai 2023

Erklärung zur Dissertation

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten sowie ethische, datenschutzrechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, oder habe diese nachstehend spezifiziert. Die vorgelegte Arbeit wurde weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.

Ort, Datum

Unterschrift

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Der Beckenboden	1
1.1.1	Aufbau des Beckenbodens	1
1.1.2	Funktion des Beckenbodens	2
1.1.3	Beckenbodenpathophysiologie	3
1.1.4	Pathogenese der Beckenbodeninsuffizienz	6
1.2	Hysterektomie	8
1.2.1	Epidemiologische Betrachtung der Hysterektomie	8
1.2.2	Pathophysiologische Bedeutung der Hysterektomie	8
1.3	Ziel der Arbeit	9
2	Material und Methode	10
2.1	Studiendesign	10
2.2	Studienkollektiv	10
2.3	Untersuchungsablauf	10
2.3.1	Anamnese und klinische Untersuchung	10
2.3.2	Die dynamische Beckenboden-Magnetresonanztomografie	10
2.3.2.1	Durchführung	10
2.3.2.2	Bildauswertung	12
2.4	Dokumentation und Datenerhebung	15
2.5	Statistik	16
2.5.1	Verteilung	16
2.5.2	Analytische und deskriptive Statistik	17
2.5.3	Signifikanzniveau	17
2.5.4	Darstellung der Grafiken	17
3	Ergebnisse	18
3.1	Basisdaten	18
3.2	Bildmorphologische Auswertungen	18
3.2.1	Beckenbodeninsuffizienz im vorderen Kompartiment (Harnblasenboden) mit vs. ohne Hysterektomie	18
3.2.2	Beckenbodeninsuffizienz im mittleren Kompartiment (Cervix uteri/Scheidendach) mit vs. ohne Hysterektomie	20
3.2.3	Beckenbodeninsuffizienz im hinteren Kompartiment (anorektaler Übergang) mit vs. ohne Hysterektomie	21
3.2.4	Zystozele	23
3.2.5	Enterozele	23
3.2.6	Douglas-Raum	24
3.2.7	Rektozele	25

3.2.8	Intussuszeption	26
4	Diskussion	27
4.1	Methode der dynamischen Beckenboden-MRT	27
4.2	Beckenbodenpathologie nach Hysterektomie	27
5	Zusammenfassung	31
5.1	Hintergrund	31
5.2	Material und Methoden	31
5.3	Ergebnisse	32
5.4	Schlussfolgerungen	32
6	Summary	33
6.1	Background	33
6.2	Material and Methods	33
6.3	Results	34
6.4	Conclusions	34
7	Literaturverzeichnis	35
8	Anhang	40
8.1	Tabellen	40
8.2	Abkürzungsverzeichnis	46
9	Danksagung	47
10	Lebenslauf	Fehler! Textmarke nicht definiert.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Anatomie des Beckenbodens	2
Abbildung 2:	Weiblicher Beckenboden im Sagittalschnitt.....	4
Abbildung 3:	Rektales Ultraschallgel und Darmrohr, MVZ Diagnostikzentrum Marburg.	11
Abbildung 4:	MRT-Vorbereitung, MVZ Diagnostikzentrum Marburg.....	11
Abbildung 5:	Einteilung in vorderes, mittleres und hinteres Kompartiment anhand der PCL	13
Abbildung 6:	Kleines Becken in sagittaler Schnittführung. Messung beim maximalen Pressen	14
Abbildung 7:	Kleines Becken in sagittaler Schnittführung. Messung der Fläche des Douglas-Raums.....	15
Abbildung 8:	Verschiebung des Harnblasenbodens im Pressversuch/Harnblasenboden bei Patientinnen mit vs. ohne HE	19
Abbildung 9:	Vordere Kompartimentinsuffizienz bei Patientinnen mit vs. ohne HE	19
Abbildung 10:	Verschiebung der Cervix uteri/des Scheidendachs im Pressversuch bei Patientinnen mit vs. ohne HE	20
Abbildung 11:	Mittlere Kompartimentinsuffizienz bei Patientinnen mit vs. ohne HE	21
Abbildung 12:	Anorektaler Übergang bei Patientinnen mit vs. ohne HE.....	22
Abbildung 13:	Hintere Kompartimentinsuffizienz bei Patientinnen mit vs. ohne HE	22
Abbildung 14:	Tiefertreten des Harnblasenbodens in mm (Zystozele) bei Patientinnen mit vs. ohne HE.....	23
Abbildung 15:	Häufigkeit der Enterozelenmanifestation bei Patientinnen mit vs. ohne HE	24
Abbildung 16:	Douglas-Raum bei Patientinnen mit vs. ohne HE	25
Abbildung 17:	Ausbuchtung der Rektumwand in mm (Rektozele) bei Patientinnen mit vs. ohne HE	25

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ausmaße der Zystozele	4
Tabelle 2: Ausmaße der Enterozele	5
Tabelle 3: Ausmaße der Rektozele.....	6

1 Einleitung

1.1 Der Beckenboden

1.1.1 Aufbau des Beckenbodens

Der Beckenboden als ventrale Begrenzung des kleinen Beckens besteht aus einem Diaphragma pelvis, einem Diaphragma urogenitale und einer äußeren Schließmuskelschicht (Rohen, 1992).

Das Diaphragma pelvis ist die innere Muskelschicht des Beckenbodens und setzt sich aus dem paarig angelegten Musculus (M.) levator ani sowie dem M. coccygeus zusammen (Abbildung 1). Der M. levator ani verläuft u-förmig von der dorsalen Seite des Schambeins zu einem Sehnenblatt, welches sich entlang der Beckenwand erstreckt. Er lässt ventral eine Lücke frei, den Hiatus urogenitalis. Beide Levatorenschenkel umfassen Rektum und Anus, der hier durch den Beckenboden tritt. Der Anus wird zirkulär vom Sphinkterapparat umgeben. Der M. levator ani ist durch das Ligamentum (Lig.) anococcygeum an der Steiß- bzw. Kreuzbein-Konstruktion fixiert (Kretz, 2004).

Dorsal des Levator ani liegt der ebenfalls paarig angelegte M. coccygeus, der das Diaphragma pelvis vervollständigt. Beide Muskeln dienen in erster Linie dem Verschluss des Beckens und erst sekundär dem Heben (*levator = heben*) des Anus (Moll, 2006).

Das Diaphragma urogenitale als die mittlere Schließmuskelschicht ist eine Muskelplatte, die sich aus M. transversus perinei profundus und M. transversus perinei superficialis zusammensetzt. Bei der Frau gewährleistet das Diaphragma urogenitale den Durchtritt von Urethra und Vagina (Abbildung 1). Der M. transversus perinei profundus dient zusätzlich dem willkürlichen Verschluss der Urethra (Kretz, 2004).

Zur untersten Schicht des Beckenbodens zählen der M. sphincter ani externus, M. transversus perinei superficialis, M. bulbospongiosus sowie der M. ischiocavernosus.

Die Muskelgruppen des Beckenbodens werden vom Nervus (N.) pudendus aus dem Plexus pudendalis (S2–4) innerviert. Die Gefäßversorgung des Beckenbodens erfolgt über die Arteriae und Venae (Vv.) pudenda interna. Die Vv. pudendae drainieren wiederum in die Vv. iliacae internae (Kretz, 2004).

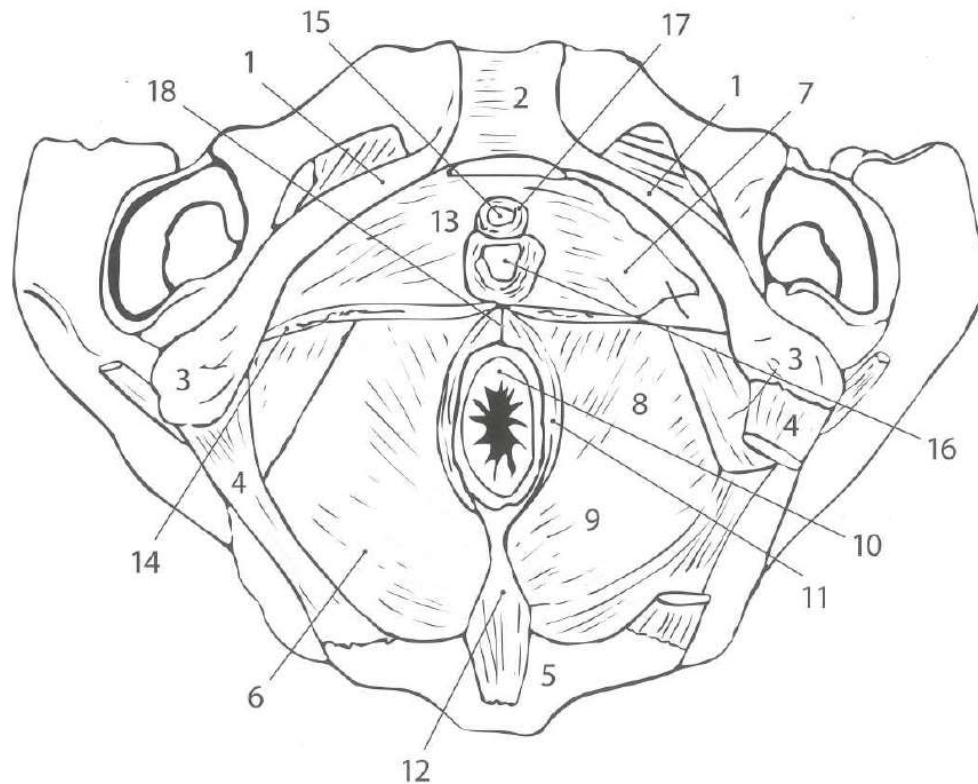


Abbildung 1: Anatomie des Beckenbodens

Quelle: Kretz, 2004

- | | |
|-------------------------------|----------------------------------|
| 1. Rr. inferiores ossis pubis | 10. Anus |
| 2. Symphyse | 11. M. sphincter ani externus |
| 3. Tuber ischiadicum | 12. Lig. anococcygeum |
| 4. Ligg. sacrotuberalia | 13. M. transversus perinei prof. |
| 5. Os sacrum | 14. M. transversus perinei spf. |
| 6. Diaphragma pelvis | 15. Urethra |
| 7. Diaphragma urogenitale | 16. Vagina |
| 8. M. levator ani | 17. M. sphincter urethrae ext. |
| 9. M. coccygeus | 18. Centrum tendineum perinei |

1.1.2 Funktion des Beckenbodens

Als muskuläre Begrenzung der kaudalen Bauchhöhle sichert der Beckenboden die Lage der pelvinen Organe und des Intestinums (Buchmann, 1998a; Furst et al., 2000; Schmeiser & Putz, 2000). Hjartardottir verglich den weiblichen Beckenboden mit einem Gewölbe, zurückzuführen auf dessen Stützfunktion (Hjartardottir, Nilsson, Petersen & Lingman, 1997).

Die zweite wesentliche Aufgabe des Beckenbodens liegt in der muskulären Unterstützung des intestinalen und urogenitalen Verschlussystems (Buchmann, 1998a; Schmeiser & Putz, 2000).

Die physiologische Prävention einer Beckenbodensenkung (Deszensus) oder eines Vorfalls (Prolaps) von Organen des kleinen Beckens wird vor allem durch den M. levator ani sowie eine Bindegewebsschicht, die Faszia endopelvina, geleistet. Die Beckenbodenmuskulatur formt den

Abschluss des kleinen Beckens und entlastet die ligamentären Bandstrukturen. Durch eine physiologische Dauerkontraktion der Levatorschlinge werden Vagina, Urethra und Rektum durch die Puborectalischlinge nach vorne gegen das Schambein gedrückt und damit wird der Hiatus urogenitalis verschlossen. In einer physiologisch-anatomischen Situation existiert somit keine Bruchpforte für einen Prolaps (DeLancey, 1993a; DeLancey, 1993b).

1.1.3 Beckenbodenpathophysiologie

Beeinträchtigungen der Beckenbodenfunktionen können auf isolierte oder kombinierte Veränderungen der Beckenbodenmuskulatur (traumatisch oder durch Myopathien), des Bindegewebes, der Nerven und der neuromuskulären Einheit zurückgeführt werden (Tunn & Petri, 2003). Frauen weisen ein etwa zehnfach höheres Risiko für einen Deszensus oder Prolaps auf (Furst et al., 2000).

Symptome der Beckenbodeninsuffizienz und kompartimentorientierte Klassifikation

Der Beckenboden muss als anatomische Einheit verstanden werden. Diese Einheit kann aus anatomisch-topografischer Sicht in ein vorderes, mittleres sowie hinteres Kompartiment unterteilt werden. Als pelvine Organe des vorderen Kompartiments gelten Urethra und Harnblase. Zum mittleren Beckenbodenkompartiment zählen Uterus, Zervix und Douglas-Raum, zum hinteren Kompartiment das Rektum (Schmeiser & Putz, 2000).

Symptome einer Beckenbodeninsuffizienz sind divers und können als Druckgefühl im Beckenboden, Prolaps von Organen (uterovaginaler Prolaps bzw. Rektumprolaps), Stuhlinkontinenz, Harninkontinenz, Harndrang, Pollakisurie, Nykturie, Stuhlentleerungsstörung, chronische Outlet-Obstipation, dumpfer perinealer Schmerz, Sexualstörungen, Kohabitationsbeschwerden bzw. Einklemmungserscheinungen in der Scheide wahrgenommen werden. Die Beschwerden der zumeist weiblichen Patienten sind abhängig vom betroffenen Kompartiment sowie der Dimension der Beckenbodensenkung (Schwandner, Poschenrieder, Gehl & Bruch, 2004).

Pathologien des vorderen Beckenbodenkompartiments

Die häufigste pathologische Veränderung des vorderen Kompartiments ist ein Deszensus durch Beeinträchtigungen der Faszia endopelvina oder durch einen Ausriss des Arcus tendineus fasciae pelvis. Dabei stellt die Blasensenkung (Zystozele) (Abbildung 2) die häufigste Erkrankung dar. Gemäß der Ausgangsproblematik werden zentrale von lateralen Defekten unterschieden, welche sich als Pulsationszystozelen bzw. Traktions- oder

Dislokationszystozelen darstellen (Fürst, 2011). Als klinische Folge imponiert eine Exposition der Zystozele vor den Introitus vaginae, insbesondere unter Belastung oder nach längerem Stehen. Die Patientinnen leiden unter einem zunehmenden vaginalen Druckgefühl sowie einem schwachen und/oder stotternden Harnstrahl bis hin zum Harnverhalt. Teilweise kann das Wasserlassen nur nach digitaler Reposition erfolgen. Häufiger Harndrang, rezidivierende Harnwegsinfekte oder Kreuzschmerzen gelten als weitere Begleiterscheinungen (Hofmann, 2009).

