

Université de Poitiers
Faculté de Médecine et Pharmacie

ANNEE 2016

Thèse n°

THESE

**POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN MEDECINE
(décret du 16 janvier 2004)**

présentée et soutenue publiquement
le 19 octobre 2016 à Poitiers

par Monsieur Bertrand GACHON

Titre

Pendant la grossesse, la laxité ligamentaire périphérique est-elle associée à la statique pelvienne ?

COMPOSITION DU JURY

Président : Monsieur le Professeur Fabrice PIERRE

Membres :

- Monsieur le Professeur Jean Pierre RICHER
- Madame le Docteur Laetitia FRADET
- Madame le Docteur Caroline CARLIER – GUERIN
- Monsieur le Docteur Thomas CHARLES
- Monsieur le Docteur David DESSEAUVE

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Xavier FRITEL

LISTE DES ENSEIGNANTS DE MEDECINE

Professeurs des Universités-Praticiens Hospitaliers

- AGIUS Gérard, bactériologie-virologie (**surnombre jusqu'en 08/2018**)
- ALLAL Joseph, thérapeutique
- BATAILLE Benoît, neurochirurgie
- BRIDOUX Frank, néphrologie
- BURUCCO Christophe, bactériologie – virologie
- CARRETIER Michel, chirurgie générale
- CHEZE-LE REST Catherine, biophysique et médecine nucléaire
- CHRISTIAENS Luc, cardiologie
- CORBI Pierre, chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
- DEBAENE Bertrand, anesthésiologie réanimation
- DEBIAIS Françoise, rhumatologie
- DROUOT Xavier, physiologie
- DUFOUR Xavier, Oto-Rhino-Laryngologie
- EUGENE Michel, physiologie (**surnombre jusqu'en 08/2016**)
- FAURE Jean-Pierre, anatomie
- FRITEL Xavier, gynécologie-obstétrique
- GAYET Louis-Etienne, chirurgie orthopédique et traumatologique
- GICQUEL Ludovic, pédopsychiatrie
- GILBERT Brigitte, génétique
- GOMBERT Jean-Marc, immunologie
- GOUJON Jean-Michel, anatomie et cytologie pathologiques
- GUILHOT-GAUDEFROY François, hématologie et transfusion
- GUILLET Gérard, dermatologie
- GUILLEVIN Rémy, radiologie et imagerie médicale
- HADJADJ Samy, endocrinologie et maladies métaboliques
- HAUET Thierry, biochimie et biologie moléculaire
- HERPIN Daniel, cardiologie
- HOUETO Jean-Luc, neurologie
- INGRAND Pierre, biostatistiques, informatique médicale
- JAAFARI Nematollah, psychiatrie d'adultes
- JABER Mohamed, cytologie et histologie
- JAYLE Christophe, chirurgie thoracique t cardio-vasculaire
- KARAYAN-TAPON Lucie, cancérologie
- KEMOUN Gilles, médecine physique et réadaptation (**en détachement**)
- KITZIS Alain, biologie cellulaire
- KRAIMPS Jean-Louis, chirurgie générale
- LECRON Jean-Claude, biochimie et biologie moléculaire
- LELEU Xavier, hématologie
- LEVARD Guillaume, chirurgie infantile
- LEVEQUE Nicolas, bactériologie-virologie
- LEVEZIEL Nicolas, ophtalmologie
- LEVILLAIN Pierre, anatomie et cytologie pathologiques (**surnombre jusqu'en 08/2018**)
- MACCHI Laurent, hématologie
- MARECHAUD Richard, médecine interne
- MAUCO Gérard, biochimie et biologie moléculaire
- MEURICE Jean-Claude, pneumologie
- MIGEOT Virginie, santé publique
- MILLOT Frédéric, pédiatrie, oncologie pédiatrique
- MIMOZ Olivier, anesthésiologie – réanimation
- NEAU Jean-Philippe, neurologie
- ORIOT Denis, pédiatrie
- PACCALIN Marc, gériatrie
- PAQUEREAU Joël, physiologie (**jusqu'au 31/10/2015**)
- PERAULT Marie-Christine, pharmacologie clinique
- PERDRISOT Rémy, biophysique et médecine nucléaire
- PIERRE Fabrice, gynécologie et obstétrique
- POURRAT Olivier, médecine interne (**surnombre jusqu'en 08/2018**)
- PRIES Pierre, chirurgie orthopédique et traumatologique
- RICCO Jean-Baptiste, chirurgie vasculaire
- RICHER Jean-Pierre, anatomie
- RIGOARD Philippe, neurochirurgie
- ROBERT René, réanimation
- ROBLOT France, maladies infectieuses, maladies tropicales
- ROBLOT Pascal, médecine interne
- RODIER Marie-Hélène, parasitologie et mycologie
- SENON Jean-Louis, psychiatrie d'adultes (**surnombre jusqu'en 08/2017**)
- SILVAIN Christine, hépato-gastro- entérologie
- SOLAU-GERVAIS Elisabeth, rhumatologie
- TASU Jean-Pierre, radiologie et imagerie médicale
- THIERRY Antoine, néphrologie
- THILLE Arnaud, réanimation
- TOUGERON David, gastro-entérologie
- TOURANI Jean-Marc, cancérologie
- WAGER Michel, neurochirurgie

Maîtres de Conférences des Universités-Praticiens Hospitaliers

- ALBOUY-LLATY Marion, santé publique
- BEBY-DEFAUX Agnès, bactériologie – virologie
- BEN-BRIK Eric, médecine du travail
- BILAN Frédéric, génétique
- BOURMEYSTER Nicolas, biologie cellulaire
- CASTEL Olivier, bactériologie - virologie – hygiène
- CREMNITER Julie, bactériologie – virologie
- DAHYOT-FIZELIER Claire, anesthésiologie – réanimation
- DIAZ Véronique, physiologie
- FAVREAU Frédéric, biochimie et biologie moléculaire
- FRASCA Denis, anesthésiologie – réanimation
- HURET Jean-Loup, génétique
- LAFAY Claire, pharmacologie clinique
- PERRAUD Estelle, parasitologie et mycologie
- RAMMAERT-PALTRIE Blandine, maladies infectieuses
- SAPANET Michel, médecine légale
- SCHNEIDER Fabrice, chirurgie vasculaire
- THUILLIER Raphaël, biochimie et biologie moléculaire

Professeur des universités de médecine générale

- GOMES DA CUNHA José

Professeurs associés de médecine générale

- BINDER Philippe
- BIRAULT François
- VALETTE Thierry

Maîtres de Conférences associés de médecine générale

- ARCHAMBAULT Pierrick
- BOUSSAGEON Rémy
- FRECHE Bernard
- GIRARDEAU Stéphane
- GRANDCOLIN Stéphanie
- PARTHENAY Pascal
- VICTOR-CHAPLET Valérie

Enseignants d'Anglais

- DEBAIL Didier, professeur certifié
- JORDAN Stephen, maître de langue étrangère
- SASU Elena, contractuelle enseignante

Professeures émérites

- DORE Bertrand, urologie (08/2016)
- GIL Roger, neurologie (08/2017)
- MAGNIN Guillaume, gynécologie-obstétrique (08/2016)
- MARCELLI Daniel, pédopsychiatrie (08/2017)
- MENU Paul, chirurgie thoracique et cardio-vasculaire (08/2017)
- TOUCHARD Guy, néphrologie (08/2018)

Professeurs et Maîtres de Conférences honoraires

- ALCALAY Michel, rhumatologie
- ARIES Jacques, anesthésiologie-réanimation
- BABIN Michèle, anatomie et cytologie pathologiques
- BABIN Philippe, anatomie et cytologie pathologiques
- BARBIER Jacques, chirurgie générale (ex-émérite)
- BARRIERE Michel, biochimie et biologie moléculaire
- BECQ-GIRAUDON Bertrand, maladies infectieuses, maladies tropicales (ex-émérite)
- BEGON François, biophysique, médecine nucléaire
- BOINOT Catherine, hématologie – transfusion
- BONTOUX Daniel, rhumatologie (ex-émérite)
- BURIN Pierre, histologie
- CASTETS Monique, bactériologie -virologie – hygiène
- CAVELLIER Jean-François, biophysique et médecine nucléaire
- CHANSIGAUD Jean-Pierre, biologie du développement et de la reproduction
- CLARAC Jean-Pierre, chirurgie orthopédique
- DABAN Alain, cancérologie radiothérapie (ex-émérite)
- DAGREGORIO Guy, chirurgie plastique et reconstructrice
- DESMAREST Marie-Cécile, hématologie
- DEMANGE Jean, cardiologie et maladies vasculaires
- FAUCHERE Jean-Louis, bactériologie-virologie (ex-émérite)
- FONTANEL Jean-Pierre, Oto-Rhino Laryngologie (ex-émérite)
- GOMBERT Jacques, biochimie
- GRIGNON Bernadette, bactériologie
- GUILLARD Olivier, biochimie et biologie moléculaire
- JACQUEMIN Jean-Louis, parasitologie et mycologie médicale
- KAMINA Pierre, anatomie (ex-émérite)
- KLOSSEK Jean-Michel, Oto-Rhino-Laryngologie
- LAPIERRE Françoise, neurochirurgie (ex-émérite)
- LARSEN Christian-Jacques, biochimie et biologie moléculaire
- MAIN de BOISSIERE Alain, pédiatrie
- MARILLAUD Albert, physiologie
- MORICHAU-BEAUCHANT Michel, hépato-gastro-entérologie
- MORIN Michel, radiologie, imagerie médicale
- POINTREAU Philippe, biochimie
- REISS Daniel, biochimie
- RIDEAU Yves, anatomie
- SULTAN Yvette, hématologie et transfusion
- TALLINEAU Claude, biochimie et biologie moléculaire
- TANZER Joseph, hématologie et transfusion (ex-émérite)
- VANDERMARCO Guy, radiologie et imagerie médicale

REMERCIEMENTS

- **A Monsieur le Pr Fabrice PIERRE** : merci de me faire l'honneur d'accepter de présider ce jury. Merci de m'avoir conseillé et encouragé dans tous les projets que j'ai entrepris au cours de ma formation. Votre aide a bien évidemment été essentielle dans la réalisation de ce travail. Merci également de votre confiance pour les responsabilités universitaires et cliniques qui me seront confiées en novembre.

