

# Explorations of pelvic floor ultrasound

Citation for published version (APA):

Weemhoff, M. (2013). *Explorations of pelvic floor ultrasound*. [Doctoral Thesis, Maastricht University]. Universitaire Pers Maastricht. <https://doi.org/10.26481/dis.20130705mw>

## Document status and date:

Published: 01/01/2013

## DOI:

[10.26481/dis.20130705mw](https://doi.org/10.26481/dis.20130705mw)

## Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

## Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

## General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.umlib.nl/taverne-license](http://www.umlib.nl/taverne-license)

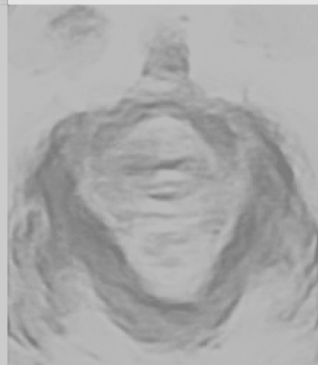
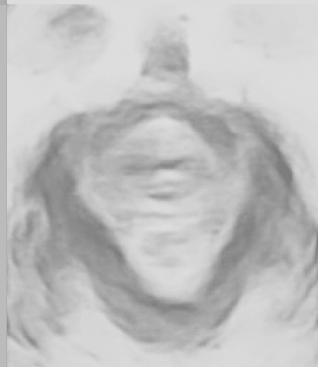
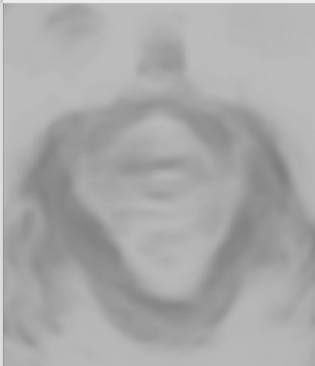
## Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[repository@maastrichtuniversity.nl](mailto:repository@maastrichtuniversity.nl)

providing details and we will investigate your claim.

# Summary / Samenvatting





## Summary

### Chapter 1

This chapter provides a general introduction on the subject of pelvic organ prolapse (POP). The definition, epidemiology, etiology, risk factors, symptoms, and surgical treatment of POP are discussed. Additional imaging of the pelvic floor may be used to confirm the evaluation as performed by clinical examination, might further elucidate possible causes of the prolapse, and could give complementary information on issues to prevent underestimation and incomplete or incorrect surgery. There is a growing number of publications in literature on the promising role of pelvic floor ultrasound, but many aspects of pelvic floor ultrasound are however still unknown and not yet standardized. This thesis explores different aspects of pelvic floor ultrasound as an additional diagnostic tool for the analysis of a patient with POP.

### Chapter 2

In chapter 2 a randomized controlled trial is described in which 245 women underwent an anterior colporrhaphy because of a cystocele of at least POPQ stage II. Patients were randomly assigned to a 2- or 5-day protocol of postoperative indwelling catheterization. After removal of the catheter a residual volume after micturition of more than 200 ml was considered abnormal. Compared to the 5-day protocol group, in the 2-day protocol group more patients needed temporary catheter replacement [9% versus 28%, odds ratio (OR) 4.0, 95% confidence interval (CI) 1.9, 8.3,  $p < 0.01$ ], whereas less patients had a urinary tract infection (37% versus 22%, OR 0.5, 95% CI 0.3-0.9,  $p = 0.02$ ) and the median hospital stay was shorter. The presence of urinary tract infection was strongly associated with a higher number of temporary catheter replacements both in the 2-day protocol and the 5-day protocol group. In the 2-day protocol group the risk of temporary catheter replacement was 12 times higher in case there was a urine tract infection (OR 12.4, 95% CI 4.1, 37.3,  $p < 0.01$ ).

### Chapter 3

In this chapter the results are described from a prospective observational follow-up study of women after an anterior colporrhaphy because of a cystocele of at least POPQ stage II. Aim of the study was to assess the number of recurrent cystoceles 2 years after a colporrhaphy and to identify risk factors for recurrence. An important research question was whether an avulsion of the levator ani muscle is a risk factor for recurrent prolapse after surgery.