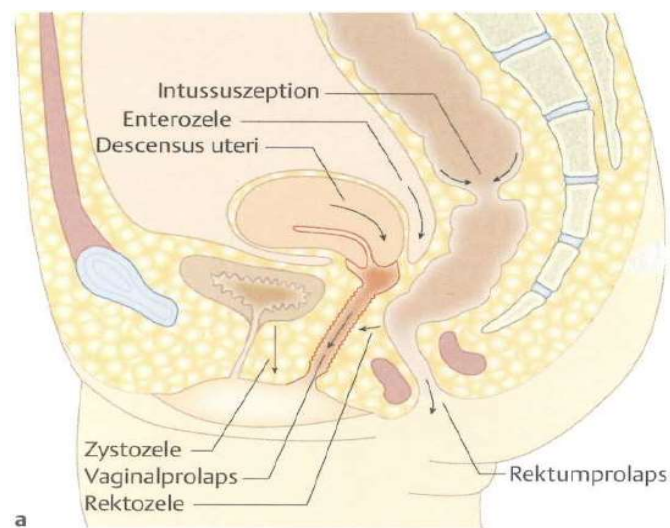


Abbildung 2: Weiblicher Beckenboden im Sagittalschnitt

Quelle: Fürst, 2011

Gemäß dem Ausmaß der vertikalen Absenkung des Blasenbodens wird die Zystozele wie folgt eingeteilt:

Tabelle 1: Ausmaße der Zystozele

Absenkung [cm] unterhalb der PCL	Einteilung der Zystozele
< 3 cm	klein
3–6 cm	mittel
> 6 cm	groß

Quelle: Eigene Darstellung, in Anlehnung an Lienemann, Anthuber, Baron, Kohz & Reiser, 1997; Kelvin, Hale, Maglente, Patten & Benson, 1999

Ab einer mittleren Größe gilt die Zystozele als klinisch relevant.

Pathologien des mittleren Beckenbodenkompartiments

Zu den Erkrankungen des mittleren Kompartiments zählen die Gebärmutterensenkung (Deszensus uteri), der Scheidenstumpfdeszensus (Deszensus genitalis) sowie ein Scheidenwandprolaps durch Dünndarmteile (Enterozele). Als ursächlich gilt eine Schwäche des Bindegewebes der Beckenhöhle, des sog. Parakolpiums oder des Lig. Sacrouterinum (Fürst, 2011). Zu den typischen Beschwerden zählen ein Druckgefühl nach unten sowie ein Fremdkörpergefühl in der Scheide. Seltener Symptome sind diffuse Unterbauch- sowie Rückenschmerzen (Hofmann, 2009).

Nur 33 % der Patientinnen mit Scheidenstumpfdeszensus weisen diesen isoliert auf (DeLancey, 1992). Zumeist liegt eine begleitende Beckenbodensenkung des vorderen und/oder hinteren Kompartiments vor.

Ab einem Ausmaß von 3 cm (Tabelle 2) wird eine Rektozele als klinisch relevant eingestuft (Healy et al., 1997).

Tabelle 2: Ausmaße der Enterozele

Absenkung [cm] unterhalb der PCL	Einteilung der Enterozele
< 3 cm	klein
3–6 cm	mittel
> 4 cm	groß

Quelle: Eigene Darstellung, in Anlehnung an Healy et al., 1997; Lienemann et al., 1997

Pathologien des hinteren Beckenbodenkompartiments

Basierend auf einer Schwäche des Septum rectovaginale kann eine Aussackung der Rektumwand in die Scheide auftreten. Diese sog. Rektozele gilt als häufigste Erkrankung des hinteren Kompartiments (Fürst, 2011). Während kleinere Rektozelen meist asymptomatisch sind, führen Rektozelen ab einer mittleren Größe (Tabelle 3) zu einer Stuhlentleerungsstörung (Outlet-Obstruction) und zwingen die Patientin häufig zu einer manuellen Unterstützung der Stuhlaustreibung (Delemarre et al., 1994).

Tabelle 3: Ausmaße der Rektozele

Abstand [cm] zum Analkanal	Einteilung der Rektozele
< 2 cm (physiologisch)	klein
2–4 cm	mittel
> 4 cm	groß

Quelle: Eigene Darstellung, in Anlehnung an Maglinte, Kelvin, Fitzgerald, Hale & Benson, 1999

Als weitere Pathologie des hinteren Beckenbodenkompartiments gilt die anale Inkontinenz (Rosen, 2002). Funktionsstörungen des Sphinkters, sensorische und muskuläre Beeinträchtigungen einzeln oder in Kombination sind ursächlich für die Stuhlinkontinenz (Herold, 2006).

1.1.4 Pathogenese der Beckenbodeninsuffizienz

Die Ursachen der Beckenbodeninsuffizienz sind multifaktoriell. Die Schwangerschaft mit vaginaler Entbindung gilt als primärer Grund. Auch übermäßiges Pressen während des Stuhlgangs sowie Operationen, Episiotomie, Multiparität und eine anlagebedingte Bindegewebsschwäche gelten als ursächlich (Tsunoda et al., 1999; Naumann & Kölbl, 2002; Chiarelli, Murphy & Cockburn, 2004; Uustal Fornell, Wingren & Kjolhede, 2004). Die klinische Ausprägung der Beckenbodeninsuffizienz kann sich in Inkontinenz, diversen Prolapsformen oder Störungen bei der Stuhlentleerung ausprägen (Schwandner et al., 2004). Die Beeinträchtigung von Struktur und Funktion des äußeren Sphinktermuskels geht mit fortschreitendem Alter bzw. der Anzahl der Schwangerschaften mit vaginaler Entbindung einher (Boyle et al., 2012). Häufig sind Frauen der Altersgruppe 50 plus betroffen (Schwandner et al., 2004).

Pathognomonisch kann die Beckenbodeninsuffizienz neuropathisch oder muskulär bedingt sein. Zumeist liegt allerdings ein kombiniertes Bild vor.

Die Pudendusneuropathie als neuropathische Form der Beckenbodeninsuffizienz ist durch eine dauerhafte Senkung der Beckenbodenmuskulatur auch im Ruhezustand charakterisiert (Buchmann, 1998a, Buchmann, 1998b). Als ursächlich gelten geschwächte Levatoremuskeln und in Folge eine Dehnung der Nn. Pudendi. Das zugehörige Krankheitsbild wird als

Descending-Perineum-Syndrome (DPS) bezeichnet (Schwandner et al., 2004). Die Pudendus-neuropathie bedingt eine Veränderung des rektoanal Winkel und in Folge eine Sphinkterinsuffizienz (Buchmann, 1998a, Buchmann, 1998b).

Das oftmalige Einhergehen von Stuhl- mit Harninkontinenz ergibt sich aus den Lagebedingungen sowie der verwandten Nervenversorgung von Blase und Mastdarm. Bei etwa 10 % der Frauen liegt eine Koinzidenz von Stuhl- und Harninkontinenz vor, während etwa 50 % eine diagnostizierte Stuhlinkontinenz mit begleitender Stress- und Urge-Inkontinenz aufweisen (Matzel et al., 2004; Schmolling et al., 2004).

Aus diagnostischer Sicht ist das obstruktive Defäkationssyndrom (ODS) als Krankheitsbild des hinteren Kompartiments zu erwähnen. Die Ätiologie des ODS ist multifaktoriell, wobei die Rektozele, das Cul-de-Sac-Syndrom sowie der Rektumprolaps als Hauptursachen anzusehen sind (Schwandner et al., 2010). Klinische Ausprägungsformen sind Konstipation und Stuhlinkontinenz (Germer, 2013).

Die Befundung der Beckenbodeninsuffizienz sollte neben morphologischen Defekten auch funktionelle Erkrankungen des Beckenbodens umfassen (Herold, 2001). Zur Differenzierung von obstruktiver Inkontinenz und ODS ist der Einsatz der anorektalen Funktionsdiagnostik indiziert (Germer, 2013).

Als funktionelle Störungen des Beckenbodens gelten die Beckenbodendyssynergie (Germer, 2013), der Anismus (Herold, 2001) und die Slow-Transit-Konstipation (Germer, 2013).

Bei der Beckenbodendyssynergie (Pelvic-Floor-Dyssynergia) kommt es unter Defäkation zu einer paradoxen Kontraktion des M. puborectalis bzw. zu einer fehlenden koordinierten Relaxation des Beckenbodens. Die Veränderung des anorektalen Winkels führt dabei zu einem Verschluss des Analkanals und dem Unvermögen der Entleerung (Azpiroz, Enck & Whitehead, 2002).

Der Anismus gilt als Defäkationsstörung durch Entspannungsversagen der Beckenbodenmuskulatur, im Speziellen des M. puborectalis bzw. des M. sphinkter ani internus und M. sphinkter ani externus (Schwandner et al., 2004).

Die Slow-Transit-Konstipation ist eine Form der Obstruktion, die durch eine langsame enterale Passage mit einer niedrigen Stuhlfrequenz charakterisiert ist. Ätiologisch scheint bei diesem Krankheitsbild eine Myo- bzw. Neuropathie des Kolons im Sinne einer Hypoganglionose mit Reduktion der intestinalen Cajal-Zellen und der Neurotransmitterausschüttung vorzuliegen (Lembo & Camilleri, 2003).

1.2 Hysterektomie

1.2.1 Epidemiologische Betrachtung der Hysterektomie

Mit der ersten Ovarialzystenresektion durch Ephraim McDowell in Virginia begann 1809 die Ära der operativen Gynäkologie. Erst 69 Jahre später wurde die erste Hysterektomie (HE) durch den deutschen Frauenarzt W. A. Freund vorgenommen (Hirsch, 1885).

Noch vor 15 Jahren wurden viele benigne Erkrankungen der Gebärmutter wie große Myome, vermehrte Regelblutungen und Beschwerden durch einen Descensus uteri durch eine HE behandelt. Obwohl die Indikation zur HE heute differenziert gestellt wird, zählt die Gebärmutterentfernung zu den Standardoperationen in der Gynäkologie. Mit einer Anzahl von 138 164 Uterusexstirpationen im Jahr 2007 war die HE die fünfthäufigste operative Therapie von stationär versorgten weiblichen Patienten (Müller et al., 2010).

1.2.2 Pathophysiologische Bedeutung der Hysterektomie

Die große Zahl an durchgeführten HE ist vor allem auf den guten operativen Therapieerfolg bei auffallend niedriger Komplikationsrate zurückzuführen (Benassi et al., 2002; Ayoubi et al., 2003; Zubke & Wallwiener, 2004; Zubke, Solomayer, Gardanis & Wallwiener, 2006).

Zu den seltenen Begleiterscheinungen zählen Lageveränderungen der pelvinen Organe, Nervenschädigungen sowie postoperative Harninkontinenz (Altman, Granath, Cnattingius & Falconer, 2007; Müller et al., 2007). Hysterektomierte Frauen scheinen ein erhöhtes Risiko eines nachfolgenden Deszensus oder einer Inkontinenz aufzuweisen (Müller et al., 2010). Auch ein erhöhtes Prolapsrisiko nach einer HE wurde beschrieben (Lermann et al., 2010).

Gemäß der Operationstechnik wird die vaginale HE (VH) von der abdominalen HE (AH) unterschieden. Zu den minimalinvasiven Eingriffen zählen die totale laparoskopische HE (TLH), die laparoskopisch-assistierte vaginale HE (LAVH) und die laparoskopisch suprazervikale HE (LASH) (Thill, Hornemann, Fischer, Diedrich & Altgassen, 2008). Letztere wird unter der Vorstellung durchgeführt, dass die Zervix eine wichtige Funktion für die Stabilisierung der Beckenregion innehat und dass der Frankenhäuser Plexus uterovaginalis im Rahmen einer totalen HE verletzt werden könnte, wodurch Störungen im Bereich der Blasen- und Darmfunktion sowie der Sexualität auftreten könnten (Bachmann, 1990; Hasson, 1993; Munro, 1997; Flory, Bissonnette & Binik, 2005).

1.3 Ziel der Arbeit

Ziel der vorliegenden Arbeit ist vor diesem Hintergrund die explorative Analyse des magnetresonanztomografischen Befundmusters der Beckenbodeninsuffizienz. Dabei sollen anatomische Veränderungen des vorderen, mittleren und hinteren Kompartiments des Beckenbodens aufgezeigt werden. Anhand eines Vergleichs von MRT-Befunden von Patientinnen mit und ohne HE soll eine Hypothese über den Effekt der HE auf die funktionelle Anatomie des Beckenbodens generiert werden.

2 Material und Methode

2.1 Studiendesign

Die vorliegende Arbeit wurde als explorative Studie konzipiert. Im Rahmen dieser Untersuchung wurden zwischen März 2005 und Dezember 2006 die Daten von 115 Patientinnen des Beckenbodenzentrums der Universitätsklinik Gießen/Marburg anhand einer dynamischen Beckenboden-Magnetresonanztomografie(MRT) erfasst.

2.2 Studienkollektiv

Das Studienkollektiv umfasste ausschließlich Patientinnen mit Symptomen einer Beckenbodeninsuffizienz, darunter 60 Teilnehmerinnen ohne und 55 mit HE. Als Ausschlusskriterium galt das Vorliegen eines Herzschrittmachers.

2.3 Untersuchungsablauf

2.3.1 Anamnese und klinische Untersuchung

Die Anamnese anhand eines standardisierten Fragebogens sowie die klinische Untersuchung erfolgten im Beckenbodenzentrum der Universitätsklinik Gießen/Marburg. Zur Durchführung der dynamischen Beckenboden-MRT wurden die Patientinnen in weiterer Folge in das Diagnostikzentrum in Marburg überwiesen.

2.3.2 Die dynamische Beckenboden-Magnetresonanztomografie

2.3.2.1 Durchführung

Alle Studienteilnehmerinnen wurden einem dynamischen Beckenboden-MRT mit Defäkation unter Verwendung eines 1,5 T Symphony (Siemens, Erlangen) mit schnellen Gradienten unterzogen. Vor Untersuchungsbeginn wurden die Studienteilnehmerinnen aufgeklärt und ihr schriftliches Einverständnis wurde eingeholt. Für das dynamische Beckenboden-MRT war keine gezielte Vorbereitung wie bspw. eine orale oder i. v. Kontrastmittelgabe bzw. eine Darmreinigung indiziert. Kontraindikationen der vorliegenden Untersuchung sind spezifisch für die MRT-Befunde und umfassen Herzschrittmacher sowie andere elektronische Implantate.

Vor Beginn der etwa 20-minütigen Untersuchung wurde den Probandinnen der genaue Ablauf erörtert. Dabei wurden die während der Untersuchung relevanten Anweisungen wie *Einatmen*, *Ausatmen*, *Zusammenziehen*, *Pressen* und *Entleeren* erläutert und geübt. Danach wurde der

Enddarm der jeweils in Seitenlage positionierten Patientin mit 200 ml Ultraschallgel unter Zuhilfenahme eines kurzen Darmrohres gefüllt (Abbildung 3).