- **A Monsieur le Pr Xavier FRITEL** : merci d'avoir accepté de diriger ce travail, votre expertise et vos conseils ont été essentiels pour en améliorer la qualité et en favoriser la diffusion. Merci également de votre accompagnement clinique que ce soit au lit du malade ou au bloc opératoire qui a contribué à me donner l'envie de faire ce métier.

- **A Monsieur le Pr Jean Pierre RICHER** : merci de me faire l'honneur de juger ce travail. Votre enseignement, que ce soit au dessin sur tableau noir ou au lit du malade, m'a beaucoup apporté dans ma formation.

- **A Madame le Dr Laetitia FRADET** : merci d'avoir accepté de participer à ce travail et de faire partie de ce jury. Vos conseils et encouragements ont été essentiels dans la réalisation de ce travail ainsi que pour ceux à venir.

- **A Madame le Dr Caroline CARLIER-GUERIN** : merci de me faire l'honneur de participer à ce jury. Votre encadrement et le compagnonnage chirurgical à vos côtés m'ont été essentiels durant ma formation et m'ont donné l'envie de poursuivre dans cette spécialité.

- **A Monsieur le Dr Thomas CHARLES** : merci de me faire l'honneur de juger ce travail. Votre expertise sur le sujet ne manquera pas, j'en suis sûr, d'en améliorer la qualité.

- **A Monsieur le Dr David DESSEAUVE** : merci d'avoir accepté de faire parti de ce jury, de m'avoir poussé à démarrer une activité de recherche, de m'y avoir accompagné et de continuer à le faire.

- **A Monsieur Henri PANJO** : merci de votre expertise pour l'analyse statistique de ce travail qui n'aurait pas été possible sans vos conseils avisés.

- **A Monsieur le Pr Patrick LACOUTURE** : merci de m'avoir permis d'intégrer l'Institut Pprime pour la réalisation de cette année recherche et de tous vos conseils qui ont largement contribué à l'avancée de ce travail.

- **A Monsieur Arnaud DECATOIRE** : merci de votre aide essentielle pour la mise au point de l'extensomètre utilisé pour ce travail et sans lequel rien n'aurait été possible.

- **A tous mes collègues internes et aux différents médecins du service de Gynécologie-Obstétrique du CHU de Poitiers** : merci de votre aide précieuse dans la phase de recrutement des participantes à cette étude.

- **A toute l'équipe de l'institut Pprime** : pour votre accueil au sein du laboratoire, vos conseils et encouragements.

- **A ma famille et mes amis**: pour votre soutien indéfectible depuis le début de mes études de médecine et tout particulièrement ma compagne Mireille qui a supporté les heures de travail, d'absence et mes sautes d'humeur que ce soit le jour, la nuit ou le week-end. Merci à tous d'être là aujourd'hui.

- Je remercie également toutes les femmes qui ont accepté de participer à cette étude et sans qui, évidemment, ce travail n'aurait pas été possible.

Pendant la grossesse, la laxité ligamentaire périphérique est-elle associée à la statique pelvienne ?

Table des matières

REMERCIEMENTS	4
LISTE DES ABREVIATIONS	9
RESUME.....	10
INTRODUCTION	12
PREMIERE PARTIE – REVUE DE LA LITTERATURE : Modifications de la statique pelvienne et de la laxité ligamentaire au cours de la grossesse et du post-partum.	16
OBJECTIF	16
METHODOLOGIE	16
RESULTATS	18
Statique pelvienne pendant la grossesse et le post-partum	18
Techniques d'évaluation	18
Evaluation clinique	18
Evaluation échographique	20
Evaluation en IRM.....	23
Résultats des principaux travaux	24
Données cliniques.....	24
Pendant la grossesse	24

Pendant le post-partum.....	24
Données échographiques	25
Pendant la grossesse	25
Pendant le post-partum.....	26
Données d'IRM	26
Pendant la grossesse	26
Pendant le post-partum.....	28
Laxité ligamentaire pendant la grossesse et le post-partum.....	29
Techniques d'évaluation	29
Evaluation clinique générale.....	29
Evaluation ciblée sur un système articulaire.....	30
Résultats des principaux travaux	31
DISCUSSION.....	35
CONCLUSION.....	37
DEUXIEME PARTIE – ETUDE PROSPECTIVE LONGITUDINALE : Pendant la grossesse, la laxité ligamentaire périphérique est-elle associée à la statique pelvienne ?	38
OBJECTIF	38
METHODOLOGIE	38
Schéma d'étude	38
Critères d'inclusion et de non inclusion.....	39
Données collectées : modalités de recueil et définitions	39
Données générales.....	39
Statique pelvienne	39
Symptômes	39

Clinique	40
Echographie.....	41
Laxité ligamentaire.....	42
Stratégie d'analyse	44
Critères de jugement principal et secondaire.....	44
Plan d'analyse.....	45
Aspects éthiques et réglementaires.....	47
RESULTATS	47
Description de la population.....	47
Description des modifications en cours de grossesse	49
Mesure de l'association entre laxité MCP et statique pelvienne.....	50
DISCUSSION.....	54
Principaux résultats.....	54
Limites et forces principales de l'étude	54
Interprétation.....	56
CONCLUSION.....	60
CONCLUSION GENERALE.....	61
REFERENCES	63
ANNEXES.....	75
SERMENT D'HIPPOCRATE	91

LISTE DES ABREVIATIONS

- 3D : 3 dimensions
- 4D : 4 dimensions
- GEE : *Generalized Estimating Equations*
- gh : *genital hiatus* dans la nomenclature du POP-Q
- ICIQ SF : *International Consultation on Incontinence Questionnaire – Short Form*
- IMC : Indice de Masse Corporelle
- IU : Incontinence Urinaire
- IUE : Incontinence Urinaire à l'Effort
- IRM : Imagerie par Résonance Magnétique
- MCP : métacarpo-phalangienne
- NP : Niveau de Preuve
- PFDI-20 : *Pelvic floor Distress Inventory – 20 questions*
- OR : Odd Ratio
- pb : *perineal body* dans la nomenclature du POP-Q
- POP-Q : Pelvic Organ Prolapse Quantification
- SA : Semaine d'Aménorrhée
- tvl : *total vaginal length* dans la nomenclature du POP-Q

RESUME

Introduction

Le rôle de la grossesse dans la survenue des troubles de la statique pelvienne reste méconnu. Durant cette période, une augmentation de laxité ligamentaire et de mobilité du plancher pelvien est décrite. Une meilleure connaissance de ces changements biomécaniques chez la femme enceinte pourrait permettre une meilleure connaissance du rôle de la grossesse dans la survenue de ces troubles.

Objectif

L'objectif principal était de rechercher une association entre la laxité ligamentaire et la surface du hiatus des releveurs de l'anus pendant la grossesse. L'objectif secondaire était de rechercher une association entre la laxité ligamentaire et les troubles de la statique pelvienne pendant la grossesse.

Méthodologie

Il s'agit d'une étude prospective monocentrique concernant 26 femmes enceintes suivies du 1^{er} au 3^{ème} trimestre de grossesse. Nous avons collecté les données suivantes : symptômes de prolapsus uro-génital (score différent de 0 pour la section prolapsus du questionnaire *Pelvic Floor Distress Inventory 20 questions*), évaluation en échographie 4D du plancher pelvien avec mesure de la surface du hiatus des releveurs et sa distension (surface en Valsalva – surface au repos) et une mesure de la laxité métacarpo-phalangienne (MCP) représentée par l'extension passive de l'index de la main non dominante pour un couple de 0,26 N.m appliqué à la deuxième articulation MCP.

L'association entre la laxité MCP et les paramètres échographiques était évaluée en régression linéaire mixte multi-niveau. L'association entre la laxité MCP et une distension du hiatus des releveurs > 50^{ème} percentile d'une part et l'existence de symptômes de prolapsus uro-génital d'autre part, était évaluée en analyse multivariée utilisant le modèle GEE (*Generalized Estimating Equation*).

Résultats

La laxité MCP et la distension du hiatus des releveurs étaient positivement associées avec un coefficient de corrélation de 0,26 ($p = 0,02$). En analyse multivariée, la laxité MCP n'était pas associée à l'existence d'une distension du hiatus supérieure au 50^{ème} percentile mais était associée à l'existence de symptômes de prolapsus uro-génital avec un Odd Ratio de 1,05 [1,01-1,11] pour une augmentation de 1° de laxité MCP.

Conclusion

Pendant la grossesse, la laxité MCP semble associée à la distension du hiatus des releveurs de l'anus et à l'existence de symptômes de prolapsus uro-génital. Néanmoins, la force de ces résultats est faible et doit être confirmée sur de plus larges effectifs et/ou avec des outils plus spécifiques d'évaluation des propriétés élastiques du plancher pelvien. La prise en compte des caractéristiques biomécaniques de la femme enceinte (laxité ligamentaire, statique pelvienne) dans notre prédiction du risque de troubles de la statique pelvienne pourrait nous conduire vers une évaluation individualisée du risque qui permettrait une information personnalisée des femmes enceintes quant à leur risque.