All participants of the randomized controlled trial focusing on regimen of catheterization after anterior colporrhaphy as described in chapter 2 were invited 2 years after the initial operation to participate in a follow-up study. Patients who agreed to participate were invited for a follow-up visit consisting of a validated

questionnaire, a physical examination, and translabial 3D-ultrasonography of the pelvic floor.

156 women (64%) agreed to a follow-up visit. The anatomical recurrence rate was 80 of 156 (51.3%). 17 of the 156 (10.9%) reported subjective recurrence. Risk factors for anatomical recurrence were complete avulsions of the puborectal muscle. (OR 2.4, 95% CI 1.3, 4.7), advanced preoperative POPQ stage III and IV (OR 2.0, 95% CI 1.0, 4.1), family history of prolapse (OR 2.4, 95% CI 1.2, 4.9), and sacrospinous fixation (OR 6.5, 95% CI 2.0, 21.2).

## Chapter 4

The study described in chapter 4 concerns the level of agreement between transperineal ultrasound and evacuation proctography for diagnosing enteroceles and intussusceptions. In a prospective observational study, 50 consecutive women who were planned to have an evacuation proctography underwent transperineal ultrasound as well. The recorded videos of the evacuation proctography were assessed by two experienced observers and the ultrasound scans were assessed by two observers experienced in pelvic floor ultrasound. A consensus meeting was held on the cases the assessors disagreed about.

For diagnosing intussusceptions a positive finding on transperineal ultrasound was predictive of an abnormal evacuation proctography (PPV 1.00, 95% CI 0.40, 1.00). Sensitivity of transperineal ultrasound was poor for intussusceptions (0.25, 95% CI 0.07, 0.52). For diagnosing enteroceles the positive likelihood ratio was 2.10 (95% CI 0.49, 9.0) and the negative likelihood ratio 0.85 (95% CI 0.56, 1.29). There were many false positive findings of enteroceles on ultrasonography (PPV 0.29, 95% CI 0.04, 0.71). The interobserver agreement of the two ultrasonographers, assessed as the quadratic weighted kappa, of diagnosing enteroceles was 0.44, and of diagnosing intussusceptions was 0.23.

We concluded that, in this study, an intussusception on ultrasound is predictive for an abnormal evacuation proctography, but ultrasound has low sensitivity for diagnosing intussusceptions. For diagnosing enteroceles the diagnostic value of transperineal ultrasound was limited as compared to evacuation proctography.

## Chapter 5

In chapter 5 a research project is described with the aim to find the best ultrasound setting to optimize the quality of pelvic floor ultrasound imaging. A pilot study yielded three potential settings to be of importance: speckle reduction imaging (SRI), harmonic imaging (HI), and cross beam compound resolution imaging (CRI). Five observers assessed 2D and 3D pelvic floor ultrasound images for quality in 5 healthy nulligravid volunteers. Eight images per volunteer were presented at random to the observers who were instructed to order the images according to perceived quality. The best quality was defined as the image in which the different structures bone,

muscle, and blood vessel were the most recognizable and the borders between structures were the most sharp.

In the 2D mode the area under the curve (AUC) in the receiver operating curve (ROC) was 0.845, 0.609, and 0.592 for SRI, HI, and CRI, respectively. Best quality images were obtained using the combination of SRI, CRI, and HI (AUC 0.914). In the 3D mode, the AUC of the SRI alone was 0.913, while SRI in combination with the CRI and HI yielded an AUC of 0.987.

We concluded that speckle reduction is the single most important software application for optimizing the imaging quality of pelvic floor ultrasound in both 2D and 3D mode. Adding HI and CRI slightly improved the image quality.

## Chapter 6

In this chapter two different scorings methods for describing levator defects as can be diagnosed by pelvic floor ultrasound are compared. The classification as described by Dietz et al. for ultrasound and the classification as described by Delancey et al. for MRI was compared in ultrasound scans. Aim of the study was to determine whether the MRI score could be used for describing findings on pelvic floor ultrasound and thereby making it possible to compare the findings of both imaging modalities in a future comparative research project. The ultrasound images of 152 women were scored according to both scorings methods and the results were compared. On the ultrasound classification more defects were categorized as highest grade compared to the MRI classification (n=64 (42%) versus n=41 (28%),  $p<0.01$ ). The grades of the levator defects on both scoring systems showed very good agreement with a weighted kappa of 0.82 (95% CI, 0.75, 0.88). The predictive value of scoring systems for cystocele recurrence after prolapse surgery showed a comparable AUC of 0.63 and 0.64. We can conclude that both scoring systems can be used to describe levatordefects on ultrasound images.