Abbildung 3: Rektales Ultraschallgel und Darmrohr, MVZ Diagnostikzentrum Marburg

Nach dem Anlegen der Inkontinenzvorlage und der bauchseitigen Positionierung der Oberflächenspule wurde die Patientin in den Magnetresonanztomografen befördert (Abbildung 4). Musik mit dem Zweck der Entspannung konnte genauso wie die spezifischen Anweisungen über Kopfhörer empfangen werden. Obwohl sich die Frauen allein im Raum befanden, bestand während der gesamten Untersuchungsdauer Sprechkontakt mit einem Mitarbeiter via Mikrofon (Holsteg, 2009).



Abbildung 4: MRT-Vorbereitung, MVZ Diagnostikzentrum Marburg

Die MRT-Aufnahmen umfassten eine statische sowie eine dynamische Bildgebung. Dabei wurden TIRM-Blade-Sequenzen in koronarer Schichtführung zum Ausschluss von Pathologien eingesetzt. Anhand hochauflösender T2TSE-Sequenzen in axialer Schichtführung konnte die Anatomie des Beckenbodens unter besonderer Berücksichtigung der Puborectalissschlinge sowie der pubourethralen und uterosakralen Bänder dargestellt werden. Im Anschluss wurde der Beckenboden mit midsagittalen TRUFI-Sequenzen untersucht. Das dynamische MRT arbeitete dabei mit einer Frequenz von einem Bild pro Sekunde (Holsteg, 2009).

Primäre Anweisungen an die Patientin umfassten das Zusammenziehen des Beckenbodens und Pressen dreimal infolge und wurden über die Gegensprechanlage übermittelt. Die PC-gesteuerte Real-Time-Kontrolle garantierte die Qualität der Aufnahmen. Im Anschluss wurde die Patientin zur Entleerung aufgefordert. Dabei konnte eine Lageveränderung vorgenommen oder förderliche Maßnahmen wie Druck auf den Damm mittels Finger konnten ergriffen werden. Der gesamte Vorgang der Defäkation wurde unter Verwendung der dynamischen MRT-Sequenzen als Videosequenz dokumentiert. Nachdem die Patientin zur nahegelegenen Toilette begleitet wurde, konnten die generierten Bilder demonstriert und ausgewertet werden (Holsteg, 2009).

2.3.2.2 Bildauswertung

Die anatomischen Strukturen wurden mittels der statischen Bildgebung beurteilt. Dabei wurde besondere Aufmerksamkeit auf die Lage des Uterus und etwaige Schädigungen der Beckenbodenmuskulatur sowie der Bänder gelegt. Des Weiteren konnten pathologische Raumforderungen nachgewiesen werden.

Basierend auf den dynamischen Aufnahmen wurden Einzelbilder des maximalen Zusammenziehens bzw. Pressens selektiert. Aufgrund der oftmaligen Hypermobilität der Coccygealspitze erschien diese als Maß für den Beckenboden ungeeignet. Vielmehr wurde die Pubococcygeallinie (PCL) als Gerade zwischen Symphysenunterrand und Coccygealgelenk markiert. Die jeweilige Distanz von Blasenboden, Scheidendach, Zervixeingang und anorektalem Übergang zur PCL wurde beim maximalen Press- und Zusammenziehvorgang ermittelt. Dabei wurden Messwerte oberhalb der PCL mit einem Pluszeichen versehen, jene darunter mit einem Minuszeichen.

Aufgrund fehlender Normwerte wurde die radiologische Diagnostik der Beckenbodeninsuffizienz intern definiert. Demzufolge lag eine Beckenbodeninsuffizienz im entsprechenden Kompartiment vor, wenn die vertikale Bewegung der Organe beim Pressen

bzw. Zusammenziehen mehr als zwei Zentimeter überschritt, ermittelt anhand der Abweichung des Abstandes von Organen zur PCL (Holsteg, 2009).

Nach Ausrichtung der PCL in der sagittalen Ebene konnte der Beckenboden in ein vorderes, mittleres und hinteres Kompartiment eingeteilt werden (Abbildung 5). Dabei wird das vordere Kompartiment ventral von der Blasen hinterwand und das mittlere vertikal vom Uterus begrenzt. Das hintere Kompartiment schließt das Rektum und den Analkanal ein.

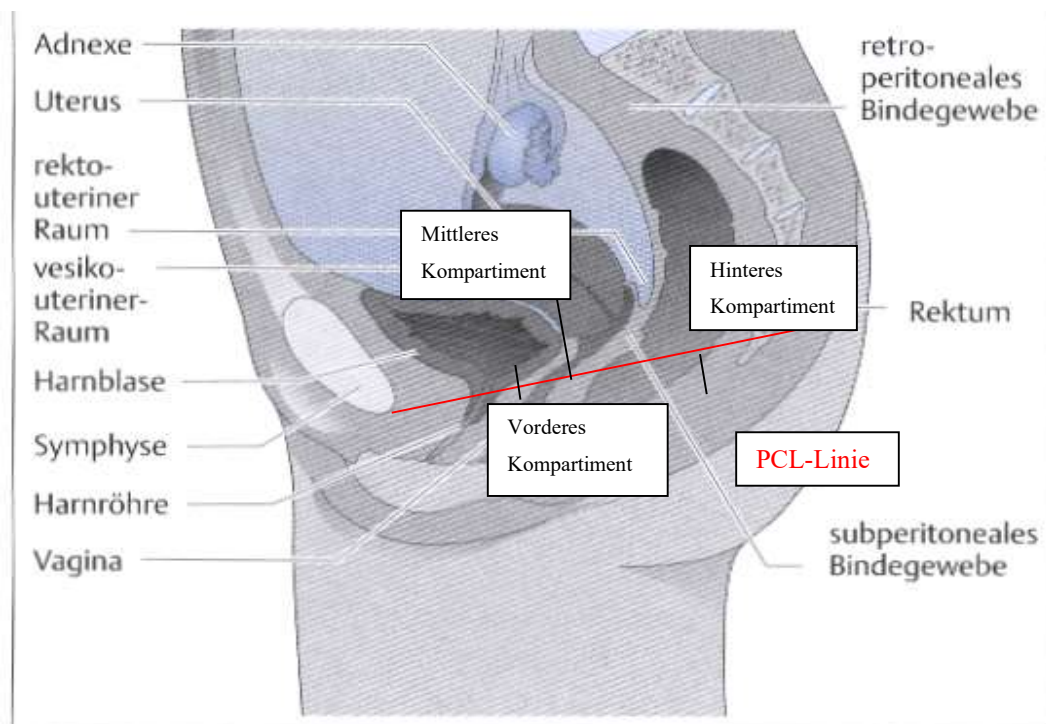


Abbildung 5: Einteilung in vorderes, mittleres und hinteres Kompartiment anhand der PCL

Bild: Diagnostikzentrum Marburg

Bei Normalverhältnissen liegt der anorektale Übergang auf Höhe der PCL oder maximal 3 cm kaudal davon, der Blasenboden und die Cervix uteri liegen kranial der PCL. Der Analkanal ist in Ruhe geschlossen.

In der Phase der Sphinkterkontraktion ist der anorektale Übergang auf Höhe der PCL oder kranial davon zu sehen, der Blasenboden oder Cervix uteri liegen kranial der PCL. Als normale Defäkation gilt eine schnelle und komplette Entleerung innerhalb von 30 Sekunden mit Öffnung des Analkanals und Relaxation der Puborectalisschlinge. Der Blasenboden befindet sich auf Höhe der PCL.

Während der Untersuchung konnten unterschiedliche Pathologien in den einzelnen Kompartimenten nachgewiesen werden. Dazu zählen die Zystozele im vorderen Kompartiment und der Deszensus des Scheidengewölbes oder Uterusprolaps im mittleren Kompartiment. Im hinteren Kompartiment können die Rektozele, der Rektumdeszensus bzw. Rektumprolaps, die Enterozele und die Intussuszeption diagnostiziert werden (Abbildung 6 und Abbildung 7). Weiterhin kann ein sog. Anismus, eine gestörte Stuhlentleerung infolge einer Verkrampfung der Beckenbodenmuskulatur, vorliegen.

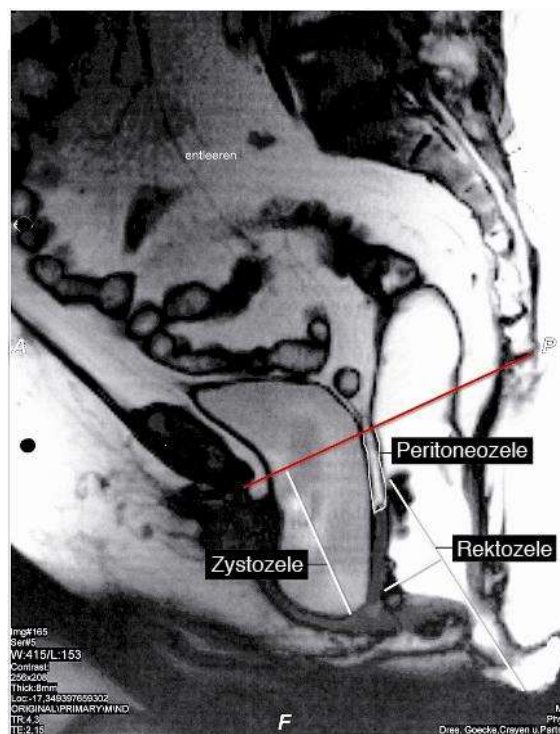


Abbildung 6: Kleines Becken in sagittaler Schnittführung. Messung beim maximalen Pressen

Bild: Diagnostikzentrum Marburg

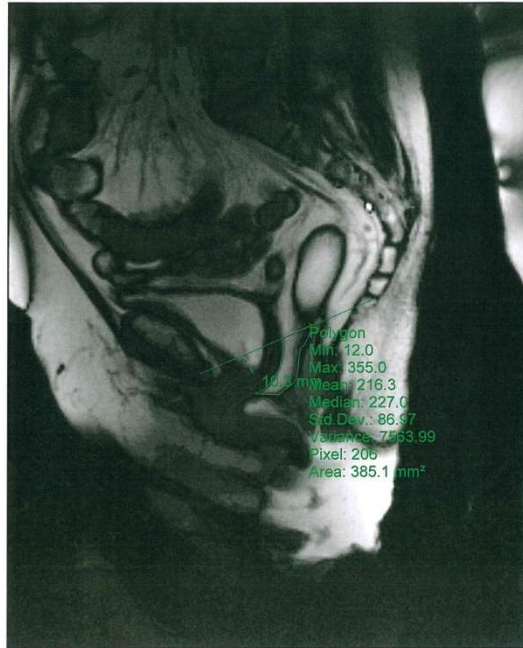


Abbildung 7: Kleines Becken in sagittaler Schnitfführung. Messung der Fläche des Douglas-Raums

Bild: Diagnostikzentrum Marburg

Nur klinisch relevante Zystozelen > 3 cm und Rektozelen > 2 cm wurden in die Auswertung der vorliegenden Studie einbezogen.

Im Rahmen des dynamischen MRT wurden der Erfolg und die die Dauer der Defäkation sowie eine etwaige Veränderung des anorektalen Winkels ermittelt. Bei einer Erweiterung des Douglas-Raums wurde besonderes Augenmerk auf einen Vorfall von Darmschlingen gelegt, welche im Sinne eines Cul-de-Sac-Syndroms ein Hindernis bei der Defäkation darstellen können (Holsteg, 2009).

In vorliegender Studie erfolgte ausschließlich eine Dokumentation des Vorliegens einer Enterozele, jedoch keine Erhebung des Ausmaßes.

2.4 Dokumentation und Datenerhebung

Die statistische Auswertung erfolgte bildmorphologisch durch das dynamische Beckenboden-MRT unter Verwendung von SPSS für Windows, Version 19.0.

Folgende Parameter wurden erfasst:

- Alter in Jahren
- Hysterektomie (ja/nein)
- Messung des vorderen Kompartiments in mm (Harnblasenboden)

Der Parameter *Harnblasenboden* entspricht bildmorphologisch in der dynamischen Beckenboden-MRT dem vorderen Kompartiment (sagittale Ebene) und wurde bei der Messung in mm angegeben.

- Messung des mittleren Kompartiments in mm (Cervix uteri/Scheidendach)

Der Parameter *Cervix uteri/Scheidendach* entspricht bildmorphologisch in der dynamischen Beckenboden-MRT dem mittleren Kompartiment (sagittale Ebene) und wurde bei der Messung in mm angegeben.

- Messung des hinteren Kompartiments in mm (anorektaler Übergang)

Der Parameter *anorektaler Übergang* entspricht bildmorphologisch in der dynamischen Beckenboden-MRT dem hinteren Kompartiment (sagittale Ebene) und wurde bei der Messung in mm angegeben.

- Rektozele in mm
- Zystozele in mm
- Enterozele (ja/nein)
- Intussuszeption (ja/nein)
- Douglas-Raum in mm²

Der Douglas-Raum ist der tiefste Bereich des kleinen Beckens. In der bildmorphologischen Messung wurde dieser Parameter als Fläche bestimmt (mm²). Unter normalen Verhältnissen ist der Douglas-Raum in keiner Darstellung der dynamischen Beckenboden-MRT zu sehen.

- Anzahl der Geburten

Das Vorliegen einer HE wurde mit Ja oder Nein codiert. Alle bildmorphologisch bestimmten Parameter wurden in mm angegeben; nur die Enterozele und die Intussuszeption wurden mit Ja oder Nein codiert. Die Geburtenanzahl wurde bei der jeweiligen Patientin erfragt und als Zahl angegeben.

2.5 Statistik

Die Auswertung erfolgte in Kooperation mit Dr. med. Tanja Kottmann, Leiterin des Instituts für Medizinische Statistik und Medizinische Wissenschaftsberatung.

2.5.1 Verteilung

Die gewonnenen Ergebnisse wurden mittels Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung überprüft. Dabei wurden normalverteilte ($p < 0,05$) sowie nicht normalverteilte ($p > 0,05$) Variablen identifiziert. Im Anschluss wurden die Variablen ohne Normalverteilung

nichtparametrischen Tests unterzogen. In diesen Fällen wurde der Median anstatt des Mittelwertes für die Deskription angegeben.

2.5.2 Analytische und deskriptive Statistik

In dieser Arbeit wurden die ermittelten Ergebnisse zweier Patientenkollektive miteinander verglichen und beschrieben. Dabei wurden die spezifischen Daten von Patientinnen nach einer HE jenen von Frauen ohne HE gegenübergestellt.

Die Homogenität der Varianzen beider Untersuchungsgruppen wurde mittels Levene-Tests erhoben. Ergab der Varianztest eine Gleichheit der Gruppen, so wurde der Student-t-Test zum Vergleich der Ergebnisse eingesetzt. Bei fehlender Homogenität wurde der Student-t-Test durch den Welch-Test ersetzt. Nicht normalverteilte Parameter wurden wiederum dem Mann-Whitney-U-Test unterzogen.

Die Signifikanz der ermittelten Ergebnisse wurde durch den Chi-Quadrat-Test bzw. den exakten Test nach Fisher überprüft.