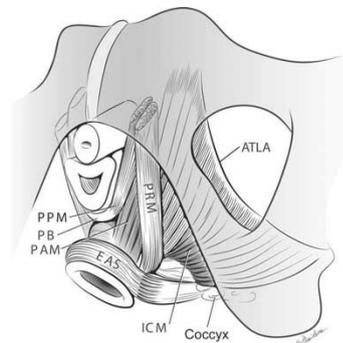
INTRODUCTION

Les troubles de la statique pelvienne, en particulier l'incontinence urinaire (IU) et le prolapsus urogénital, sont fréquents et ont un retentissement important sur la santé des femmes. Il est ainsi estimé qu'une femme sur cinq aura une intervention chirurgicale pour l'un de ces troubles au cours de sa vie [1, 2]. En 2001, aux Etats-Unis, le coût lié au traitement chirurgical du prolapsus urogénital était supérieur à 1 milliard de dollars tandis que le coût lié à la prise en charge de l'IU était supérieur au coût de celle du cancer du sein [3, 4].

Ces troubles de la statique pelvienne sont en rapport avec une altération du plancher pelvien que ce soit sur le plan anatomique (lésion, rupture musculaire) et/ou fonctionnel (anomalie de contraction, rigidité ou élasticité des tissus). Ce plancher pelvien correspond à un ensemble musculo-ligamentaire comprenant notamment le muscle releveur de l'anus qui comporte trois faisceaux principaux : le faisceau pubo viscéral, le faisceau pubo rectal et le faisceau ilio-coccygien [5-7]. Ce muscle est bilatéral et les muscles releveurs de l'anus droit et gauche forment un hiatus délimité en avant par la symphyse pubienne, en arrière par le sphincter externe de l'anus et latéralement par le faisceau pubo rectal du muscle releveur de l'anus (Figure 1) [5-7]. Ce hiatus est traversé physiologiquement par l'urètre, le vagin et le rectum. En cas d'anomalie anatomique et/ou fonctionnelle de cet ensemble musculaire, on observe un élargissement de la surface de ce hiatus et ainsi une mobilité accrue des organes pelviens à travers cet espace lors d'un effort [5-7]. Les mécanismes à l'origine de ces altérations du plancher pelvien à l'origine des troubles de la statique pelvienne sont à l'heure actuelle débattus.

Figure 1 : Schématisation anatomique du hiatus des muscles releveurs de l'anus

d'après Ashton-Miller et al.



ATLA = arcade tendineuse du muscle releveur de l'anus

EAS = sphincter externe de l'anus

ICM = muscle ilio-coccygien

PAM = muscle pubo-anal

PPM = muscle pubo-anal

PRM = muscle pubo-rectal

FIGURE 8. Correlation between nerve density (number per square millimeter) and total fiber number in the ventral wall of the urethra. No distinction is made between nulliparae and primiparae (Perucchini *et al.* 2002a²¹). (From Pandit, M., J.O.L. DeLancey, J.A. Ashton-Miller, *et al.* 2000,²³ with permission of Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, MD)

Ashton-Miller. Functional anatomy of the female pelvic floor. Ann N Y Acad Sci 2007

Le traumatisme périnéal lors d'un accouchement par voie naturelle est souvent considéré comme le principal facteur impliqué dans la survenue des troubles de la statique pelvienne [8-14]. Seulement, cet événement obstétrical ne peut expliquer à lui seul la survenue des troubles de la statique pelvienne puisque près de 20 % des femmes donnant naissance par césarienne sont également atteintes par ces troubles [11, 12, 15]. Ceci suggère donc l'existence d'un rôle spécifique de la grossesse, indépendamment de la voie d'accouchement.

Dans les pratiques actuelles, le rôle de la grossesse n'est pas pris en compte dans l'analyse du risque de troubles de la statique pelvienne. Il semble pourtant exister au cours de cette période d'importantes modifications des propriétés biomécaniques de la femme que ce soit au niveau du plancher pelvien ou bien des articulations périphériques. Ainsi, dès 1934, Abramson et al. mettaient en évidence (sur des clichés radiographiques standards du bassin de face) une augmentation de laxité ligamentaire au niveau de la symphyse pubienne [16]. Plusieurs auteurs rapportent également des modifications de la laxité ligamentaire périphérique

pendant la grossesse [17-21]. Le plancher pelvien paraît également plus souple pendant la grossesse. Ashton-Miller et DeLancey remarquent que ces muscles pourraient être étirés jusqu'à plus de trois fois leur taille initiale pendant un accouchement [5]. De plus, différentes équipes ont rapporté des modifications cliniques de la statique pelvienne, des modifications du hiatus des releveurs de l'anus et de mobilité du col vésical chez la femme enceinte [22-35]. Ces éléments d'anatomie fonctionnelle (hiatus des releveurs, mobilité du col vésical) sont, chez la femme non enceinte, associés à l'existence de troubles de la statique pelvienne : phénomène de hernie au travers du hiatus des releveurs de l'anus [36, 37].

Les troubles de la statique pelvienne sont considérés par plusieurs auteurs comme une pathologie du tissu conjonctif se manifestant par un relâchement de celui-ci, notamment du fait de modifications profondes du métabolisme du collagène [38]. Ces mêmes modifications du tissu conjonctif sont observées chez les patientes présentant d'autres pathologies en lien avec le collagène (hernies, prolapsus valvulaires, hyperlaxité ligamentaire) [39]. Cette notion de pathologie globale du tissu conjonctif est également soutenue par les résultats de plusieurs travaux mettant en évidence une laxité ligamentaire plus importante chez des femmes non enceintes présentant un trouble de la statique pelvienne que chez des femmes témoins [40, 41].

Ainsi, il semble exister une association sur le plan physiopathologique et sur le plan clinique entre laxité ligamentaire et statique pelvienne. De plus, la grossesse pourrait avoir un effet sur ces deux paramètres avec donc des modifications des propriétés biomécaniques de la femme pendant cette période. Une meilleure caractérisation de ces changements de propriétés biomécaniques et de leur impact sur la statique pelvienne de la femme enceinte pourrait être utile pour améliorer nos

connaissances concernant le rôle de la grossesse dans la survenue de troubles de la statique pelvienne.

Dans une première partie, nous exposerons les résultats d'une revue de la littérature portant sur les modifications de la statique pelvienne et de la laxité ligamentaire pendant la grossesse et le post-partum [42].

Dans une seconde partie, nous présenterons les résultats d'une étude prospective dont l'objectif était de rechercher l'existence d'une association entre laxité ligamentaire et statique pelvienne pendant la grossesse.

PREMIERE PARTIE – REVUE DE LA LITTERATURE :

Modifications de la statique pelvienne et de la laxité ligamentaire au cours de la grossesse et du post-partum.

OBJECTIF

L'objectif du travail présenté dans cette première partie était de réaliser une revue non systématique de la littérature portant sur les modifications de statique pelvienne et de laxité ligamentaire pendant la grossesse et le post-partum, en présentant également les techniques d'évaluation de ces paramètres dont nous disposons [42].

METHODOLOGIE

A partir des bibliothèques *PubMed, Medline, Science Direct, Cochrane Library et Web of Science* nous avons recherché les travaux qui traitaient de l'évaluation clinique de la statique pelvienne pendant la grossesse et le post-partum, de l'évaluation échographique de la surface du hiatus des muscles releveurs de l'anus et de la mobilité urétrale pendant la grossesse et le post-partum, de l'évaluation du plancher pelvien en imagerie par résonance magnétique (IRM) pendant la grossesse et le post-partum, et de l'évaluation de la laxité ligamentaire pendant la grossesse et le post-partum. Pour cette recherche, nous avons combiné les mots clé suivants dans les différentes bibliothèques : *pelvic organ prolapse, urinary incontinence, levator hiatus, urethral mobility, pelvic floor ultrasound, pelvic floor MRI (Magnetic Resonance Imaging), ligamentous laxity, joint mobility, pregnancy*. Les travaux sélectionnés ont été choisis de manière non systématique selon leur langue (français ou anglais) sans limite chronologique et en excluant les études de cas.

Concernant les descriptions cliniques de la statique pelvienne, nous n'avons retenu que les travaux utilisant la terminologie du système *Pelvic Organ Prolapse Quantification* (POP-Q) du fait de sa validité et de sa reproductibilité [43, 44].

En ce qui concerne l'évaluation échographique du plancher pelvien, nous avons centré notre revue de la littérature sur l'analyse de la surface du hiatus des muscles releveurs de l'anus et la mesure de la mobilité urétrale. Ce choix se justifie par le fait qu'une augmentation de ces paramètres est significativement associée à la présence d'un prolapsus urogénital et d'une incontinence urinaire [36, 37, 45]. Afin d'assurer une comparaison optimale entre les différents travaux, nous avons le choix de ne retenir que les travaux évaluant la surface du hiatus des releveurs et/ou la mobilité urétrale selon les méthodes en 3 ou 4 dimensions (3D, 4D) décrites par l'équipe de Dietz [36, 46, 47]. Ce choix est justifié par le fait qu'il s'agit de techniques de dernière génération, dont la validité et les performances sont décrites par plusieurs équipes internationales, justifiant leur application courante dans la pratique actuelle en uro-gynécologie [45, 46, 48].

Concernant les données relatives à l'IRM du plancher pelvien, nous n'avons retenu que les travaux relatifs à l'évolution spontanée de celui-ci pendant la grossesse et le postpartum et non ceux relatifs à l'étude des lésions musculaires induites par l'accouchement, qui n'entrent pas dans le cadre de l'objectif de notre travail.

Le niveau de preuve (NP) de chaque publication était classé selon le système établi par l'*Oxford Center for Evidence-Based Medicine* : NP1 : essais contrôlés randomisés ; NP2 : études de cohortes ; NP3 : études cas/témoins ; NP4 : série de cas ; NP5 : raisonnement déductif basé sur la physiopathologie [49].