## Chapter 7

Chapter 7 contains a general discussion on the findings presented in this thesis. It is remarkable how little has been done to substantiate findings in research projects on the additional value of a new diagnostic tool such as pelvic floor ultrasound. Since the year 2000 many publications appeared in literature on levator defects diagnosed by pelvic floor ultrasound, but only few publications on methodology and validation of pelvic floor ultrasound have been published. On the base of this thesis we can conclude that there are at least two applications of pelvic floor ultrasound where future research is needed. The first is further research on levator avulsion as a risk factor of recurrent prolapse after surgery, as part of the development of a prediction model for recurrence after surgery. The second research-topic is on the role of pelvic floor ultrasound in the posterior compartment.



# Samenvatting

## Hoofdstuk 1

Dit hoofdstuk geeft een algemene inleiding over genitale prolaps (verzakkingen). De definitie, epidemiologie, etiologie, risicofactoren, symptomen en chirurgische behandeling van verzakkingen worden beschreven. Beeldvorming van de bekkenbodem kan de diagnose zoals deze bij lichamelijk onderzoek wordt gesteld bevestigen. Het kan aanvullende informatie geven zodat een onderschatting of het missen van afwijkingen bij lichamelijk onderzoek wordt voorkomen en daarmee wordt ook onvolledig chirurgisch herstel voorkomen. Daarnaast zou beeldvorming van de bekkenbodem meer informatie kunnen verschaffen over de oorzaak van een genitale prolaps. Er is een toename van het aantal publicaties over de veelbelovende rol van echoscopie van de bekkenbodem. Vele methodologische aspecten van bekkenbodemechoscopie zijn echter nog niet onderzocht en er zijn nauwelijks validatiestudies verricht. Dit proefschrift omvat enkele onderzoeken naar verschillende aspecten van bekkenbodemechoscopie als diagnostisch instrument voor de patiënt met een genitale prolaps.

## Hoofdstuk 2

In Hoofdstuk 2 wordt een gerandomiseerde studie beschreven onder 245 vrouwen die een voorwandplastiek ondergingen in verband met een cystocele van minimaal POPQ stadium II. De vrouwen werden gerandomiseerd voor een postoperatief protocol waarbij er gedurende 2 of gedurende 5 dagen een verblijfskatheter werd gegeven. Na verwijdering van de katheter werd een blaasresidu van meer dan 200 ml na spontane mictie als abnormaal beschouwd. In de 2 dagen protocol groep was bij 28% van de patiënten herkatheterisatie nodig ten opzichte van 9% in de 5 dagen protocol groep (OR 4.0, 95% CI 1.9, 8.3,  $p < 0.01$ ). Daartegenover hadden de patiënten in de 2 dagen protocol groep minder urineweginfecties (37% versus 22%, OR 0.5 95% CI 0.3, 0.9,  $p = 0.02$ ) en was de mediane opnameduur in het ziekenhuis korter in vergelijking met de patiënten uit de 5 dagen protocol groep. Verder was opvallend dat in beide groepen de aanwezigheid van een urineweginfectie sterk geassocieerd was met de noodzaak tot herkatheterisatie. In de 2 dagen protocol groep was deze associatie zo sterk dat de kans op herkatheterisatie in aanwezigheid van een urineweginfectie 12 maal zo hoog was als zonder een urineweginfectie (OR 12.4, 95% CI 4.1, 37.3,  $p < 0.01$ ).

## Hoofdstuk 3

In hoofdstuk 3 worden de resultaten besproken van een prospectief observationeel follow-up onderzoek van de vrouwen die hadden deelgenomen aan het gerandomiseerde onderzoek ter vergelijking van 2 postoperatieve protocollen van katheterisatie (hoofdstuk 2). De vrouwen ondergingen allen een voorwandplastiek in



verband met een cystocele van minimaal POPQ stadium II. Doel van het onderzoek was het vaststellen van het aantal recidieven 2 jaar na een voorwandplastiek en het identificeren van risicofactoren voor het ontwikkelen van een recidief. Een belangrijke vraag hierbij was of de aanwezigheid van een levatoravulsie een risicofactor is voor het ontwikkelen van een recidief na een voorwandplastiek.