2.5.3 Signifikanzniveau

Die Signifikanz eines Zusammenhangs wurde anhand einer zweiseitigen Überprüfung beurteilt. Das Signifikanzniveau wurde dabei mit 5 % festgelegt, wodurch ein p -Wert $< 0,05$ als statistisch signifikant anzusehen ist. Die Berechnung des Signifikanzniveaus wurde mit dem Fisher-Test durchgeführt, weil dieser bei Vorliegen einer Vierfeldertafel bei kleinen Fallzahlen exakter als der Chi-Quadrat-Test ist.

2.5.4 Darstellung der Grafiken

Zur grafischen Veranschaulichung der Mittelwerte von normalverteilten Stichproben wurden Fehlerbalken mit dem Standardfehler des Mittelwertes in die Abbildungen integriert. Die Visualisierung der Mediane und Quartilsabstände von nicht normalverteilten Gruppen erfolgte durch Boxplots. Dabei stellen die Boxen den Median sowie die 25- bis 75%-Perzentile dar. Der kleinste und größte Wert wurde als T-Balken visualisiert, die Ausreißer als Kreise. Während Ausreißer 1,5 bis 3 Längen außerhalb der Kastengrafik liegen, wurden die als Kreuze markierten Extremwerte mehr als 3 Boxlängen entfernt gemessen. Kategorisierte Variablen wurden in Form von Balkendiagrammen dargestellt.

3 Ergebnisse

3.1 Basisdaten

Im Zeitraum von März 2005 bis Dezember 2006 wurden die Daten von 115 an einer Beckenbodeninsuffizienz erkrankten Patientinnen erfasst. Die bildmorphologischen Ergebnisse von 55 hysterektomierten Patientinnen wurden jenen von 60 Frauen ohne HE gegenübergestellt.

Der Altersmedian für das Gesamtkollektiv lag bei 59,0 Jahren (Minimum: 23,0 Jahre, Maximum: 85,0 Jahre). Für die Gruppe mit HE wurde der Altersmedian mit 61,0 Jahren (Minimum: 39,0 Jahre, Maximum: 85,0 Jahre) ermittelt, für die Gruppe ohne HE mit 55,0 Jahren (Minimum: 23,0 Jahre, Maximum: 80,0 Jahre). Die Kollektive waren auch hinsichtlich der Zahl der Geburten vergleichbar.

3.2 Bildmorphologische Auswertungen

3.2.1 Beckenbodeninsuffizienz im vorderen Kompartiment (Harnblasenboden) mit vs. ohne Hysterektomie

Die vertikale Abweichung des Harnblasenbodens von der PCL im Pressversuch wurde mit durchschnittlich 18 mm ermittelt (siehe Tabelle 4 im Anhang). Bei der hysterektomierten Gruppe betrug die mediane Verschiebung des Harnblasenbodens 16 mm, während der Durchschnittswert in der Stichprobe ohne HE mit 20 mm berechnet wurde (Abbildung 8) (siehe Tabelle 4 im Anhang). Basierend auf diesen Daten kann die Verschiebung des Harnblasenbodens im Pressversuch bei den Patientinnen ohne HE als größer angesehen werden.

Ein Mann-Whitney-Test wurde in die Untersuchung integriert, um zu analysieren, ob eine HE einen Einfluss auf die größenmäßige Verschiebung des Harnblasenbodens hat. Dabei konnte kein signifikanter Unterschied ($p = 0,507$) zwischen den Untersuchungsgruppen nachgewiesen werden (siehe Tabelle 5 im Anhang).

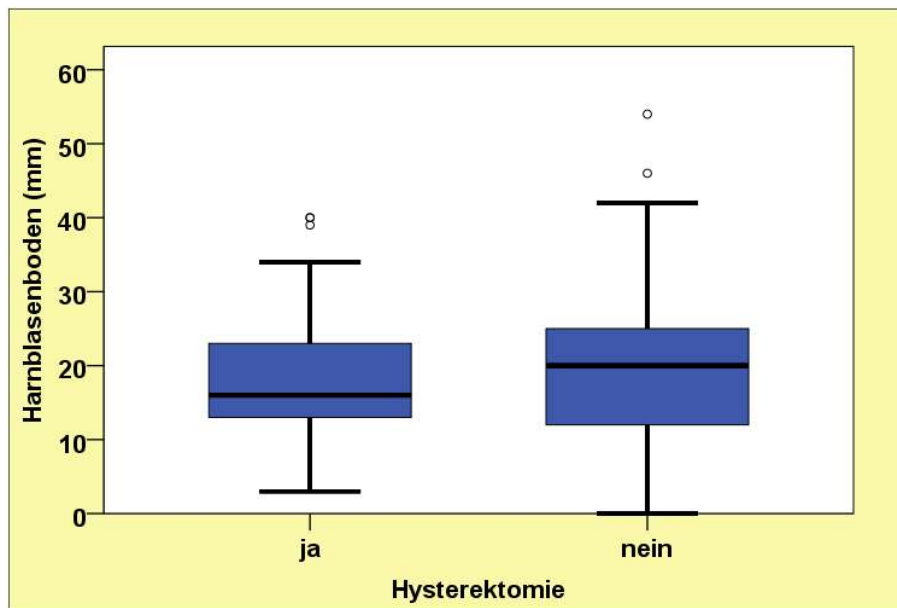


Abbildung 8: Verschiebung des Harnblasenbodens im Pressversuch/Harnblasenboden bei Patientinnen mit vs. ohne HE

Eine Beckenbodeninsuffizienz im vorderen Kompartiment wurde bei 38,3 % ($n = 44$) des gesamten Studienkollektivs diagnostiziert. Bei Betrachtung der Untersuchungsgruppen lag der Anteil der Frauen mit Beckenbodeninsuffizienz im vorderen Kompartiment in der Kohorte ohne HE (45 %, $n = 27$) höher als in der hysterektomierten Gruppe (30,9 %, $n = 17$) (Abbildung 9) (siehe Tabelle 6 im Anhang). Statistisch ergab sich hinsichtlich der Beckenbodeninsuffizienz im vorderen Kompartiment kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Untersuchungsgruppen ($p = 0,130$) (siehe Tabelle 7 im Anhang).

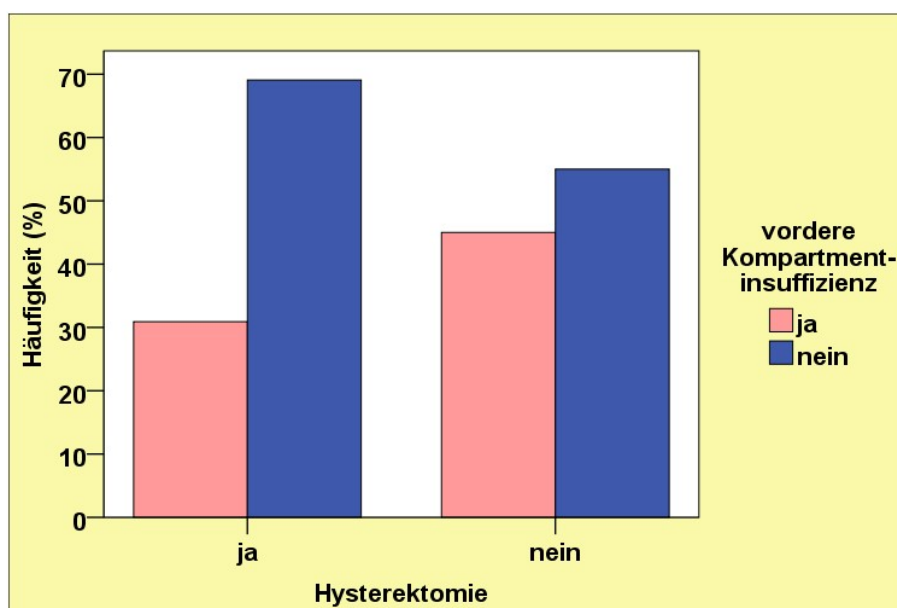


Abbildung 9: Vordere Kompartimentinsuffizienz bei Patientinnen mit vs. ohne HE

3.2.2 Beckenbodeninsuffizienz im mittleren Kompartiment (Cervix uteri/Scheidendach) mit vs. ohne Hysterektomie

Im Gesamtkollektiv lag eine vertikale Verschiebung des Cervix uteri/Scheidendachs im Pressversuch von durchschnittlich 18 mm vor (siehe Tabelle 8 im Anhang). Die mediane Abweichung wurde mit 18 mm bei Patientinnen mit HE und 19 mm bei Patientinnen ohne HE bemessen (Abbildung 10) (siehe Tabelle 8 im Anhang). Der Unterschied in der Cervix-uteri-Verschiebung zwischen den Untersuchungsgruppen unterlag keiner statistischen Signifikanz ($p = 0,799$) (siehe Tabelle 9 im Anhang).

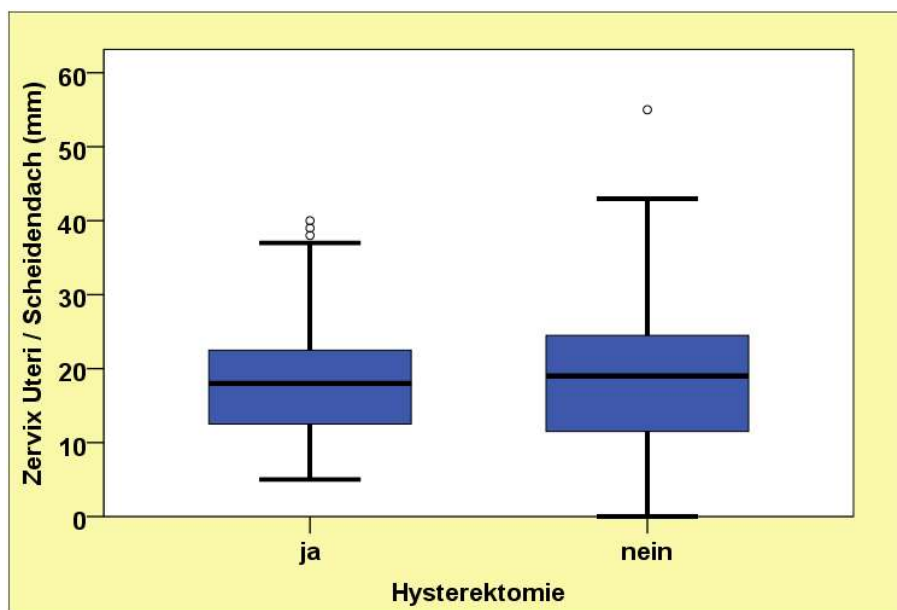


Abbildung 10: Verschiebung der Cervix uteri/des Scheidendachs im Pressversuch bei Patientinnen mit vs. ohne HE

34,5 % ($n = 19$) der hysterektomierten Patientinnen wiesen eine Insuffizienzrate im mittleren Kompartiment auf. Der Anteil in der Kohorte ohne HE lag mit 40 % ($n = 24$) leicht darüber (Abbildung 11) (siehe Tabelle 10 im Anhang). Analog zur Betrachtung der Beckenbodeninsuffizienz im vorderen Kompartiment konnte auch im Bereich des mittleren Kompartiments kein signifikanter Unterschied der Gruppen ($p = 0,569$) in der Diagnosehäufigkeit einer Beckenbodeninsuffizienz festgestellt werden (siehe Tabelle 11 im Anhang).

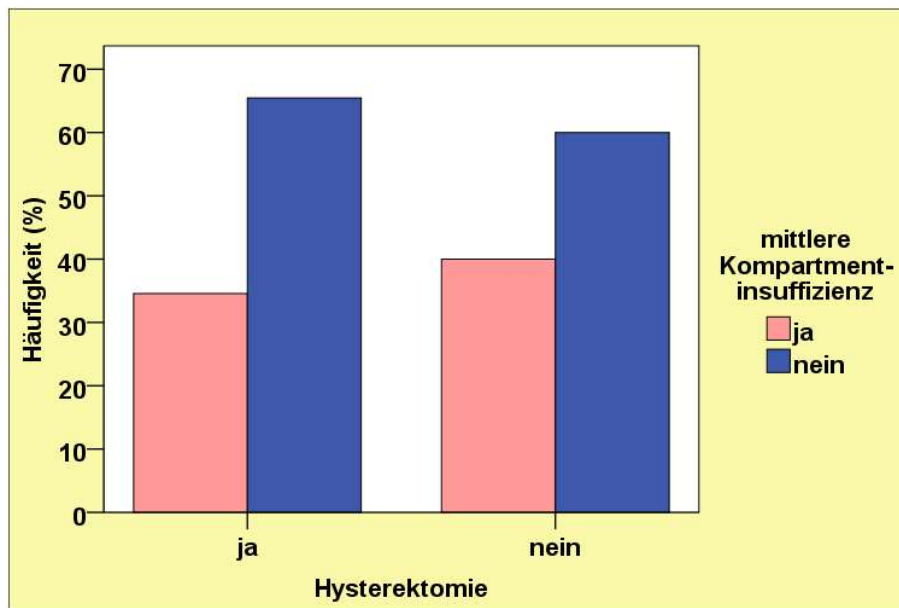


Abbildung 11: Mittlere Kompartimentinsuffizienz bei Patientinnen mit vs. ohne HE

3.2.3 Beckenbodeninsuffizienz im hinteren Kompartiment (anorektaler Übergang) mit vs. ohne Hysterektomie

Die Abstände des anorektalen Übergangs von der PCL wurden mit durchschnittlich 29,50 mm im gesamten Kollektiv bestimmt. In der Gruppe der hysterektomierten Frauen waren die Distanzen mit einem Mittelwert von 27,36 mm geringer als in der Kohorte der Frauen ohne HE mit einer durchschnittlichen Abweichung von 31,47 mm (Abbildung 12) (siehe Tabelle 12 im Anhang). Ein signifikanter Unterschied zwischen den Untersuchungsgruppen wurde durch den Welch-Test ausgeschlossen ($p = 0,149$) (siehe Tabelle 13 im Anhang).