RESULTATS

STATIQUE PELVIENNE PENDANT LA GROSSESSE ET LE POST-PARTUM

Techniques d'évaluation

Evaluation clinique

Dans le but d'obtenir une technique d'évaluation clinique de la statique précise et reproductible, il a été développé une technique standardisée d'examen clinique : le *pelvic organ prolapse quantification (POP-Q)* [43]. Cette technique permet de décrire précisément la mobilité de différents points dans le vagin au cours d'un effort de poussée, par rapport à un repère fixe qui est le reliquat hyménéal, ainsi que la mesure de différents segments (distance ano-vulvaire, longueur vaginale totale et diamètre du hiatus génital) (Figure 2) [43]. Cette technique évalue le compartiment antérieur avec une mesure du degré de cystocèle et de mobilité du col vésical (points *Aa* et *Ba*), mais aussi le compartiment postérieur avec une mesure du degré de rectocèle (*Ap* et *Bp*) ainsi que le compartiment central (*tvI*, point *C*, point *D*) avec une évaluation du degré de colpocèle et d'hysteroptose [43]. Cette évaluation est réalisée à plusieurs niveaux sur la hauteur du vagin, selon DeLancey : inférieur (vagin distal), points *A* ; moyen, points *B* ; et apical (vagin supérieur), points *C* et *D* (Figure 3) [50]. Enfin, viennent s'ajouter, à la mesure de la mobilité des ces différents points, des mesures de béances : la distance entre le méat urétral et l'extrémité inférieure de la fourchette vulvaire, segment *gh* (genital hiatus) ; la distance entre le centre de l'anus et l'extrémité inférieure de la fourchette vulvaire, segment *pb* (perineal body) (Figure 2). L'examen est réalisé chez une patiente en position gynécologique, vessie vide, avec des mesures réalisées au cours d'une manœuvre de Valsalva (effort de poussée à glotte fermée) à l'exception de la longueur vaginale totale (*tvI*) qui est mesurée au repos. La position de chaque point, par rapport au reliquat hyménéal, est

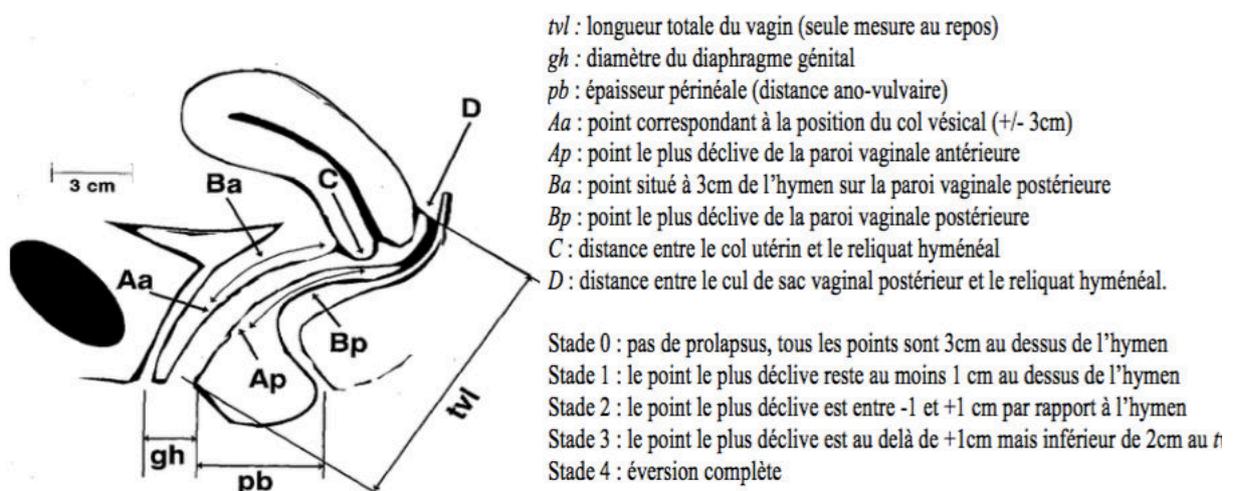
notée en centimètres et en valeur négative s'ils sont en amont de ce repère et en valeur positive s'ils sont au-delà de ce repère (prolapsus extériorisé). Le prolapsus urogénital éventuellement mis en évidence est côté en 5 stades d'importance croissante : 0, 1, 2, 3, 4 (Figure 2) [43].

La validité interne de cette technique, sa reproductibilité, est considérée comme satisfaisante (NP2) [44].

Les travaux proposant une évaluation clinique de la statique pelvienne chez des femmes enceintes utilisent cette technique (NP2) [15, 33-35].

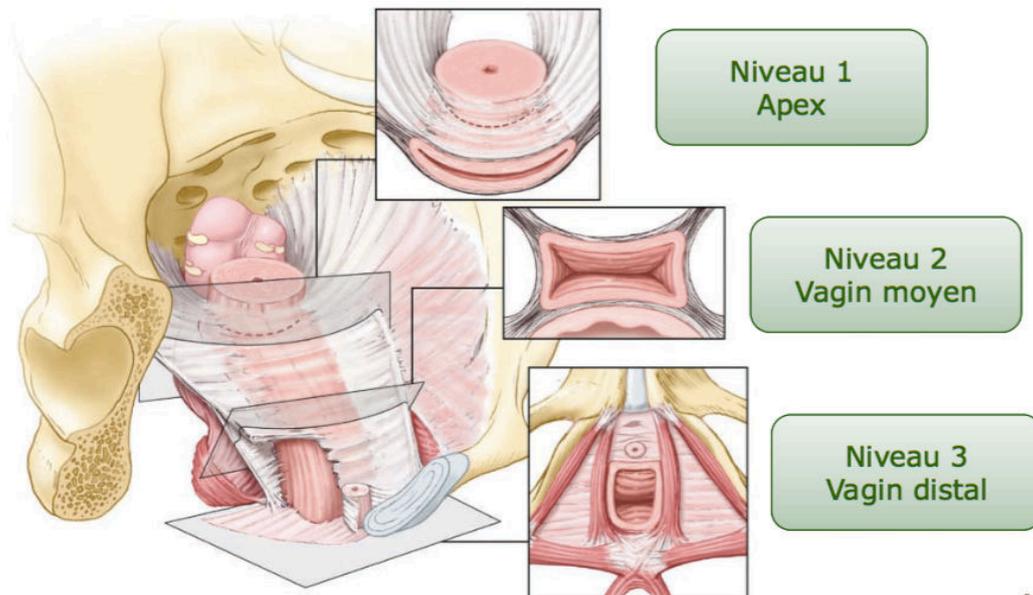
Figure 2 : Schématisation de la position des points et des segments du Pelvic Organ

Prolapse Quantification selon Bump et al.



Bump. The standardization of terminology of female pelvic organ prolapse and pelvic floor dysfunction. Am J Obstet Gynecol 1996.

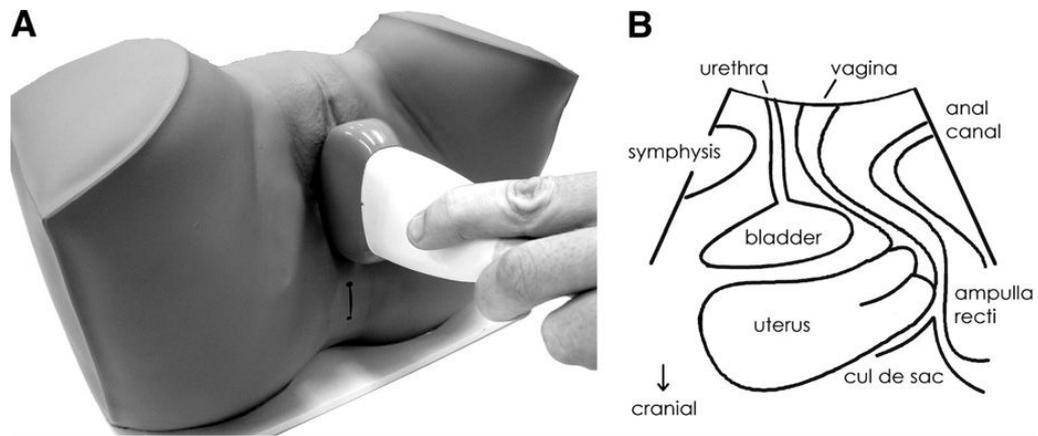
Figure 3 : Représentation anatomique des 3 niveaux du conduit vaginal selon DeLancey et al. [50]



Evaluation échographique

L'imagerie échographique de la statique pelvienne a fait l'objet d'un développement important ces dernières années, notamment avec l'apport de la 3D puis de la 4D. Elle est aujourd'hui considérée comme un véritable prolongement de l'examen clinique pour l'exploration de la statique pelvienne (NP2) [46]. L'examen est réalisé chez une patiente en position gynécologique, vessie vide, avec une sonde incurvée classique positionnée de façon sagittale sur le périnée. On obtient une coupe sagittale comprenant d'avant en arrière : la symphyse pubienne, l'urètre, le col vésical, le vagin, le col utérin, le rectum et le canal anal (NP2) (Figure 4) [46]. En partant de cette coupe, il est alors possible de faire l'acquisition d'un volume du plancher pelvien au sein duquel il va être possible de mesurer les différents diamètres et la surface du hiatus des releveurs avec un haut niveau de performance en reproductibilité intra et inter opérateurs (NP2) (Figure 5) [47, 48].