Alle vrouwen die hadden deelgenomen aan het gerandomiseerde onderzoek betreffende het postoperatieve katheterisatie protocol werden 2 jaar na de voorwandplastiek benaderd voor deelname aan een follow-up onderzoek. De deelnemers vulden een vragenlijst in, ondergingen een lichamelijk onderzoek en een transperineale bekkenbodemecho.

Er waren 156 vrouwen die akkoord gingen met deelname. Er werd bij 80 van de 156 vrouwen een anatomisch recidief vastgesteld van een cystocele van minimaal POPQ stadium II (51.3%), 17 van de 156 vrouwen hadden subjectief klachten van een recidief verzakking (10.9%).

Risicofactoren voor een anatomisch recidief waren een complete avulsie van de musculus levator ani (OR 2.4; 95%CI 1.3, 4.7), hoog preoperatief POPQ stadium III en IV (OR 2.0, 95%CI 1.0, 4.1), een positieve familieanamnese voor prolaps (OR 2.4, 95% CI 1.2, 4.9) en de combinatie van een voorwandplastiek met een sacrospinale fixatie (OR 6.5, 95% CI 2.0, 21.2).

## Hoofdstuk 4

Het onderzoek dat in hoofdstuk 4 wordt beschreven betreft de mate van overeenstemming tussen bekkenbodemechoscopie en het defecogram voor het diagnosticeren van enteroceles en intussuscepties. In een prospectief observationeel onderzoek ondergingen 50 vrouwen die gepland waren voor het ondergaan van een defecogram in verband met fecale incontinentie of ernstige obstipatie ook een bekkenbodemecho. De video's van het defecogram werden door 2 chirurgen met ervaring in het beoordelen van defecogrammen beoordeeld. De echobeelden werden door 2 gynaecologen met ervaring in bekkenbodemechoscopie beoordeeld. Alle beoordelaars waren geblindeerd voor klinische data. Wanneer er geen overeenstemming was tussen beide beoordelaars vond een consensusbespreking plaats.

Voor de diagnostiek van intussuscepties bleek een positieve bevinding op een bekkenbodemecho zeer voorspellend voor een intussusceptie op het defecogram (PPV 1.00, 95% CI 0.40, 1.00). De sensitiviteit van de bekkenbodemecho was echter laag voor intussuscepties (0.25, 95% CI 0.07, 0.52). Voor de diagnostiek van enteroceles had bekkenbodemechoscopie een positieve likelihood ratio van 2.10 (95% CI 0.49, 9.0) en een negatieve likelihood ratio van 0.85 (95% CI 0.56, 1.29). Er waren veel vals positieve enteroceles bij bekkenbodemechoscopie (PPV 0.29, 95% CI 0.04, 0.71).

De inter-observer overeenstemming tussen de echoscopisten voor het vaststellen van intussuscepties toonde een gewogen kappa van 0.23. Voor het vaststellen van enteroceles was de gewogen kappa 0.44. Concluderend kunnen we stellen dat in dit observationele onderzoek een intussusceptie bij bekkenbodemechoscopie voorspellend was voor intussusceptie op het defecogram, maar echoscopie had verder een lage sensitiviteit voor het aantonen van intussuscepties. Voor de diagnostiek van enteroceles was de diagnostische waarde van de bekkenbodemechoscopie beperkt in vergelijking tot het defecogram.