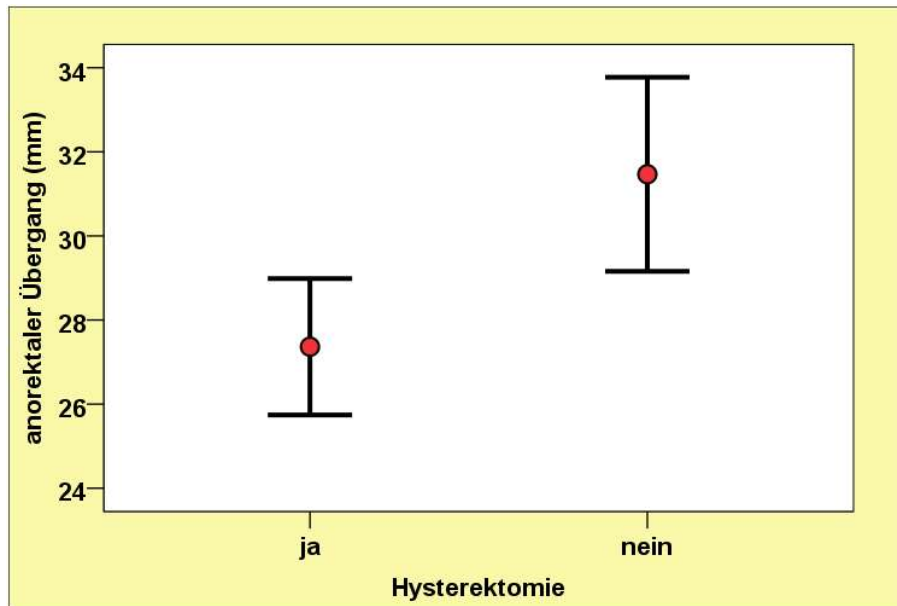


Abbildung 12: Anorektaler Übergang bei Patientinnen mit vs. ohne HE

Insgesamt wiesen 41 der 55 Patientinnen mit HE (74,5 %) und 44 der 60 Studienteilnehmerinnen ohne HE (73,3 %) eine Insuffizienz des hinteren Kompartiments auf (Abbildung 13) (siehe Tabelle 13 im Anhang). Damit war die Inzidenz einer Insuffizienzrate des hinteren Kompartiments in der Gruppe der Frauen mit HE leicht höher. Mit einem ermittelten p-Wert von 1,000 ergab sich beim Vergleich der Gruppen mit vs. ohne HE jedoch kein signifikanter Unterschied für eine Beckenbodeninsuffizienz im hinteren Kompartiment (siehe Tabelle 14 im Anhang).

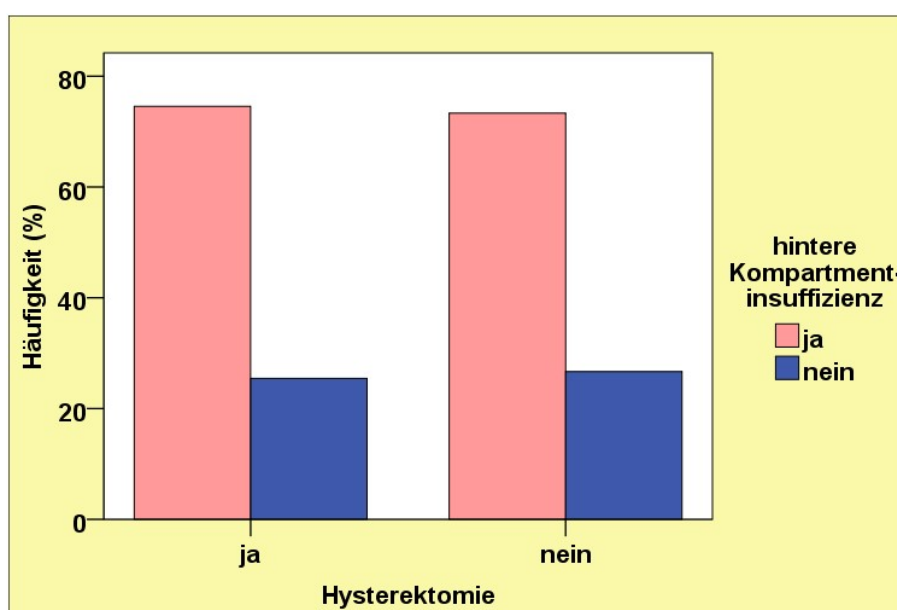


Abbildung 13: Hintere Kompartimentinsuffizienz bei Patientinnen mit vs. ohne HE

3.2.4 Zystozele

Die Diagnostik der Zystozele als Pathologie des vorderen Kompartiments umfasste die längenmäßige Erfassung der Blasenbodenabsenkung von der PCL.

Die mediane Absenkung wurde mit 22 mm bei Patientinnen mit HE und 24 mm bei Studienteilnehmerinnen ohne HE ermittelt (Abbildung 14) (siehe Tabelle 15 im Anhang). Auch bezogen auf die Ausmaße einer symptomatischen Zystozele konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Untersuchungskohorten nachgewiesen werden ($p = 0,519$) (siehe Tabelle 16 im Anhang).

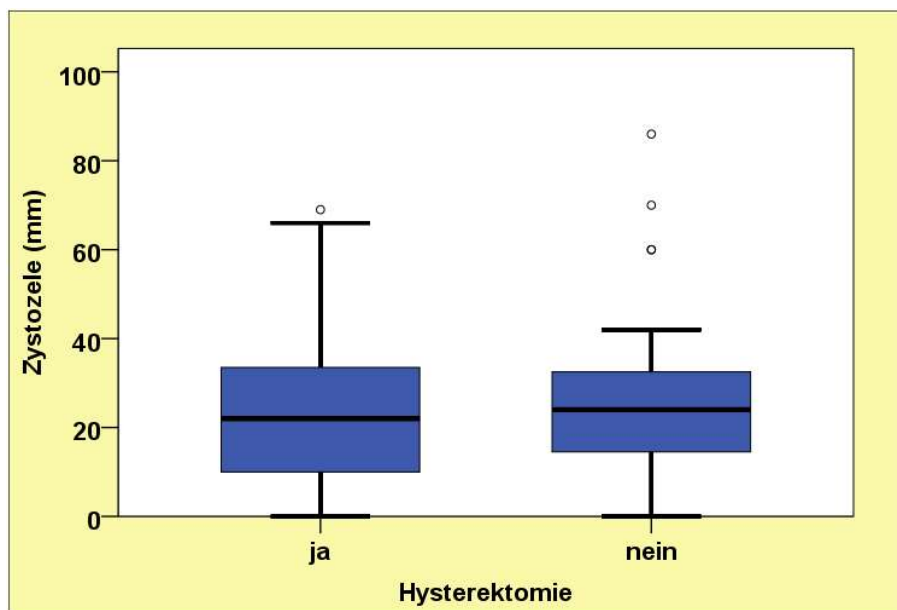


Abbildung 14: Tiefertreten des Harnblasenbodens in mm (Zystozele) bei Patientinnen mit vs. ohne HE

Eine klinisch relevante Zystozele > 30 mm wurde bei 30,9 % ($n = 17$) der hysterektomierten Patientinnen und 26,7 % ($n = 16$) der Frauen ohne HE diagnostiziert (siehe Tabelle 17 im Anhang).

Die statistische Auswertung nach dem Fisher-Test zeigte im Vergleich beider Gruppen bei einem p-Wert von 0,682 keinen signifikanten Unterschied (siehe Tabelle 18 im Anhang).

3.2.5 Enterozele

Eine Enterozele als vertikale Verschiebung der Dünndarmschlingen unterhalb der PCL wurde bei 32,7 % ($n = 18$) der Patientinnen mit HE diagnostiziert. Hingegen wiesen nur 5 % der Frauen ohne HE ($n = 3$) eine Enterozele auf (Abbildung 15) (siehe Tabelle 19 im Anhang). Der

Mann-Whitney-U-Test bestätigte einen hochsignifikanten Unterschied ($p < 0,01$) (siehe Tabelle 20 im Anhang) zwischen den Untersuchungsgruppen bei Betrachtung der Diagnosehäufigkeit einer Enterozele.

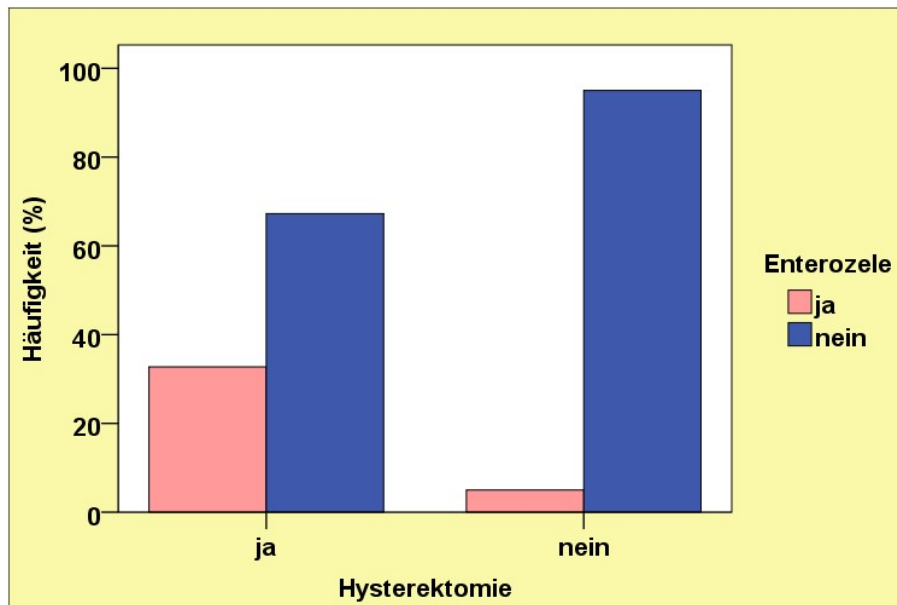


Abbildung 15: Häufigkeit der Enterozelenmanifestation bei Patientinnen mit vs. ohne HE

3.2.6 Douglas-Raum

Im kleinen Becken wurde der Douglas-Raum als Fläche in mm^2 erfasst. Dieser betrug median 202 mm^2 in der Gruppe der hysterektomierten Patientinnen, während die durchschnittliche Fläche bei Frauen ohne HE mit $97,50 \text{ mm}^2$ deutlich kleiner war (Abbildung 16) (siehe Tabelle 21 im Anhang). Der Mann-Whitney-Test bestätigte den Unterschied der Kohorten in Hinblick auf den Douglas-Raum. Die Signifikanz lag bei $0,039$ und damit unter dem Signifikanzniveau von $0,05$ (siehe Tabelle 22 im Anhang).

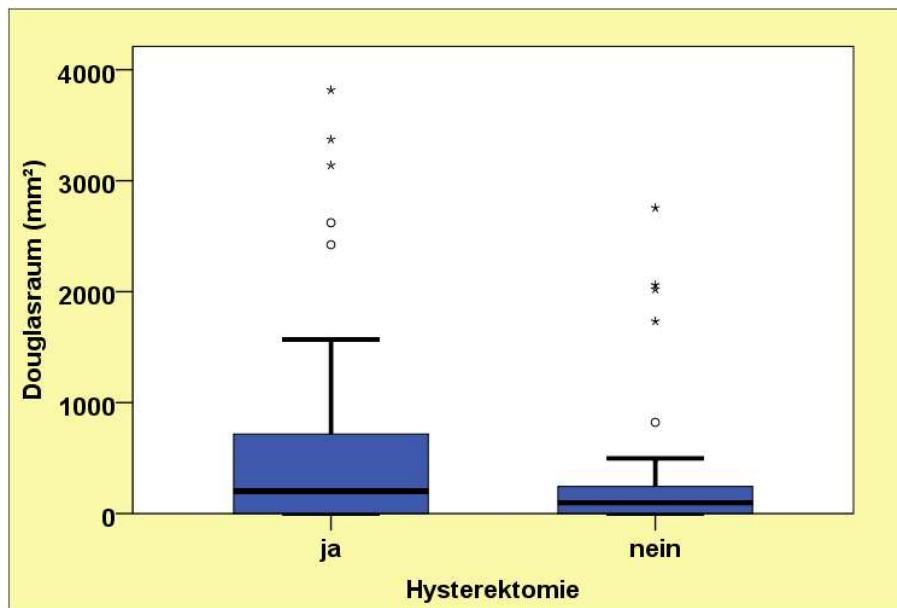


Abbildung 16: Douglas-Raum bei Patientinnen mit vs. ohne HE

3.2.7 Rektozele

Die Rektozele als Pathologie des hinteren Kompartiments wurde durch die Abweichung in mm vom Analkanal ermittelt. Die mediane Größe der Rektozele betrug 30 mm in der Patientenkohorte mit HE und 30,50 mm in der Gruppe ohne HE (Abbildung 17) (siehe Tabelle 23 im Anhang). Gemäß dem Signifikanzniveau von $p = 0,871$ ergab sich daraus kein statistisch gesicherter Unterschied (siehe Tabelle 24 im Anhang).

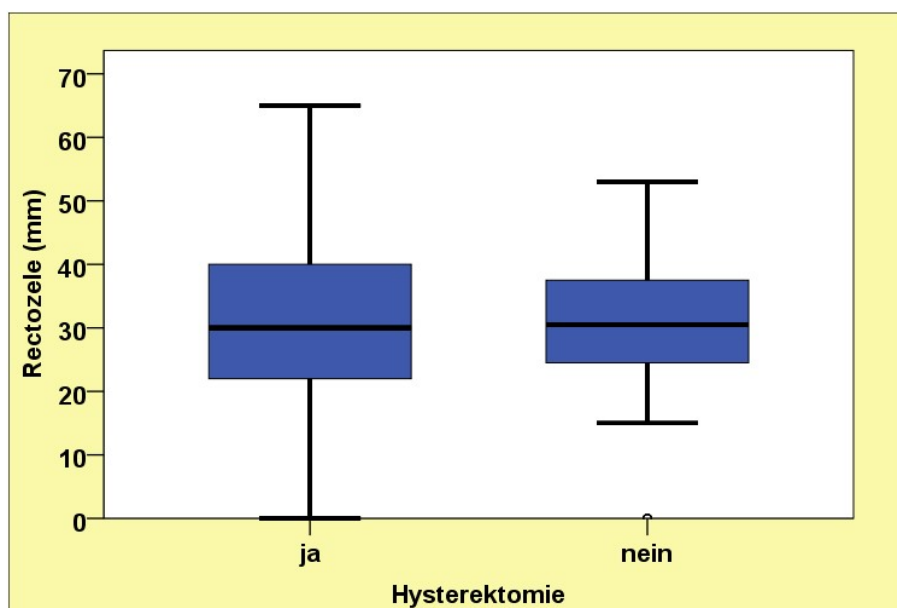


Abbildung 17: Ausbuchtung der Rektumwand in mm (Rektozele) bei Patientinnen mit vs. ohne HE

Im Vergleich wiesen 80 % (n = 48) der Patientinnen aus der Gruppe ohne HE und 78,2 % (n = 43) der Frauen mit HE eine Rektozele > 20 mm auf (siehe Tabelle 25 im Anhang). Die statistische Auswertung nach dem Fisher-Test (siehe Tabelle 26 im Anhang) zeigte bei einem p-Wert von 0,823 keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen.

3.2.8 Intussuszeption

Bei keiner Patientin konnte eine rektorektale Invagination diagnostiziert werden (siehe Tabelle 27 im Anhang). Daher kann keine Auswertung der Intussuszeption in vorliegender Arbeit vorgenommen werden.

4 Diskussion

4.1 Methode der dynamischen Beckenboden-MRT

Mit dem Ziel der vollständigen Untersuchung des Beckenbodens sowie zugehöriger Organe wurde die Methode der dynamischen Beckenboden-MRT gewählt. Das Standarduntersuchungsprotokoll umfasste neben den Übersichtsfrequenzen eine axiale T2TSE- und koronare TRUFI-Sequenz zur Darstellung der Anatomie sowie sagittale, zeitlich hochaufgelöste TRUFI-Einzelschichten zur dynamischen Dokumentation der Beckenbodenbewegung und der Defäkation (Holsteg, 2009).