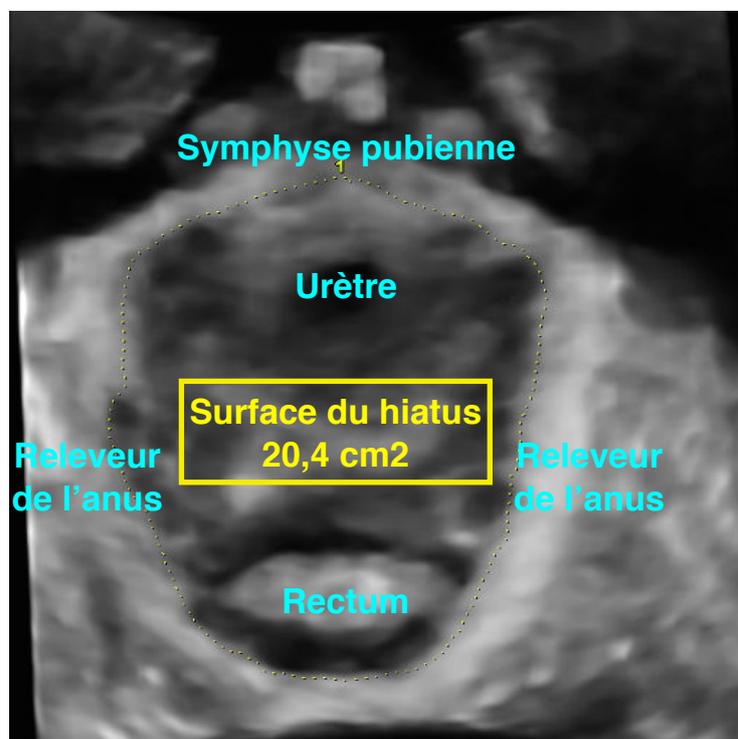
Figure 4 : Schématisation d'une coupe sagittale du plancher pelvien en échographie périnéale selon Dietz et al [46].



A, Transducer placement on perineum and **B**, schematic representation of imaging in midsagittal plane.

Dietz. Pelvic Floor Ultrasound : a review. Am J Obstet Gynecol 2010.

Figure 5 : Exemple de reconstruction échographique avec mesure de la surface du hiatus des releveurs



B. Gachon et al. 2016

Hors contexte de grossesse, il a été mis en évidence qu'une surface du hiatus des releveurs supérieure à 25 cm² en manœuvre de Valsalva (effet *ballooning*, phénomène de hernie au travers du hiatus des releveurs de l'anus) était significativement associée à l'existence d'un prolapsus urogénital à l'examen clinique (NP2) [37].

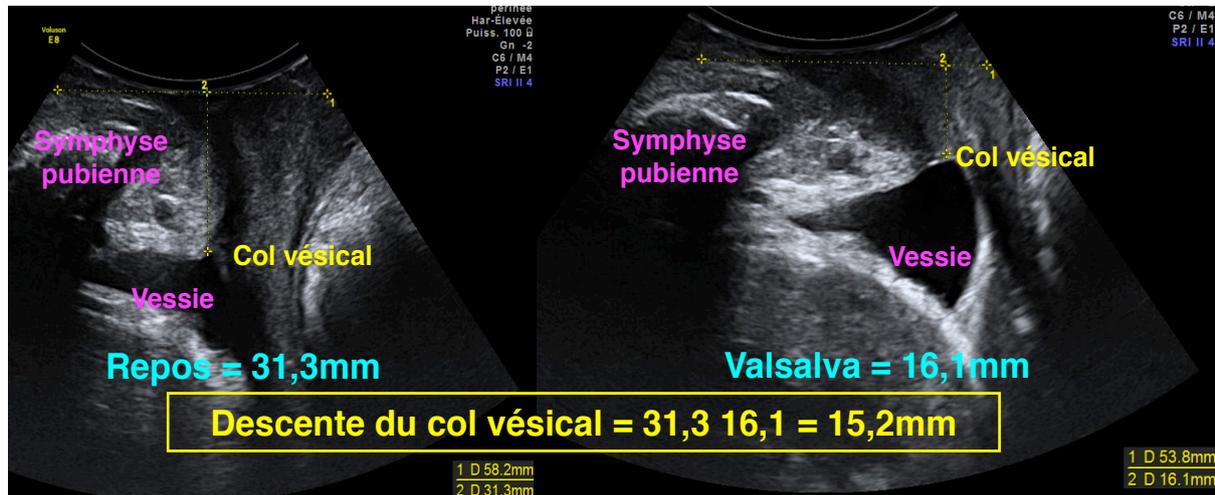
Il est également possible de mesurer, au cours de ce même examen échographie, la descente du col vésical au cours d'une manœuvre de Valsalva (NP2) [45, 46]. Une revue de la littérature de Pizzoferrato et al., en 2011, comparait les différentes techniques disponibles et la conclusion était que la mesure des distances était plus pertinente que la mesure des angles. La technique la plus appropriée était celle de la mesure de la distance col vésical-symphyse pubienne (*Bladder neck Symphyseal Distance*) (NP2) [36, 45]. Cette technique consiste, en partant de la coupe sagittale 2D initiale, à tracer une ligne horizontale passant par le bord inférieur de la symphyse pubienne qui servira de repère fixe. On trace ensuite une ligne perpendiculaire à celle-ci et passant par le col vésical chez une patiente au repos puis en manœuvre de Valsalva. La différence entre la distance col vésical – symphyse pubienne au repos et en manœuvre de Valsalva correspond à la descente du col vésical (Figure 6) (NP2) [36, 45].

Une descente du col vésical supérieure à 15 – 20 mm (seuil non unanime dans la littérature) est significativement associée à la présence d'une incontinence urinaire à l'effort (NP2) [36, 45].

La validité et la reproductibilité de ces outils échographiques, évaluées hors contexte de grossesse, sont excellentes (NP2) [36, 45, 47, 48, 51]. Les techniques échographiques utilisées pour évaluer le plancher pelvien de la femme pendant la grossesse sont les mêmes que celles décrites en dehors de la grossesse (NP2) [22,

23, 26-28, 30, 31, 52, 53]. A priori, la présence du fœtus n'interfère pas dans cette évaluation du plancher chez la femme enceinte.

Figure 6 : Représentation échographique de la mesure de la descente du col vésical



B. Gachon et al. 2016

Evaluation en IRM

L'utilisation de l'IRM dans l'évaluation du plancher pelvien hors grossesse est bien décrite dans la littérature, avec de bonnes performances (NP2) [54]. Cet examen permet de nous renseigner, notamment sur la surface du hiatus des releveurs, l'épaisseur du muscle releveur de l'anus, la position de différents points (col vésical, fond vaginal etc.) par rapport à un repère osseux fixe (NP2) [54]. Son utilisation pour l'évaluation du plancher pelvien pendant la grossesse est très peu décrite (NP4) [55, 56]. Son utilisation en post-partum est plus fréquemment rapportée, sans difficultés particulières par rapport à une utilisation à distance de tout contexte obstétrical (NP2) [57-60].

Résultats des principaux travaux

Données cliniques

Pendant la grossesse

O'Boyle et al. rapportent une position moyenne des points *Aa* et *Ba* plus basse, ainsi qu'un *genital hiatus (gh)* et un *perineal body (pb)* plus longs chez la femme enceinte (2^{ème} ou 3^{ème} trimestre) par rapport à la femme non enceinte (NP3) [35]. Cette même équipe décrit une descente progressive de la position du point *Aa* de -2,5 cm au premier trimestre de grossesse à -1,48 cm au troisième (NP2) [34]. Le même constat est fait pour le point *Ap* qui passe de -2,7 cm au premier trimestre à -2,14 cm au troisième (NP2) [34]. Ces résultats diffèrent de ceux de Reimers qui décrit une ascension de ces différents points entre le premier et le troisième trimestre (de -2,69 à -2,77 cm pour *Aa* et de -2,84 à -2,99 cm pour *Ap*) (NP2) [33].

O'Boyle observe une distension clinique du plancher pelvien pendant la grossesse, se manifestant par une augmentation du *pb* qui passe, en moyenne, de 38mm en début de grossesse à 47 mm au troisième trimestre, ainsi que du *gh* qui passe lui en moyenne de 24 à 29 mm (NP2) [34]. Reimers met en évidence le même profil de variation du *gh* et du *pb* au cours de la grossesse (NP2) [33].

Plusieurs auteurs rapportent près de 35 % de femmes atteintes de prolapsus urogénital de stade 2 et plus en fin de grossesse (NP2) [15, 34].

Pendant le post-partum

Reimers et al. mettent en évidence une position moyenne plus basse de tous les points du POP-Q 6 semaines après une naissance (quelle que soit la voie d'accouchement) par rapport aux mesures réalisées au troisième trimestre de

grossesse chez les mêmes femmes : -2,39 vs -2,77 cm pour *Aa*, -2,86 vs -2,96 cm pour *Ap*, -6,38 vs -8 cm pour *C* et - 8,29 vs -9,84 cm pour *D* (NP2) [33]. Ce phénomène se corrige progressivement dans l'année suivant la naissance. L'examen à 12 mois de l'accouchement est comparable à celui réalisé en début de grossesse chez les mêmes femmes (NP2) [33]. Lors de cette dernière évaluation seul le *gh* était significativement différent entre les femmes ayant accouché par voie naturelle (3,22 cm) et les patientes ayant donné naissance par césarienne (2,76 cm) (NP2) [33].

A distance de l'accouchement, plus d'un an après, Durnea et al. notent que les points *Ba* et *Bp* sont entre -1 cm et +1 cm (ce qui correspond à un stade 2 pour la colpocèle antérieure, *Ba*, et postérieure, *Bp*) chez 58,4 % et 23,3 % des femmes respectivement (NP2) [61]. Enfin, Van Delft et al. rapportent qu'un an après la naissance, le point *Ba* est situé significativement plus bas en cas d'accouchement par voie vaginale chez des femmes indemnes de lésions obstétricale du muscle releveur de l'anus, qu'en cas de césarienne (-2,3 vs -2,6 cm) (NP2) [62]. Ce dernier résultat laisse à penser que les dégâts musculaires occasionnés par l'accouchement ne sont pas les seuls éléments impliqués dans la mobilité du plancher pelvien. La différence pourrait être due à une différence entre les deux populations de femmes (accouchement par voie vaginale / accouchement par césarienne) avant et/ou pendant la grossesse.