## Hoofdstuk 5

In hoofdstuk 5 wordt een onderzoek beschreven waarvan het doel was de instelling te identificeren op het echoapparaat die de beste kwaliteit beelden oplevert bij het doen van bekkenbodemechoscopie. In een pilot onderzoek bleken er 3 eechoinstellingen te zijn die potentieel relevant waren bij het maken van de beste kwaliteit beelden: de speckle reduction imaging (SRI), de harmonic imaging (HI) en de Cross beam compound resolution imaging (CRI). Vijf onderzoekers beoordeelden 2D en 3D beelden op kwaliteit die waren gemaakt bij 5 gezonde vrijwilligers die nog nooit zwanger waren geweest. De instellingen van de SRI, HI en CRI (aan/uit) werden gecombineerd in de 2D en de 3D modus. Dit leidde tot 8 2D en 8 3D beelden per proefpersoon, die door de beoordelaars in een rangorde van kwaliteit werden geplaatst

De beste kwaliteit werd omschreven als die echobeelden waarbij de verschillende structuren als bot, spier en bloedvaten het meest herkenbaar waren en de overgangen tussen deze verschillende structuren het scherpst zichtbaar.

In de 2D modus was de oppervlakte onder de curve (AUC) van de receiver operating curve (ROC), als maat voor de beste kwaliteit beelden 0.845, 0.609 en 0.592 voor SRI, HI en respectievelijk CRI. De beste kwaliteit beelden werden verkregen bij de combinatie van SRI, CRI en HI (AUC 0.914). In de 3D modus was de AUC van de SRI alleen 0.913, terwijl de SRI in combinatie met de CRI en HI een AUC van 0.987 had.

Concluderend kan gesteld worden dat speckle reductie in de 2D en in de 3D modus de meest belangrijke software applicatie is om de echobeelden van de bekkenbodem te optimaliseren. Het aanzetten van de HI en de CRI kan de kwaliteit daarnaast nog iets verbeteren.

## Hoofdstuk 6

In dit hoofdstuk worden 2 methoden vergeleken voor het beschrijven en scoren van levatordefecten zoals deze bij bekkenbodemechoscopie kunnen worden vastgesteld. De eerste methode betreft de voor bekkenbodemechoscopie gebruikelijke methode zoals beschreven door Dietz et al. De tweede methode is door Delancey et al. beschreven voor het beoordelen van MRI scans. Op dit moment is er in de literatuur slechts één vergelijkende studie tussen echo en MRI wat betreft levatordefecten. Om

een vergelijking mogelijk te maken in toekomstige onderzoeksprojecten tussen echo en MRI wordt beoordeeld of het mogelijk is om bij echo dezelfde methode van het kwantificeren van beschadiging te gebruiken als bij MRI wordt gebruikt. In dit onderzoek worden echobeelden van 152 vrouwen beoordeeld en de mate van beschadiging van de bekkenbodemspier gekwantificeerd volgens beide scoringsmethoden. De resultaten hiervan worden vergeleken.

Bij de echoscore worden in vergelijking met de MRI classificatie meer levatordefecten als compleet gecategoriseerd. [n=64 (42%) versus n=41 (28%), p<0.01]. De overeenstemming tussen de 2 systemen voor het graderen van de levatordefecten is zeer goed (gewogen kappa 0.82, 95%CI 0.75,0.88). De voorspellende waarde van beide scoringsmethoden voor recidief cystoceles na prolapschirurgie toont een vergelijkbare oppervlakte onder de curve (AUC 0.63 versus 0.64). We kunnen concluderen dat beide scoringsmethoden kunnen worden gebruikt voor het beschrijven van levatordefecten op echobeelden.

## Hoofdstuk 7

Hoofdstuk 7 betreft een algemene discussie waarin de resultaten uit de verschillende onderzoeken binnen een groter kader worden geplaatst. Het is opmerkelijk hoe weinig methodologisch onderzoek is verricht naar de echoscopie als diagnostisch instrument. Sinds het jaar 2000 is er een toenemend aantal publicaties over toepassingen van echoscopie van de bekkenbodem. Validering van echoscopie van de bekkenbodem voor het vaststellen van levatordefecten heeft niet of nauwelijks plaatsgevonden, terwijl er al wel grote klinische betekenis aan de uitkomsten van echoscopie wordt toegekend. Op basis van dit proefschrift kunnen we concluderen dat er 2 toepassingsgebieden zijn van echoscopie van de bekkenbodem waar verder toekomstig onderzoek zinvol is. Het eerste betreft onderzoek naar levatordefecten en de rol hiervan bij het ontstaan van prolaps en het ontwikkelen van recidieven na prolapschirurgie. Het tweede betreft onderzoek naar de rol van echoscopie van de bekkenbodem in het achterste compartiment.