Die Vorteile dieser radiologischen Diagnostik liegen in der Darstellung des vorderen, mittleren und hinteren Beckenbodenkompartiments samt Pathologien in nur einem Untersuchungsgang. Auch der hohe Patientenkomfort und die fehlende Strahlenbelastung seien diesbezüglich erwähnt (Fürst, 2011). Ein Nachteil der dynamischen Beckenboden-MRT-Untersuchung besteht möglicherweise darin, dass diese in der liegenden, das heißt unphysiologischen Position durchgeführt wird. Bertschinger et al. (2002) konnten in diesem Zusammenhang nachweisen, dass zwar eine Beurteilung aller drei Kompartimente in Rückenlage möglich ist, jedoch die Erkennung von Enterozelen und vorderen Rektozelen in der sitzenden Position überlegen ist.

Alternative Methoden umfassen unter anderem die Sonografie, Endosonografie und konventionelle Defäkografie. Der primäre Nachteil dieser Methoden besteht in der fehlenden Darstellung aller Kompartimente mit Organbezug, wodurch Zusatzuntersuchungen indiziert sind. Des Weiteren unterstützt die konventionelle Defäkografie nur die Abbildung von Veränderungen im hinteren Kompartiment des Beckenbodens, während Abweichungen im vorderen oder mittleren Kompartiment nur unzureichend oder gar nicht diagnostiziert werden. Hierzu ist eine zusätzliche Kontrastierung der spezifischen Organe wie im Rahmen einer Kolpozystorektografie nötig. Auch die erhöhte Strahlenbelastung sowie psychische Beeinträchtigung sind als nachteilig anzusehen (Fürst, 2011).

4.2 Beckenbodenpathologie nach Hysterektomie

Obwohl die HE häufig als Ursache für eine Beckenbodeninsuffizienz genannt wird, widerlegen zahlreiche Studien diesen Zusammenhang (Aukee, Humalajärvi, Kairaluoma, Valpas, Stach-Lempinen, 2018; Abdel-Fattah, Barrington, Yousef & Mostaf, 2004). Zudem konnte im Rahmen einer Matched-Case-Control-Studie eine chronische Lungenerkrankung als einzig signifikanter Risikofaktor für die Reparatur des Beckenbodens nach einer HE bei gutartigen Indikationen identifiziert werden (Blandon et al., 2009).

Konträr zu diesen Veröffentlichungen wurde ein signifikanter Einfluss der HE auf die Beckenbodenfunktion von Patientinnen mit gutartigen gynäkologischen Erkrankungen anhand Harninkontinenz, analer Inkontinenz, Verstopfung und gestörter Defäkation beschrieben (Kocaay, Oztuna, Su, Elhan & Kuzu, 2017).

Einschlägige wissenschaftliche Studien belegen außerdem, dass die HE einen Risikofaktor für einen Beckenbodenorganprolaps darstellen kann (Blandon et al., 2007; Forsgren et al., 2012). Außerdem zeigte sich, dass der Anteil der hysterektomierten Frauen, bei denen ein Beckenbodenrepair durchgeführt wurde, im zeitlichen Verlauf zunimmt. Konkret wurde die Quote mit 3,3 % nach 20 Jahren und 5,1 % nach 30 Jahren ermittelt (Blandon et al., 2007).

Die kumulative Inzidenz eines nachfolgenden Beckenbodenrepair-Eingriffes scheint durch die Indikation zur initialen HE sowie die Art des Eingriffes beeinflusst zu sein (Blandon et al., 2007).

Die vorliegende Studie wurde mit dem Ziel initiiert, etwaige Auswirkungen einer HE auf die Beckenbodenanatomie zu identifizieren. Diesbezüglich wurden bildmorphologische Daten von Frauen mit und ohne HE verglichen. In diese Arbeit wurden nur Patientinnen mit Symptomen einer Beckenbodeninsuffizienz eingeschlossen. Die fehlende Kontrollgruppe ohne Beckenbodeninsuffizienz limitiert die Aussagekraft der ermittelten Daten und verlangt nach Folgeprojekten zur Verifizierung der gewonnenen Erkenntnisse.

Die MR-gestützten Daten belegten, dass die Beckenbodeninsuffizienz am häufigsten im hinteren Kompartiment (73,9 %, n = 85) lokalisiert war, während die Inzidenzen im mittleren und vorderen Kompartiment mit 37,4 % (n = 43) bzw. 38,3 % (n = 44) der untersuchten Fälle als moderat zu bezeichnen sind.

Diese Ergebnisse decken sich mit jenen von Piloni, Tosi & Vernelli (2013) zum obstruktiven Defäkationssyndrom. In dieser 104 Patienten umfassenden Studie befanden sich ebenfalls die häufigsten Anomalien im hinteren Beckenbodenkompartiment (Piloni et al., 2013).

Der Anteil der Zystozelen als Korrelat des vorderen Kompartiments und der Enterozelen als Korrelat des mittleren Kompartiments betrug in unserer Arbeit 28,7 % (n = 33) bzw. 18,3 % (n = 21). Diese Beobachtung steht im Gegensatz zu den Beschreibungen von Sprenger, Lienemann, Arthuber & Reiser (2001), die in ihrer Studie ein Vorherrschen der Zystozele, gefolgt von der Rektozele, als isolierten Organprolaps dokumentierten. Allerdings waren die Einschlusskriterien für die Studienteilnehmerinnen neben subjektiver Beschwerdefreiheit ein nach den International-Continence-Society(ICS)-Kriterien unauffälliger klinisch-gynäkologischer Befund.

Der Vergleich der Häufigkeit der Zystozele mit vs. ohne HE ergab in vorliegender Arbeit keinen signifikanten Unterschied (mit HE: 30,9 %, n = 17; ohne HE: 26,7 %, n = 16). Diesbezüglich kann postuliert werden, dass die HE keinen Einfluss auf die Entstehung einer Beckenbodeninsuffizienz im vorderen Kompartiment hat.

Bei Betrachtung der Insuffizienzen im mittleren Beckenbodenkompartiment konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den Untersuchungsgruppen nachgewiesen werden. So wurden Enterozelen bei 32,7 % (n = 18) der Frauen nach HE und nur bei 5 % (n = 3) der Patientinnen in der Gruppe ohne HE beobachtet. Wir schlussfolgern aus diesen Ergebnissen, dass sich die Effekte der HE mit Bezug auf die Beckenbodenfunktion möglicherweise vermehrt im mittleren Kompartiment manifestieren.

Maglinte et al. (2011) beschrieben die Enterozele als eine Herniation des Dünndarms entweder in den hinteren peritonealen rektovaginalen Raum oder in die Vagina selbst. Zudem bestätigten die Autoren eine Zunahme der Inzidenz von Enterozelen, zurückzuführen auf die Durchtrennung des uterosakralen Bandkomplexes oder angrenzender Faszien. Durch die Schädigung in Höhe der Vaginalspitze tritt neben der Enterozelenbildung auch ein Vaginalgewölbeprolaps auf (Maglinte et al., 2011). Der Verlust der oberen Suspensionsfasern vom Paracolpium und Parametrium nach einer HE als Auslöser für einen Vaginalprolaps wurde von Carter et al. (Carter, Winter, Mendehlsohn, Saye & Richardson 2001) ausgeführt. Darüber hinaus führe die Trennung des Gebärmutterhalses von der rektovaginalen Faszie zu einer apikalen Enterozele. Die Ergebnisse von Carter et al. (2001) unterstützen somit unsere Hypothese bezüglich des mittleren Kompartiments.

In einem Studienprotokoll von Ekanayake et al. (2017) wird die Hypothese postuliert, dass ein Post-Hysterektomie-Vaginalgewölbeprolaps möglicherweise eine seltene Langzeitkomplikation nach einer HE darstellt. Um dies zu verifizieren, bedarf es jedoch einer Nachsorge von mindestens zehn Jahren. Insgesamt fehlen Daten zu Langzeitergebnissen über die Lebensqualität und die Funktion der Beckenorgane nach einer HE; die Resultate der zitierten Studie stehen noch aus (Ekanayake, Pathmeswaran, Kularatna, Herath & Wijesinghe, 2017).

In der bildmorphologischen Auswertung wurde die Fläche des Douglas-Raums während des Pressvorganges und/oder des Defäkationsversuches bestimmt. Im Vergleich beider Gruppen zeigte sich ein signifikanter Häufigkeitsunterschied zugunsten des hysterektomierten Kollektivs. Dies würde bedeuten, dass Frauen nach einer HE häufiger an Symptomen einer Beckenbodeninsuffizienz leiden. Allerdings ließ sich anhand unserer Untersuchungen nicht

ermitteln, welche Art von HE durchgeführt wurde und ob das bildmorphologische Korrelat immer symptomatisch war. In der einschlägigen Literatur finden sich diesbezüglich keine vergleichbaren Daten.

Insgesamt wiesen 74,5 % (n = 41) der Patientinnen mit HE und 73,3 % (n = 44) ohne HE eine Beckenbodeninsuffizienz im hinteren Kompartiment auf. Entsprechend war die Rektozele das am häufigsten identifizierte pathologische Korrelat (79,1 %, n = 91), wobei sich die Inzidenzen zwischen den Untersuchungsgruppen mit und ohne HE nicht signifikant voneinander unterschieden.

In einer Studie von Thapar et al. (2015) wurde die Bedeutung der dynamischen Beckenboden-MRT zur Beurteilung von Pathologien des Beckenbodens untersucht. Dabei trat der anale Deszensus mit 159 von 192 Patienten (82,8 %) am häufigsten auf, gefolgt von Rektozelen (71,5 %, n = 137) und Zystozelen (41,1 %, n = 79) (Thapar, Patankar, Kamat, Thapar & Chemburkar, 2015). Auch in der Studie von Piloni et al. (2013) wurde die Rektozele neben Defekten des M. levator ani als häufigste Anomalie vermerkt. Somit spiegelt die Verteilung der von uns beobachteten Beckenbodenanomalien im Hinblick auf die Rektozele die Ergebnisse der einschlägigen Literatur wider.

Angelehnt an die Veröffentlichung von Blandon et al. (2007) erscheint es zur Risikoabschätzung einer HE unerlässlich, operative Techniken der HE anhand eines großen Patientenguts sowie einer langen Nachbeobachtungszeit in Folgestudien zu untersuchen.

4.3. Schlussfolgerung und Ausblick

In der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass es nach HE möglicherweise häufiger zu Insuffizienzen im mittleren Kompartiment des Beckenbodens kommt. Das Fehlen der Daten für eine genaue Anamnese bezüglich der Symptomatik und der operationstechnischen Details der HE limitieren die Aussagekraft der Arbeit jedoch, sodass lediglich morphologische Folgen der HE im Allgemeinen beschrieben werden konnten. Dennoch ergeben sich aus den vorliegenden Daten interessante Fragestellungen zur Operationstechnik der HE im Hinblick auf die Folgen für die Beckenbodenphysiologie. Die Bedeutung der prophylaktischen Fixation des Vaginalstumpfes zur Stabilisierung des mittleren Beckenbodenkompartiments sollte in einer prospektiv-kontrollierten Studie untersucht werden.

5 Zusammenfassung

5.1 Hintergrund

In zahlreichen Ländern zählt die HE zu den am häufigsten angewendeten operativen Techniken im Fachbereich Gynäkologie. Im Jahr 2006 wurden etwa 153 000 Patientinnen in Deutschland hysterektomiert.

Als Indikationen für eine HE gelten benigne Erkrankungen der weiblichen Genitalorgane. Die HE gilt nicht als geeignete Operation zur Korrektur einer Deszensusproblematik oder Harninkontinenz. Allerdings wird sie bei vorliegenden Pathologien bzw. Symptomen häufig in Verbindung mit anderen Indikationen oder im Hinblick auf eine onkologische Prophylaxe durchgeführt. Trotz des unterschiedlichen Zugangsweges ähneln sich die laparoskopische HE und die abdominelle HE in Bezug auf Indikation, operative Schritte, Standards und Komplikationen (Hofmann, 2009). Im bundesweiten Vergleich waren die HE-Raten aufgrund benigner Erkrankungen in Hamburg mit 213,8 Patientinnen pro 100 000 Personenjahren am niedrigsten und in Mecklenburg-Vorpommern mit 361,9 Operationen pro 100 000 Personenjahren am höchsten (Stang, Merrill & Kuss, 2011).

In vorliegender Studie wurden die Auswirkungen der HE auf die funktionelle Anatomie des Beckenbodens anhand dynamischer MRT-Untersuchungen bei Patientinnen mit Symptomen einer Beckenbodeninsuffizienz und durchgeführter HE im Vergleich zu Frauen mit Symptomen einer Beckenbodeninsuffizienz ohne HE untersucht. Die Magnetresonanztomografie stellt aufgrund der fehlenden Strahlenbelastung eine geeignete Untersuchungstechnik dar, gerade für junge Frauen. In der sagittalen Ebene können mit nur einer Untersuchung alle drei Kompartimente des Beckenbodens beurteilt werden.

Bedauerlicherweise ist diese Untersuchungstechnik zur Beckenbodeninsuffizienz rezent nicht weit verbreitet. So stellt es für die Patientinnen einen größeren Aufwand dar, die Röntgen-Defäkografie zu umgehen. In Anbetracht der hohen physischen wie psychischen Belastung der Betroffenen erscheint die großzügige Überweisung an ein Beckenbodenzentrum unerlässlich.

5.2 Material und Methoden

Diese Arbeit stellte eine retrospektive Auswertung von Informationen dar, welche von März 2005 bis Dezember 2006 erhoben wurden. Die bildmorphologischen Daten wurden mittels einer dynamischen Beckenboden-MRT erfasst. In der Studie wurden Daten von 60 Patientinnen mit einer Beckenbodeninsuffizienz ohne HE mit jenen von 55 Patientinnen mit einer

Beckenbodeninsuffizienz und HE verglichen. Die Arbeit konnte somit Aufschluss über die Konsequenzen der HE in Bezug auf die funktionelle Anatomie des Beckenbodens geben.

5.3 Ergebnisse

In unseren Ergebnissen zeigten sich beim Vergleich beider Gruppen (HE vs. ohne HE) keine signifikanten Häufigkeitsunterschiede einer Beckenbodeninsuffizienz in den drei Kompartimenten.

Diese Ergebnisse widersprechen der allgemeingültigen Aussage, welche von Müller et al. (2010) verifiziert wurde, dass hysterektomierte Frauen ein erhöhtes Risiko für einen nachfolgenden Deszensus oder einer Inkontinenz aufweisen.

Entero- und Peritoneozelen traten signifikant häufiger in der Gruppe der hysterektomierten Frauen auf. Dies lässt sich durch die Funktion des Uterus als Statthalter erklären. Dementsprechend entsteht nach einer HE ein freier Raum, welcher in der Spätphase des Pressvorgangs mit Intestinum oder Fett gefüllt wird.