Données échographiques

Pendant la grossesse

Pendant la grossesse, on observe une augmentation de la surface du hiatus des releveurs de l'anus au repos, en contraction périnéale et en manœuvre de

Valsalva avec des surfaces pouvant dépasser 25 cm² en fin de grossesse (NP2) [24, 26-32, 53]. Il est également décrit une augmentation de la descente du col vésical avec des valeurs supérieures à 20 mm en fin de grossesse (NP2) [22, 23, 26, 52].

Pendant le post-partum

Staer-Jensen et al. observent une diminution de la surface du hiatus des releveurs de l'anus en manœuvre de Valsalva ainsi qu'une diminution de la descente du col vésical dans l'année qui suit une naissance (NP2) [31]. Le phénomène est précoce et identifiable dès les premières semaines du post-partum en cas de césarienne, avec des modifications décrites jusqu'à 6 mois après la naissance (NP2) [31]. L'examen reste inchangé au delà de ce délai de 6 mois (NP2) [31]. Suite à un accouchement par voie vaginale, la récupération est plus tardive avec des modifications décrites là aussi jusqu'à 6 mois après la naissance (NP2) [31]. Ces auteurs ne mettent pas en évidence de différence concernant la surface du hiatus des releveurs de l'anus en manœuvre de Valsalva ou la descente du col vésical en fonction de la voie d'accouchement (césarienne versus voie vaginale) 12 mois après la naissance (NP2) [31]. Van Delft et al. rapportent des résultats différents un an après la naissance avec une surface du hiatus des releveurs de l'anus en manœuvre de Valsalva plus importante en cas d'accouchement par voie vaginale que par césarienne (21,9 cm² vs 19,3 cm²) (NP2) [62].

Données d'IRM

Pendant la grossesse

Boreham et al. ont évalué le plancher pelvien de femmes enceintes à terme dépassé (entre 41 et 42 semaines d'aménorrhée) (NP3) [55]. En fin de grossesse,

cet examen leur permet d'évaluer de façon satisfaisante la morphologie, les insertions et le volume du muscle releveur de l'anus (NP3) (Figure 7) [55]. Ils décrivent un volume du muscle releveur de l'anus plus faible que ce qui est décrit chez la femme non enceinte ($13,6 \text{ cm}^3$ vs 32 à 46 cm^3) (NP3) [55].

Figure 7 : Evaluation du volume des muscles releveurs de l'anus en IRM selon

Boreham et al. [55]

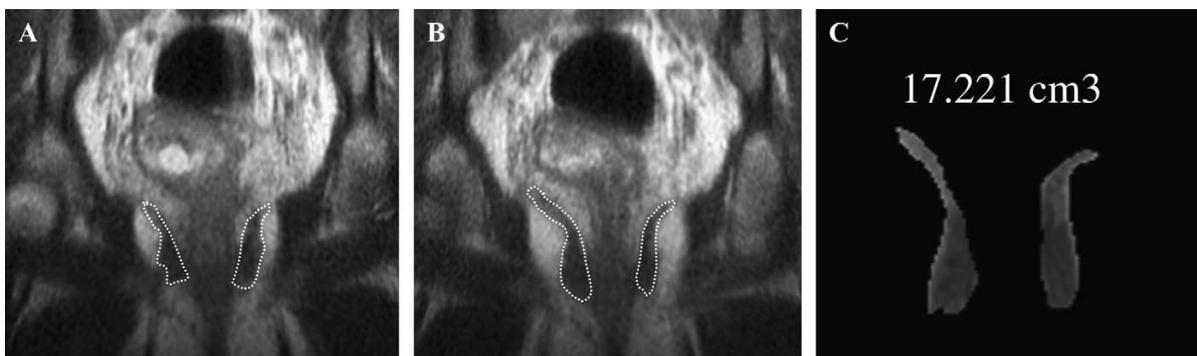


Figure 3 (A, B) MR images obtained in the coronal plane of a maternal pelvis show representative examples of region-of-interest measurements of the levator ani muscle in a subject with a high (17.2 cm^3) (C) levator ani volume. Volume reformatted images were obtained from consecutive 4 mm, 0 gap slices. Actual volume estimates were obtained from the sum of measurements from 6 to 9 slices per individual.

Boreham et al. Appearance of the levator ani muscle in pregnancy as assessed by 3-D MRI. Am J Obstet Gynecol. 2005

Ils estiment que cela pourrait être lié aux phénomènes d'étirement musculaire et/ou de compression par le mobile fœtal. Ils mettent en avant une corrélation négative entre le volume du muscle releveur de l'anus et la position du mobile fœtal : au plus celui-ci est bas dans le pelvis, au plus le volume musculaire est faible (NP3) [55]. Le travail de Lepage et al. modélisant un accouchement par voie vaginale en tenant compte des données acquises en IRM chez des femmes enceintes met en avant un étirement majeur des ligaments utéro-sacrés au cours de l'accouchement mais n'apporte pas de données sur les muscles du plancher pelvien (NP4) [56].

Pendant le post-partum

Hayat et al. ne rapportent pas de modifications du plancher pelvien authentifiables en IRM entre 1 semaine et 6 mois après un accouchement spontané par voie vaginale (mis à part une diminution de la distance entre le vagin et la symphyse pubienne) (NP2) [57]. Tunn et al. rapportent, eux, une diminution significative de 22 % de la surface du hiatus des releveurs de l'anus entre une première évaluation faite à un jour, puis une seconde faite à 6 mois après un accouchement par voie vaginale (NP2) (Figure 8) [58].

Figure 8 : Mesure de la surface du hiatus des muscles releveurs de l'anus selon Tunn et al [58]

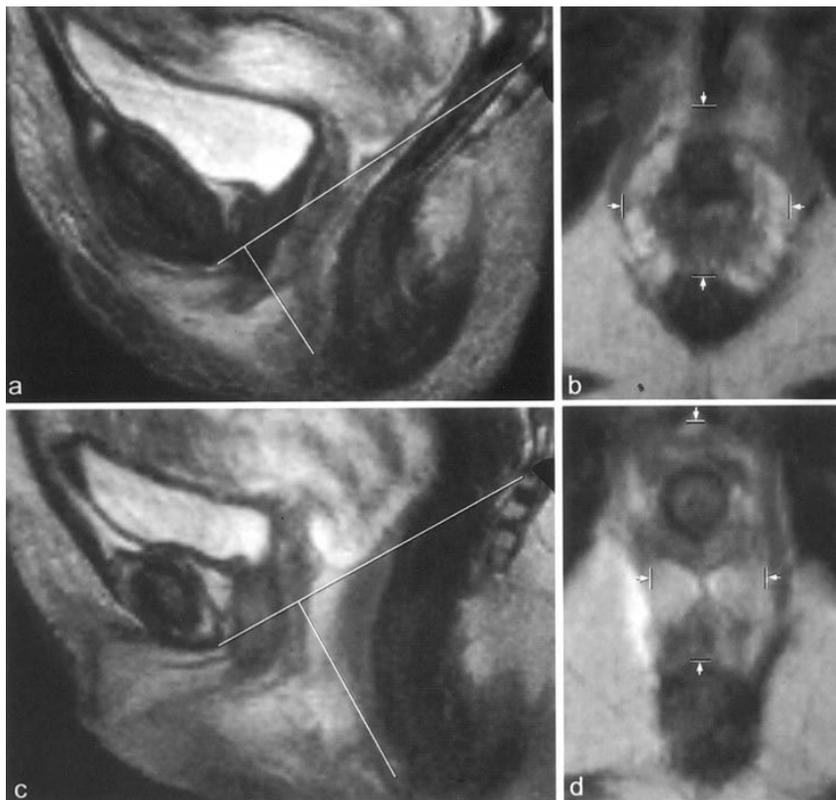


Fig. 5. Examples of sagittal (a, c) and transverse (b, d, at the level of the proximal urethra) T₂-weighted sections to show the variety in tissue stretching 1 day postpartum. Stretching in width (Fig. a, b; 24-year-old woman, para 4) and in length (Fig. c, d; 22-year-old woman, para 2) of the levator hiatus are seen.

Tunn et al. imaging of levator ani muscle recovery following vaginal delivery. Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct. 1999

Ces données sont appuyées par celles de Yousuf et al. qui rapportent une diminution du plus grand diamètre du hiatus des muscles releveurs de l'anus en manœuvre de Valsalva. Ce diamètre passe de 56,8 mm, en moyenne, un mois un accouchement par voie vaginale à 52,7 mm, en moyenne, à 7 mois de la naissance (NP2) [60]. Ces auteurs ne mettent pas en évidence de variation significative de la position du col vésical entre les deux évaluations [60].

Bien que les données soient moins nombreuses que pour les travaux échographiques, les études évaluant le plancher pelvien en IRM semblent mettre en évidence une récupération progressive du plancher pelvien dans l'année suivant un accouchement. Cette récupération se manifeste sous la forme d'une réduction de surface et/ou des diamètres du hiatus des muscles releveurs de l'anus.

LAXITE LIGAMENTAIRE PENDANT LA GROSSESSE ET LE POST-PARTUM

Techniques d'évaluation

L'évaluation de la laxité ligamentaire peut être réalisée de manière générale à l'échelle d'un individu pour en apprécier sa laxité globale, ou bien de manière ciblée sur une articulation ou un ligament [63].

Evaluation clinique générale

L'évaluation générale de la laxité ligamentaire fait appel à l'utilisation de scores cliniques parmi lesquels le plus couramment utilisé est le score de Beighton (NP4) [64]. Ce score évalue la laxité ligamentaire au niveau des membres supérieurs, des membres inférieurs et du rachis avec une cotation en 9 points, les individus ayant un score > 3 étant considérés hyperlaxes (Annexe 1) (NP4) [64]. Ce score est simple, reproductible mais peu discriminant, justifiant son utilisation principalement dans des travaux épidémiologiques [63]. L'utilisation de ce score pendant la

grossesse est rapportée par plusieurs auteurs sans difficultés particulières (NP2) [17, 52, 65].