Die Diagnosehäufigkeit von Rektozelen und Zystozelen war zwischen dem hysterektomierten und nicht hysterektomierten Kollektiv vergleichbar. Auffallend hoch erschien der Anteil von 80 % der Patientinnen ohne HE, welche eine Rektozele > 2 cm aufwiesen.

5.4 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse dieser Studie können die allgemeingebräuchliche Aussage, nach welcher die Hysterektomie die funktionelle Anatomie des Beckenbodens verändert, nicht unterstützen. Allerdings bedarf es einer Festigung der Ergebnisse anhand größerer Patientinnenkollektive unter Einbeziehung einer Kontrollgruppe ohne Beckenbodeninsuffizienz.

6 Summary

6.1 Background

In many countries, hysterectomies count amongst the most common procedures in the field of surgical gynaecology. In 2006, about 153,000 patients underwent hysterectomy in Germany.

Primary indications for hysterectomy are benign diseases of the female genital organs. Hysterectomy is not considered an appropriate surgery to correct a descensus problem or urinary incontinence. However, hysterectomy is often performed in conjunction with other specific indications like bleeding disorders or with regard to oncological prophylaxis of cervical or corpus carcinoma. In a nationwide comparison, hysterectomy rates due to benign diseases were lowest in Hamburg, with 213.8 patients per 100 000 person-years, and highest in Mecklenburg-Vorpommern, with 361.9 surgeries per 100 000 person-years (Stang, Merrill & Kuss, 2011).

In this thesis, the effects of hysterectomy on the functional anatomy of the pelvic floor was investigated using dynamic MRI scans in patients with symptoms of pelvic floor insufficiency compared with women with symptoms of pelvic floor insufficiency without hysterectomy. Due to the lack of radiation exposure, magnetic resonance imaging is especially suited for young women. In the sagittal plane, all three compartments of the pelvic floor can be assessed by only one examination.

Unfortunately, this examination technique for pelvic floor insufficiency is still not widely used. Thus, it represents a greater effort for patients to bypass x-ray defaecography. Considering the high physical as well as psychological burden of the affected persons, the generous referral to a pelvic floor center seems crucial.

6.2 Material and Methods

Data from 115 female patients with pelvic floor insufficiency who had undergone dynamic pelvic floor MRI between March 2005 and December 2006 were analyzed retrospectively. Out of 115 patients, a total of 55 was hysterectomized. This thesis provides information on the consequences of hysterectomy in relation to the functional anatomy of the pelvic floor.

6.3 Results

Our findings did not reveal any significant frequency differences in radiological abnormalities in the comparison of women with and without HE. These results contradict the generally accepted statement, which was also verified by Müller et al. (2010), that hysterectomized women have an increased risk of subsequent descensus or incontinence.

Entero- and peritoneoceles occurred significantly more frequently in the group of hysterectomized women. This may be explained by the function of the uterus as a “placeholder”. Accordingly, a free space is created after hysterectomy, which is filled with intestine or fat in the late phase of the pressing process.

The diagnostic frequency of rectoceles and cystoceles was comparable between the hysterectomized and nonhysterectomized collectives. The proportion of 80% of patients without HE who exhibited a rectocele > 2 cm appeared strikingly high.

6.4 Conclusions

In conclusion, the generally accepted statement that a hysterectomy alters the functional anatomy of the pelvic floor should be considered and used in a differentiated manner. However, there is a need to consolidate the results on the basis of larger patient populations.

7 Literaturverzeichnis

Abdel-Fattah, M., J. Barrinton, M. Yousef, A. Mostafe (2004). Effect of abdominal hysterectomy on pelvic floor function. Obstet Gynecol Surv **59**(4): 299-304.

Altman, D., F. Granath, S. Cnattingius and C. Falconer (2007). "Hysterectomy and risk of stress-urinary-incontinence surgery: nationwide cohort study." Lancet **370**(9597): 1494-1499.

Aukee, P., N. Humalajärvi, M. V. Kairaluoma, A. Valpas, B. Stach-Lempinen (2018). Patient-reported pelvic floor symptoms 5 years after hysterectomy with or without prolapse surgery. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol **228**: 53-56.

Ayoubi, J. M., R. Fanchin, X. Monrozies, P. Imbert, J. M. Reme and J. C. Pons (2003). "Respective consequences of abdominal, vaginal, and laparoscopic hysterectomies on women's sexuality." Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol **111**(2): 179-182.

Azpiroz, F., P. Enck and W. E. Whitehead (2002). "Anorectal functional testing: review of collective experience." Am J Gastroenterol **97**(2): 232-240.

Bachmann, G. A. (1990). "Hysterectomy. A critical review." J Reprod Med **35**(9): 839-862.
Benassi, L., T. Rossi, C. T. Kaihura, L. Ricci, L. Bedocchi, B. Galanti and E. Vadora (2002). "Abdominal or vaginal hysterectomy for enlarged uteri: a randomized clinical trial." Am J Obstet Gynecol **187**(6): 1561-1565.

Bertschinger, K. M., F. H. Hetzer, J. E. Roos, K. Treiber, B. Marincek, P. R. Hilfiker. "Dynamic MR imaging of the pelvic floor performed with patient sitting in an open-magnet unit versus with patient supine in a closed-magnet unit". Radiology. **2002**(223): 501–508.

Blandon, R. E., A. E. Bharucha, L. J. Melton, 3rd, C. D. Schleck, E. O. Babalola, A. R. Zinsmeister and J. B. Gebhart (2007). "Incidence of pelvic floor repair after hysterectomy: A population-based cohort study." Am J Obstet Gynecol **197**(6): 664.e661-667.

Blandon, R. E., A. E. Bharucha, L. J. Melton, 3rd, C. D. Schleck, A. R. Zinsmeister and J. B. Gebhart (2009). "Risk factors for pelvic floor repair after hysterectomy." Obstet Gynecol **113**(3): 601-608.

Boyle, D. J., C. H. Knowles, J. Murphy, C. Bhan, N. S. Williams, S. M. Scott and P. J. Lunniss (2012). "The effects of age and childbirth on anal sphincter function and morphology in 999 symptomatic female patients with colorectal dysfunction." Dis Colon Rectum **55**(3): 286-293.

Buchmann, P. (1998a). "Anatomic elements for pelvic floor descensus and anal incontinence." Coloproctology **20**(4): 148 - 153.

Buchmann, P. (1998b). "Anatomische Grundlagen bei Descensus perinei und Analinkontinenz." Coloproctology **20**(4): 141-147.

Carter, J. E., M. Winter, S. Mendehlsohn, W. Saye and A. C. Richardson (2001). "Vaginal vault suspension and enterocele repair by Richardson-Saye laparoscopic technique: description of training technique and results." Jsls **5**(1): 29-36.

Chiarelli, P., B. Murphy and J. Cockburn (2004). "Promoting urinary continence in postpartum women: 12-month follow-up data from a randomised controlled trial." Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct **15**(2): 99-105; discussion 105.

DeLancey, J. O. (1992). "Anatomic aspects of vaginal eversion after hysterectomy." Am J Obstet Gynecol **166**(6 Pt 1): 1717-1724; discussion 1724-1718.

DeLancey, J. O. (1993a). "Anatomy and biomechanics of genital prolapse." Clin Obstet Gynecol **36**(4): 897-909.

DeLancey, J. O. (1993b). "Childbirth, continence, and the pelvic floor." N Engl J Med **329**(26): 1956-1957.

Delemarre, J. B., R. H. Kruyt, J. Doornbos, M. Buyze-Westerweel, J. B. Trimbos, J. Hermans and H. G. Gooszen (1994). "Anterior rectocele: assessment with radiographic defecography, dynamic magnetic resonance imaging, and physical examination." Dis Colon Rectum **37**(3): 249-259.

Ekanayake, C., A. Pathmeswaran, S. Kularatna, R. Herath and P. Wijesinghe (2017). "Cost evaluation, quality of life and pelvic organ function of three approaches to hysterectomy for benign uterine conditions: study protocol for a randomized controlled trial." Trials **18**(1): 565.

Flory, N., F. Bissonnette and Y. M. Binik (2005). "Psychosocial effects of hysterectomy: literature review." J Psychosom Res **59**(3): 117-129.

Forsgren, C., C. Lundholm, A. L. V. Johansson, S. Cnattingius, J. Zetterström, D. Altman (2012). Vaginal hysterectomy and risk of pelvic organ prolapse and stress urinary incontinence surgery. Int Urogynecol J **23**(1): 43.8.

Furst, A., L. Hutzel, M. Rentsch, A. Beham, H. Spatz and K. W. Jauch (2000). "[Coloproctological diseases of the pelvic floor]." Radiologe **40**(5): 446-450.

Fürst, A. D. (2011). "Beckenbodeninsuffizienz – Prolapserkrankungen – Stuhlinkontinenz." Allgemein- und Viszeralchirurgie up2date **5**(01): 67 - 86.

Germer, C. T. (2013). "[Pelvic floor and anal incontinence: diagnostics and therapy]." Chirurg **84**(1): 5-6.

Graefe, F., J. Marschke, T. Dimpfl and R. Tunn (2012). "Vaginal Vault Suspension at Hysterectomy for Prolapse - Myths and Facts, Anatomical Requirements, Fixation Techniques, Documentation and Cost Accounting." Geburtshilfe Frauenheilkd **72**(12): 1099-1106.

Hasson, H. M. (1993). "Cervical removal at hysterectomy for benign disease. Risks and benefits." J Reprod Med **38**(10): 781-790.

Healy, J. C., S. Halligan, R. H. Reznick, S. Watson, R. K. Phillips and P. Armstrong (1997). "Patterns of prolapse in women with symptoms of pelvic floor weakness: assessment with MR imaging." Radiology **203**(1): 77-81.

Herold, A. (2001). "Diagnostik und chirurgische Therapie der chronischen Obstipation." Viszeralchirurgie **36**(04): 196-202.

- Herold, A. (2006). "Koloproktologische Klassifikation und Einteilung der Beckenbodenfunktionsstörungen." Viszeralchirurgie **41**(03): 163-168.
- Hirsch, A. (1885). Biographisches Lexikon der hervorragenden Ärzte aller Zeiten und Völker. Band 2, Leipzig, 438f.
- Hjartardottir, S., J. Nilsson, C. Petersen and G. Lingman (1997). "The female pelvic floor: a dome--not a basin." Acta Obstet Gynecol Scand **76**(6): 567-571.
- Hofmann, R. (2009). Inkontinenz- und Deszensuschirurgie der Frau, Springer
- Holsteg, K. (2007). Informationsblatt MVZ, Diagnostikzentrum Marburg.
- Holsteg, K (2009). "Dynamisches Beckenboden-MRT (Kernspin-Defäkografie)." Hessisches Ärzteblatt **12**: 775-778.
- Jelovsek, J. E., C. Maher and M. D. Barber (2007). "Pelvic organ prolapse." Lancet **369**(9566): 1027-1038.
- Kelvin, F. M., D. S. Hale, D. D. Maglinte, B. J. Patten and J. T. Benson (1999). "Female pelvic organ prolapse: diagnostic contribution of dynamic cystoproctography and comparison with physical examination." AJR Am J Roentgenol **173**(1): 31-37.
- Kocaay, A. F., D. Oztuna, A. S. Filiz, A. H. Elhan, M. A. Kuzu (2017). Effects of Hysterectomy on Pelvic Floor Disorders: A Longitudinal Study. Dis Colon Rectum **60**(3): 303-310.
- Kretz, O. (2004). Sobotta-Malbuch Anatomie. Becken/Beckenorgane, Elsevier Urban & Fischer.
- Lee, C. Y., C. J. Tseng, C. H. Chang, M. C. Lee, Y. C. Ou and S. F. Yang (2019). "Effect of modified laparoscopic hysterectomy on pelvic floor function: A retrospective observational study." Medicine (Baltimore) **98**(8): e14616.
- Lembo, A. and M. Camilleri (2003). "Chronic constipation." N Engl J Med **349**(14): 1360-1368.
- Lermann, J. H., S. P. Renner, M. Winkler, A. Müller, T. Hildebrandt, A. Boosz, M. W. Beckmann, A. Wischnik and F. Pauli (2010). "Genitalvorfall: Symptomatik, Diagnostik und Therapie." Frauenheilkunde up2date **4**(02): 111-133.
- Lienemann, A., C. Anthuber, A. Baron, P. Kohz and M. Reiser (1997). "Dynamic MR colpocystorectography assessing pelvic-floor descent." Eur Radiol **7**(8): 1309-1317.
- Maglinte, D. D., C. I. Bartram, D. A. Hale, J. Park, M. D. Kohli, B. W. Robb, S. Romano and J. C. Lappas (2011). "Functional imaging of the pelvic floor." Radiology **258**(1): 23-39.
- Maglinte, D. D., F. M. Kelvin, K. Fitzgerald, D. S. Hale and J. T. Benson (1999). "Association of compartment defects in pelvic floor dysfunction." AJR Am J Roentgenol **172**(2): 439-444.

- Matzel, K. E., U. Stadelmaier and W. Hohenberger (2004). "Innovations in fecal incontinence: sacral nerve stimulation." Dis Colon Rectum **47**(10): 1720-1728.
- Moll, K. J. (2006). Anatomie. Kurzlehrbuch zum Gegenstandskatalog, Elsevier Urban & Fischer.
- Müller, A., F. Thiel, H. Binder, R. Strick, R. Dittrich, P. Oppelt and M. W. Beckmann (2007). "Myome – Entstehung, Diagnostik und Therapie." Frauenheilkunde up2date **1**(02): 109-127.
- Müller, A., F. C. Thiel, S. P. Renner, M. Winkler, L. Häberle and M. W. Beckmann (2010). "Hysterectomy-a comparison of approaches." Dtsch Arztebl Int **107**(20): 353-359.
- Munro, M. G. (1997). "Supracervical hysterectomy: ... a time for reappraisal." Obstet Gynecol **89**(1): 133-139.
- Naumann, G. and H. Kölbl (2002). "Diagnostik und Therapie von Zystozele, Rektozele und Vaginalprolaps." Der Urologe, Ausgabe B **42**(3): 231-243.
- Piloni, V., P. Tosi and M. Vernelli (2013). "MR-defecography in obstructed defecation syndrome (ODS): technique, diagnostic criteria and grading." Tech Coloproctol **17**(5): 501-510.
- Rohen J. (1992). Topografische Anatomie. Becken und Genitalapparat., Stuttgart: Schattauer.
- Rosen, H. R. (2002). "Modern concepts for the treatment of fecal incontinence." Acta Chir Jugosl **49**(2): 23-24.
- Schmeiser, G. and R. Putz (2000). "[The anatomy and function of the pelvic floor]." Radiologe **40**(5): 429-436.
- Schmolling, J., E. Göpfert and H. C. Kolberg (2004). "Auswirkungen von Schwangerschaft und Geburt auf den weiblichen Beckenboden." Der Gynäkologe **37**(11): 989-995.
- Schwandner, O., F. Poschenrieder, H. B. Gehl and H. P. Bruch (2004). "[Differential diagnosis in descending perineum syndrome]." Chirurg **75**(9): 850-860.
- Schwandner, T., I. R. König, T. Heimerl, W. Kierer, M. Roblick, R. Bouchard, T. Unglaube, P. Holch, A. Ziegler and G. Kolbert (2010). "Triple target treatment (3T) is more effective than biofeedback alone for anal incontinence: the 3T-AI study." Dis Colon Rectum **53**(7): 1007-1016.
- Smith, F. J., C. D. Holman, R. E. Moorin and N. Tsokos (2010). "Lifetime risk of undergoing surgery for pelvic organ prolapse." Obstet Gynecol **116**(5): 1096-1100.
- Sprenger, D., A. Lienemann, C. Anthuber and M. Reiser (2001). "Funktionelle MRT des Beckenbodens." Der Gynäkologe **34**(1): 24-30.
- Stang, A., R. M. Merrill and O. Kuss (2011). "Hysterectomy in Germany: a DRG-based nationwide analysis, 2005-2006." Dtsch Arztebl Int **108**(30): 508-514.
- Thapar, R. B., R. V. Patankar, R. D. Kamat, R. R. Thapar and V. Chemburkar (2015). "MR defecography for obstructed defecation syndrome." Indian J Radiol Imaging **25**(1): 25-30.

Thill, M., A. Hornemann, D. Fischer, K. Diedrich and C. Altgassen (2008). "Vaginale und abdominale Hysterektomie." Der Gynäkologe **41**(5): 328-336.

Tsunoda, A., M. Shibusawa, G. Kamiyama, M. Kusano, Y. Shimizu and T. Yanaihara (1999). "The effect of vaginal delivery on the pelvic floor." Surg Today **29**(12): 1243-1247.

Tunn, R. and E. Petri (2003). "Introital and transvaginal ultrasound as the main tool in the assessment of urogenital and pelvic floor dysfunction: an imaging panel and practical approach." Ultrasound Obstet Gynecol **22**(2): 205-213.

Uustal Fornell, E., G. Wingren and P. Kjolhede (2004). "Factors associated with pelvic floor dysfunction with emphasis on urinary and fecal incontinence and genital prolapse: an epidemiological study." Acta Obstet Gynecol Scand **83**(4): 383-389.

Whiteman, M. K., S. D. Hillis, D. J. Jamieson, B. Morrow, M. N. Podgornik, K. M. Brett and P. A. Marchbanks (2008). "Inpatient hysterectomy surveillance in the United States, 2000-2004." Am J Obstet Gynecol **198**(1): 34.e31-37.

Zubke, W., E. Solomayer, C. Gardanis and D. Wallwiener (2006). "Allgemeine Gynäkologie. Geschichte der Hysterektomie. Teil 3." Geburtshilfe Frauenheilkd **66**(03): 315-318.

Zubke, W. and D. Wallwiener (2004). "Neue Formen der Hysterektomie bei benignen uterinen Erkrankungen." Geburtshilfe Frauenheilkd **64**(03): 320-321.

8 Anhang

8.1 Tabellen

Hysterektomie	Mittelwert	Standardabweichung	Median	Minimum	Maximum	N
ja	19,58	13,366	16,00	3	89	55
nein	19,78	10,891	20,00	0	54	60
Insgesamt	19,69	12,084	18,00	0	89	115

Tabelle 4: Verschiebung des Harnblasenbodens bei Patientinnen mit vs. ohne Hysterektomie [mm]

	Harnblasenboden
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,507

Tabelle 5: Mann-Whitney-U-Test zur Verschiebung des Harnblasenbodens

		Hysterektomie		Gesamt	
		ja	nein		
Vordere Kompartimentinsuffizienz	ja	Anzahl	17	27	44
		% innerhalb von vorderer Kompartimentinsuffizienz	38,6 %	61,4 %	100,0 %
		% innerhalb von Hysterektomie	30,9 %	45,0 %	38,3 %
	nein	Anzahl	38	33	71
		% innerhalb von vorderer Kompartimentinsuffizienz	53,5 %	46,5 %	100,0 %
		% innerhalb von Hysterektomie	69,1 %	55,0 %	61,7 %
Gesamt		Anzahl	55	60	115
		% innerhalb von vorderer Kompartimentinsuffizienz	47,8 %	52,2 %	100,0 %
		% innerhalb von Hysterektomie	100,0 %	100,0 %	100,0 %

Tabelle 6: Diagnosehäufigkeit einer vorderen Kompartimentinsuffizienz bei Patientinnen mit vs. ohne HE

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	2,412	1	,120		
Exakter Test nach Fisher				,130	,087
Anzahl der gültigen Fälle	115				

Tabelle 7: Fisher-Test zur Diagnosehäufigkeit einer vorderen Kompartimentinsuffizienz

Hysterektomie	Mittelwert	Standardabweichung	Median	Minimum	Maximum	N
ja	18,89	8,900	18,00	5	40	55
nein	19,60	11,092	19,00	0	55	60
Insgesamt	19,26	10,066	18,00	0	55	115

Tabelle 8: Verschiebung der Cervix uteri/Scheidendach bei Patientinnen mit vs. ohne HE [mm]

	Cervix uteri/Scheidendach
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,799

Tabelle 9: Mann-Whitney-U-Test zur Verschiebung der Cervix uteri/Scheidendach

			Hysterektomie		Gesamt
			ja	nein	
Mittlere Kompartimentinsuffizienz	ja	Anzahl	19	24	43
		% innerhalb von mittlerer Kompartimentinsuffizienz	44,2 %	55,8 %	100,0 %
		% innerhalb von Hysterektomie	34,5 %	40,0 %	37,4 %
	nein	Anzahl	36	36	72
		% innerhalb von mittlerer Kompartimentinsuffizienz	50,0 %	50,0 %	100,0 %
		% innerhalb von Hysterektomie	65,5 %	60,0 %	62,6 %
Gesamt	Anzahl	55	60	115	
	% innerhalb von mittlerer Kompartimentinsuffizienz	47,8 %	52,2 %	100,0 %	
	% innerhalb von Hysterektomie	100,0 %	100,0 %	100,0 %	

Tabelle 10: Diagnosehäufigkeit einer mittleren Kompartimentinsuffizienz bei Patientinnen mit vs. ohne HE

	Wert	Df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,365	1	,546		
Exakter Test nach Fisher				,569	,341
Anzahl der gültigen Fälle	115				

Tabelle 11: Fisher-Test zur Diagnosehäufigkeit einer mittleren Kompartimentinsuffizienz

Hysterektomie	Mittelwert	Standard- abweichung	Standardfehler des Mittelwertes	Median	Minimum	Maximum	N
ja	27,36	12,027	1,622	28,00	1	50	55
nein	31,47	17,874	2,308	28,00	-24	64	60
Insgesamt	29,50	15,430	1,439	28,00	-24	64	115

Tabelle 12: Länge des anorektalen Übergangs bei Patientinnen mit vs. ohne HE [mm]

		Hysterektomie		Gesamt	
		ja	nein		
Hintere Kompartiment- insuffizienz	ja	Anzahl	41	44	85
		% innerhalb von hinterer Kompartimentinsuffizienz	48,2 %	51,8 %	100,0 %
		% innerhalb von Hysterektomie	74,5 %	73,3 %	73,9 %
	nein	Anzahl	14	16	30
		% innerhalb von hinterer Kompartimentinsuffizienz	46,7 %	53,3 %	100,0 %
		% innerhalb von Hysterektomie	25,5 %	26,7 %	26,1 %
Gesamt	Anzahl	55	60	115	
	% innerhalb von hinterer Kompartimentinsuffizienz	47,8 %	52,2 %	100,0 %	
	% innerhalb von Hysterektomie	100,0 %	100,0 %	100,0 %	

Tabelle 13: Diagnosehäufigkeit einer hinteren Kompartimentinsuffizienz bei Patientinnen mit vs. ohne HE

	Wert	df	Asymptotische Signi- fikanz (2-seitig)	Exakte Signi- fikanz (2-seitig)	Exakte Signi- fikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,022	1	,882		
Exakter Test nach Fisher				1,000	,526
Anzahl der gültigen Fälle	115				

Tabelle 14: Fisher-Test zur Diagnosehäufigkeit einer hinteren Kompartimentinsuffizienz

Hysterektomie	Mittelwert	Standard- abweichung	Median	Minimum	Maximum	N
ja	23,02	17,305	22,00	0	69	55
nein	25,07	16,618	24,00	0	86	60
Insgesamt	24,09	16,907	23,00	0	86	115

Tabelle 15: Länge der Zystozele bei Patientinnen mit vs. ohne HE [mm]

	Zystozele
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,519

Tabelle 16: Mann-Whitney-U-Test zur Länge der Zystozele

			Hysterektomie		Gesamt
			ja	nein	
Zystozele (> 30 mm)	ja	Anzahl	17	16	33
		% innerhalb von Zystozele (> 30 mm)	51,5 %	48,5 %	100,0 %
		% innerhalb von Hysterektomie	30,9 %	26,7 %	28,7 %
	nein	Anzahl	38	44	82
		% innerhalb von Zystozele (> 30 mm)	46,3 %	53,7 %	100,0 %
		% innerhalb von Hysterektomie	69,1 %	73,3 %	71,3 %
Gesamt	Anzahl	55	60	115	
	% innerhalb von Zystozele (> 30 mm)	47,8 %	52,2 %	100,0 %	
	% innerhalb von Hysterektomie	100,0 %	100,0 %	100,0 %	

Tabelle 17: Diagnosehäufigkeit einer Zystozele (> 30 mm) bei Patientinnen mit vs. ohne HE

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,252	1	,615		
Exakter Test nach Fisher				,682	,383
Anzahl der gültigen Fälle	115				

Tabelle 18: Fisher-Test zur Diagnosehäufigkeit einer Zystozele

			Hysterektomie		Gesamt
			ja	Nein	
Enterozele	ja	Anzahl	18	3	21
		% innerhalb von Enterozele	85,7 %	14,3 %	100,0 %
		% innerhalb von Hysterektomie	32,7 %	5,0 %	18,3 %
	nein	Anzahl	37	57	94
		% innerhalb von Enterozele	39,4 %	60,6 %	100,0 %
		% innerhalb von Hysterektomie	67,3 %	95,0 %	81,7 %
Gesamt	Anzahl	55	60	115	
	% innerhalb von Enterozele	47,8 %	52,2 %	100,0 %	
	% innerhalb von Hysterektomie	100,0 %	100,0 %	100,0 %	

Tabelle 19: Diagnosehäufigkeit einer Enterozele bei Patientinnen mit vs. ohne HE

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	14,780	1	,000		
Exakter Test nach Fisher				,000	,000
Anzahl der gültigen Fälle	115				

Tabelle 20: Fisher-Test zur Diagnosehäufigkeit einer Enterozele

Hysterektomie	Mittelwert	Standardabweichung	Median	Minimum	Maximum	N
ja	591,35	916,305	202,00	0	3817	55
nein	264,78	540,568	97,50	0	2755	60
Insgesamt	420,97	758,808	131,00	0	3817	115

Tabelle 21: Fläche des Douglas-Raumes bei Patientinnen mit vs. ohne HE [mm²]

	Douglas-Raum
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,039

Tabelle 22: Mann-Whitney-U-Test zur Fläche des Douglas Raumes

Hysterektomie	Mittelwert	Standardabweichung	Median	Minimum	Maximum	N
ja	29,47	16,270	30,00	0	65	55
nein	30,02	13,053	30,50	0	53	60
Insgesamt	29,76	14,616	30,00	0	65	115

Tabelle 23: Länge der Rektozele bei Patientinnen mit vs. ohne HE [mm]

	Rektozele
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,871

Tabelle 24: Mann-Whitney-U-Test zur Länge der Rektozele

			Hysterektomie		Gesamt
			ja	nein	
Rektozele (> 20 mm)	ja	Anzahl	43	48	91
		% innerhalb von Rektozele (> 20 mm)	47,3 %	52,7 %	100,0 %
		% innerhalb von Hysterektomie	78,2 %	80,0 %	79,1 %
	nein	Anzahl	12	12	24
		% innerhalb von Rektozele (> 20 mm)	50,0 %	50,0 %	100,0 %
		% innerhalb von Hysterektomie	21,8 %	20,0 %	20,9 %
Gesamt	Anzahl	55	60	115	
	% innerhalb von Rektozele (> 20 mm)	47,8 %	52,2 %	100,0 %	
	% innerhalb von Hysterektomie	100,0 %	100,0 %	100,0 %	

Tabelle 25: Diagnosehäufigkeit einer Rektozele (> 20 mm) bei Patientinnen mit vs. ohne HE

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,057	1	,811		
Exakter Test nach Fisher				,823	,495
Anzahl der gültigen Fälle	115				

Tabelle 26: Fisher-Test zur Diagnosehäufigkeit einer Rektozele

			Hysterektomie		Gesamt
			Ja	Nein	
Intussuszeption	nein	Anzahl	55	60	115
		% innerhalb von Intussuszeption	47,8 %	52,2 %	100,0 %
		% innerhalb von Hysterektomie	100,0 %	100,0 %	100,0 %
Gesamt	Anzahl	55	60	115	
	% innerhalb von Intussuszeption	47,8 %	52,2 %	100,0 %	
	% innerhalb von Hysterektomie	100,0 %	100,0 %	100,0 %	

Tabelle 27: Diagnosehäufigkeit einer Intussuszeption

8.2 Abkürzungsverzeichnis

AH	abdominale Hysterektomie
HE	Hysterektomie
ICS	International-Continence-Society
LAVH	laparoskopisch-assistierte vaginale Hysterektomie
LASH	laparoskopische suprazervikale Hysterektomie
Lig.	Ligamentum
M.	Musculus
MRT	Magnetresonanztomografie
N.	Nervus
ODS	obstruktives Defäkationssyndrom
PCL	Pubococcygeallinie
TRUFI	True-Fast-Imaging-With-Steady-Precession
TIRM	Turbo-Inversion Recovery-Magnitude
TLH	totale laparoskopische Hysterektomie
VH	vaginale Hysterektomie

9 Danksagung

Mein besonderer Dank gilt

Herrn PD Dr. med. R. Hörbelt für die Überlassung des Dissertationsthemas und die stets freundliche und kompetente Betreuung.

Frau Dr. med. K. Holsteg für die radiologische Unterstützung und Dr. med. T. Kottmann für die weitere Unterstützung bei der Durchführung dieser Arbeit.

Herrn Gerrit Schmiemann, meinen Eltern, Herrn Roland Kalff, meiner Großmutter und meinem Großvater, Frau Dr. med. K. Gebauer, Frau Dr. med. N. Keller und Frau Dr. med. K. Thiebach für den unermüdlichen Beistand, die Motivation und Unterstützung.