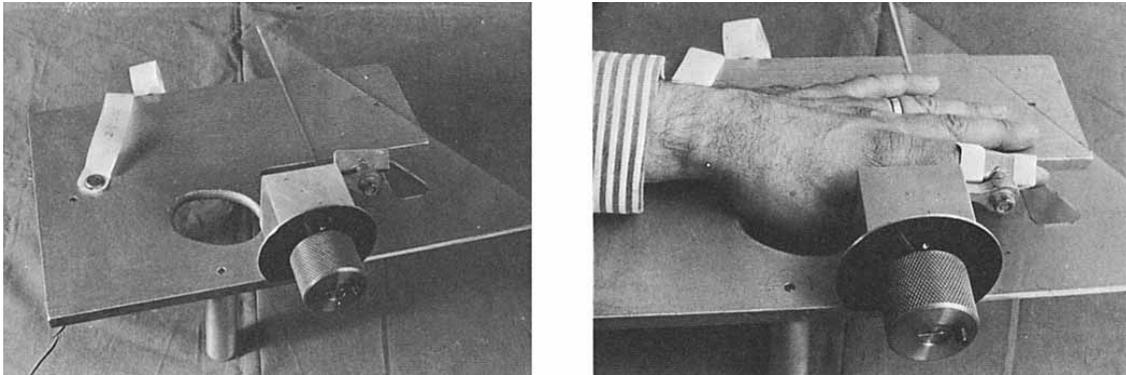
Evaluation ciblée sur un système articulaire

Les techniques d'évaluations ciblées de la laxité ligamentaire mesurent une amplitude articulaire ou la distension d'un ligament en réponse à une force extérieure [63]. Ce type d'outil est particulièrement adapté à la réalisation de mesures répétées chez un même sujet et donc à la réalisation de travaux de recherche clinique [63]. Nous ne traiterons ici que des outils dont l'utilisation au cours de la grossesse a déjà été décrite. Ces outils peuvent être classés en deux catégories : ceux évaluant une amplitude articulaire pour une force extérieure prédéfinie et ceux évaluant l'amplitude articulaire maximale [63].

Parmi les outils mesurant une amplitude articulaire maximale, plusieurs ont une utilisation décrite pendant la grossesse : déviation ulnaire du cinquième doigt de la main, extension maximale du coude, extension maximale au niveau de la deuxième articulation métacarpo-phalangienne (MCP), flexion-extension maximale du poignet (NP2) [18, 19, 21].

On trouve 3 outils d'évaluation de la laxité ligamentaire pour une force extérieure prédéfinie décrits pendant la grossesse. Calguneri et al. utilisent un extensomètre décrit en 1979 par l'équipe de Jobbins et al. (NP4) [17, 66]. Cet appareil évalue le degré d'extension passive de l'index de la main non dominante pour un couple appliqué à la deuxième articulation MCP de 0,26N.m avec des indices de performances satisfaisants (coefficient de variation de 3 à 10 %) (Figure 9) (NP4) [66].

Figure 9 : Extensomètre développé par Jobbins et al. évaluant la laxité ligamentaire au niveau de la deuxième articulation métacarpo-phalangienne



Jobbins. A joint hyperextensometer for the quantification of joint laxity. Engineering in Medicine 1979.

Schauburger et al. ainsi que Dumas et al. mesurent le déplacement antéro-postérieur du plateau tibial en réponse à une force appliquée à celui-ci (NP2) [19, 67]. Lindgren et al. mesurent l'abduction passive du 4^{ème} doigt de la main gauche en réponse à une force de 1,7N appliquée à l'extrémité de celui-ci avec une excellente reproductibilité (NP2) [20].

Résultats des principaux travaux

Schauburger et al. ne mettent pas en évidence de variation du score de Beighton pendant la grossesse (Tableau 1) (NP2) [19]. De même, Calguneri et al. ne rapportent pas de modifications significatives du score de Beighton dans le post-partum par rapport aux évaluations réalisées en cours de grossesse (Tableau 2) (NP2) [17].

Les études rapportant des évaluations ciblées sur un système articulaire au cours de la grossesse notent une augmentation de la laxité ligamentaire aussi bien au niveau des membres inférieurs que des membres supérieurs (Tableau 1) (NP2) [17-21]. Les travaux évaluant la laxité ligamentaire en post-partum sont plus difficiles à comparer en raison d'une grande hétérogénéité dans le choix du délai entre

l'accouchement et l'évaluation (2 à 25 semaines) (Tableau 2) (NP2) [17, 19-21, 67]. Il semble exister une augmentation de la laxité ligamentaire dans le post-partum précoce (12 premières semaines après l'accouchement) par rapport au troisième trimestre de grossesse, puis une diminution au delà de ce délai (Tableau 2) (NP2) [17, 19-21, 67].

Tableau 1 : Comparatif des données relatives aux variations de laxité ligamentaire pendant la grossesse.

Auteurs	Niveau de preuve	Effectif	Période de grossesse étudiée	Paramètre étudié	1ère évaluation pendant la grossesse	Valeur maximale atteinte pendant la grossesse, ou pourcentage par rapport à l'évaluation avant grossesse	p
Schauberger et al. 1996 [19]	2	21	1er trimestre	Ligament croisé antérieur du genou (tiroir antérieur)	NR	186%	< 0,05
			2ème trimestre	Extension du coude	NR	141%	< 0,05
			3ème trimestre	Extension de la 2ème articulation métacarpo-phalangienne	NR	134%	<0,05
				Extension de l'articulation inter phalangienne distale de l'index	NR	112%	0,4
				Apposition du pouce sur l'avant-bras	NR	107%	0,7
Dumas et al. 1997 [67]	2	65	17 – 24 SA 25 – 32 SA 33 – 42 SA	Ligament croisé antérieur du genou (tiroir antérieur)	5,5mm	5,6mm	NS
Marnach et al. 2003 [21]	2	35	1er trimestre	Flexion-extension du poignet	147°	156°	<0,05
			2ème trimestre	Inclinaison medio-latérale du poignet	80°	85°	
			3ème trimestre				
Vollestad et al. 2012 [65]	2	29	5-9 SA	Score de Beighton	1,2	2,9	NS
		81	10-14 SA				
		77	15-19 SA				
		25	20-24 SA				
Lindgren et al. 2014 [20]	2	200	11 SA 24 SA 36 SA	Abduction passive du 4ème doigt	40,1°	41°	0,02

SA : Semaines d'aménorrhée NR : donnée Non Rapportée NS : Non Significatif

Tableau 2 : Comparatif des données relatives aux variations de laxité ligamentaire en postpartum

Auteurs	Niveau de preuve	Effectif	Délai depuis naissance	Paramètre étudié	Troisième trimestre. Expression en valeur maximale ou pourcentage par rapport à l'évaluation avant grossesse	Post partum. Expression en valeur maximale ou pourcentage par rapport à l'évaluation avant grossesse	p
Calguneri et al. 1982 [17]	2	68	5 à 25 semaines	Extension mesurée au niveau de la 2 ^{ème} articulation métacarpo-phalangienne Score de Beighton	70°	65°	< 0,02
					3,3	3,5	NS
Schauberger et al. 1996 [19]	2	21	6 semaines	Ligament croisé antérieur du genou (tiroir antérieur) Extension du coude Extension de la 2 ^{ème} articulation métacarpo-phalangienne Extension de l'articulation interphalangienne distale de l'index	186%	168%	< 0,05
					120%	120%	NS
					134%	135%	NS
					112%	113%	NS
Dumas et al. 1997 [67]	2	65	4mois	Ligament croisé antérieur du genou (tiroir antérieur)	5,6mm	5mm	<0,05
Marnach et al. 2003 [21]	2	35	6 semaines	Flexion-extension du poignet Inclinaison medio-latérale du poignet	156°	154°	NS
					86°	85°	NS
Lindgren et al. 2014 [20]	2	200	13 semaines	Abduction passive du 4 ^{ème} doigt	40,6°	41,8°	0,03

SA : Semaines d'aménorrhée NS : Non significatif

DISCUSSION

La période de grossesse est associée à des modifications à la fois au niveau des articulations périphériques mais également au niveau du plancher pelvien. On observe au cours de cette période une augmentation de la laxité ligamentaire au niveau des membres inférieurs et supérieurs ainsi qu'une augmentation de mobilité clinique et échographique du plancher pelvien. En post-partum, ces modifications de laxité ligamentaire et de statique pelvienne semblent régresser spontanément.

Nous ne disposons pas de données scientifiques permettant d'extrapoler les données de laxité ligamentaire évaluées au niveau d'une articulation périphérique aux ligaments et aux muscles du plancher pelvien. L'extensomètre décrit par l'équipe de Jobbins est évalué comme représentatif de la laxité ligamentaire d'un individu et pourrait donc être considéré comme un indicateur du degré de laxité de l'appareil musculo-ligamentaire du plancher pelvien [66]. Cette extrapolation est également soutenue par l'existence de remaniements du tissu conjonctif similaires chez des patientes présentant un trouble de la statique pelvienne ou une hyperlaxité ligamentaire périphérique [38, 39, 68]. Néanmoins, aucun travail n'a validé cette extrapolation et l'interprétation de ces résultats doit rester prudente.

Mattox a décrit que des changements de courbure du rachis pourraient être associés au risque de survenue de prolapsus urogénital, notamment la perte de la lordose lombaire [69]. Pendant la grossesse, plusieurs changements posturaux sont décrits : modifications de la lordose et de la cyphose lombaire, diminution de déviation latérale du rachis [70-72]. Les mécanismes à l'origine de ces changements posturaux sont mal compris : augmentation de la laxité ligamentaire, déformation rachidienne en réponse au port de la grossesse, conjugaison des deux [72]. L'intérêt

de ces changements en cours de grossesse est biomécanique avec probablement la nécessité de maintenir le centre de gravité de la femme enceinte dans son polygone de sustentation mais leur rôle sur la statique pelvienne pendant et après la grossesse reste actuellement non connu [72].

Plusieurs auteurs mettent en avant le rôle des modifications de statique pelvienne pendant la grossesse sur le risque de troubles de la statique pelvienne. Ainsi Fritel et al. rapportent que les principaux facteurs de risque d'IU 4 ans après une naissance sont l'existence d'une IU avant et pendant la grossesse (Odd Ratio (OR) = 3,64 [2,25 – 5,91]) [73]. Pizzoferrato a mis en évidence que l'existence d'une descente du point Aa > 15 mm pendant la grossesse était fortement associée à l'existence d'une IU un an après la naissance (OR = 7,21 [2,20 - 23,7]) [74]. De même, Chen a décrit que l'existence d'un prolapsus urogénital de stade 2 ou plus au troisième trimestre de grossesse était fortement associé à l'existence d'un tel prolapsus à un an de l'accouchement (OR = 8,19 [2,3 – 12]) [15].

La validité des travaux rétrospectifs qui mettent en avant un risque augmenté de troubles de la statique pelvienne en cas d'accouchement par voie naturelle par rapport à la césarienne est discutable. En effet, les femmes accouchant par césarienne présentent, au cours de la grossesse, une surface du hiatus des releveurs de l'anus et une descente du col vésical plus faibles que les femmes accouchant par voie vaginale [27, 29, 52]. Ces femmes accouchant par césarienne pourraient constituer un sous-groupe particulier de femmes avec des caractéristiques intrinsèques pendant leur grossesse qui les exposent à un risque plus faible de troubles de la statique pelvienne (c'est à dire un biais de sélection) [75].

Ce dernier point suggère la nécessité d'envisager une évaluation personnalisée du risque de troubles de la statique pelvienne suite à une naissance

en tenant compte des propriétés mécaniques des femmes (plancher pelvien, laxité ligamentaire) et donc du rôle propre de la grossesse.

CONCLUSION

Les données de cette revue de la littérature mettent en avant que nous disposons d'outils d'évaluation clinique et en imagerie du plancher pelvien ainsi que de la laxité ligamentaire pendant la grossesse et le post partum. Nous émettons l'hypothèse que la prise en compte des modifications de laxité ligamentaire et du plancher pelvien pendant la grossesse pourrait nous permettre d'améliorer nos performances dans la prédiction du risque de troubles de la statique pelvienne pendant et après la grossesse en tenant compte du rôle propre de celle-ci. Cela pourrait nous permettre de faire évoluer nos pratiques vers une évaluation personnalisée de ce risque, permettant ainsi une meilleure identification des femmes à risque et donc une meilleure information des femmes enceintes.

DEUXIEME PARTIE – ETUDE PROSPECTIVE LONGITUDINALE :

Pendant la grossesse, la laxité ligamentaire périphérique est-elle associée à la statique pelvienne ?

OBJECTIF

Notre objectif principal était de rechercher une association entre la laxité ligamentaire périphérique et la surface du hiatus des releveurs de l'anوس pendant la grossesse.

Notre objectif secondaire était de rechercher si la laxité ligamentaire était associée à la mobilité du plancher pelvien (clinique et échographique) et à la survenue de troubles de la statique pelvienne pendant la grossesse.

METHODOLOGIE

SCHEMA D'ETUDE

Il s'agit d'une étude prospective, longitudinale, monocentrique. L'ensemble des investigations ont été menées au sein de l'unité de Gynécologie Obstétrique et Médecine de la reproduction du Centre Hospitalier Universitaire de Poitiers de 13/01/2015 au 22/10/2015. Les femmes volontaires étaient incluses avant leur 14^{ème} semaine d'aménorrhée (SA). Un suivi longitudinal était prévu avec trois évaluations en cours de grossesse (10-14 SA, 18-22 SA, 28-32 SA). Seules les femmes ayant accompli la totalité du suivi prévu étaient considérées pour l'analyse. Les mêmes données étaient collectées à chacune des trois visites.

CRITERES D'INCLUSION ET DE NON INCLUSION

Les femmes éligibles pour une participation à l'étude devaient être enceintes, âgées de plus de 18 ans, suivies au sein des consultations de grossesses normales, quelle que soit leur parité.

Les femmes n'étaient pas éligibles pour une participation à l'étude dans les cas suivants : existence d'un trouble de la statique pelvienne antérieur à l'étude, pathologies articulaires et/ou gynécologique chronique, mineure, pathologie obstétricale, pathologie psychiatrique (prise en charge psychiatrique chronique), incapable majeure.

DONNEES COLLECTEES : MODALITES DE RECUEIL ET DEFINITIONS

Un seul opérateur était en charge du recueil des différentes données pendant toute la durée de l'étude.

Données générales

Nous avons collecté des données anthropométriques ainsi que des données socio-démographiques : âge, poids (en kg), taille (en cm), indice de masse corporelle (IMC, en kg.m^{-2}), gestité, parité.

L'existence d'un surpoids était retenue en cas d'IMC $> 25 \text{ kg.m}^{-2}$. La multiparité était définie par l'existence d'au moins un accouchement avant le début de l'étude.

Statique pelvienne

Symptômes

L'évaluation des symptômes de troubles de la statique pelvienne était réalisée à l'aide de deux auto-questionnaires validés en langue française : le *Pelvic Floor*

Distress Inventory – 20 Questions (PFDI-20) et le *International Consultation on Incontinence Questionnaire – Short Form (ICIQ SF)* [76-79].

Le PFDI-20 est un auto-questionnaire en 3 sections : une sur les symptômes de prolapsus uro-génital, une sur les symptômes digestifs, une sur les symptômes urinaires (Annexe 2) [76, 77]. L'existence de symptômes de prolapsus uro-génital était retenue en cas de score différent de 0 pour la première section du questionnaire (section prolapsus uro-génital).

Le ICIQ-UI SF est un auto-questionnaire sur l'IU et son retentissement sur la qualité de vie (Annexe 3) [78, 79]. L'existence d'une IU était retenue en cas de score différent de 0 pour le questionnaire. L'existence d'une IUE était retenue pour les cas où la femme avait coché au moins une des cases suivantes : « vous avez des pertes d'urines quand vous tousssez ou éternuez » ou/et « vous avez des pertes d'urines quand vous avez une activité physique ou que vous faites de l'exercice ».

Clinique

Une évaluation clinique de la statique pelvienne était réalisée à chaque trimestre selon la technique du POP-Q [43]. Les femmes étaient examinées en position gynécologique, après avoir spontanément vidé leur vessie, au repos et en manœuvre de Valsalva selon les modalités de la technique du POP-Q [43]. Le stade d'un éventuel prolapsus uro-génital était évalué selon les différentes mesures (exprimées en cm) obtenues et l'existence d'un prolapsus clinique était retenue en cas de prolapsus de stade 2 ou plus.

Echographie

A chaque visite, il était réalisé une évaluation échographique de la statique pelvienne à l'aide d'un appareil General Electrics Voluson E6™ (*General Electrics Medical Systems, Austria*) en utilisant une sonde 3D/4D abdominale incurvée (4 à 8 MHz). Une échographie périnéale était ainsi systématiquement réalisée, par voie trans-labiale, chez des femmes en position gynécologique, après avoir vidé spontanément leur vessie.

La surface du hiatus des muscles releveurs de l'anus était mesurée (en cm²) dans le plan des dimensions minimal du hiatus des releveurs en utilisant la technique de mesure simplifiée en 4D décrite par l'équipe de Dietz au repos et en manœuvre de Valsalva [47]. Deux manœuvres de Valsalva était réalisées et celle qui permettait d'obtenir la plus importante surface du hiatus des releveurs était retenue pour l'analyse. La distension du hiatus des releveurs (exprimée en cm²) était définie comme la différence entre la surface du hiatus des muscles releveurs de l'anus en manœuvre de Valsalva et sa surface au repos. Les cas où la surface du hiatus des muscles releveurs de l'anus en manœuvre de Valsalva était supérieure à 25 cm² étaient également identifiés pour l'analyse du fait de l'association entre ce seuil et l'existence d'un prolapsus uro-génital chez la femme non enceinte [37].

La descente du col vésical (exprimée en mm) était mesurée en deux dimensions, à l'aide du même matériel, en mesurant la technique *Bladder neck – Symphyseal Distance*, décrite par Dietz et qui correspond à la différence entre la distance symphyse pubienne – col vésical en manœuvre de Valsalva et ce même mesure au repos [36, 45]. Deux mesures étaient réalisées et celle qui correspondait à la descente du col vésical la plus importante était retenue pour l'analyse. Les cas où cette distance était supérieure à 15mm étaient également identifiés pour l'analyse

du fait de l'association entre ce seuil et l'existence d'une IUE chez la femme non enceinte [36, 45].

Laxité ligamentaire

La laxité ligamentaire générale était mesurée à l'aide du score clinique de Beighton (Annexe 1) [64].

Il était ensuite réalisé une évaluation standardisée de la laxité ligamentaire, ciblée sur la deuxième articulation MCP de la main non dominante. Pour cela, nous avons utilisé l'extensomètre décrit par Jobbins en 1979 permettant d'évaluer la laxité MCP en mesurant le degré d'extension passive de l'index de la main non dominante pour un couple appliqué à la deuxième articulation MCP de 0,26 N.m [66]. Nous avons optimisé ce dispositif en utilisant un encodeur et un capteur de force de façon à pouvoir enregistrer en continu le degré d'extension atteint en fonction du couple appliqué avec une représentation des résultats sous forme de courbe (Figure 10).

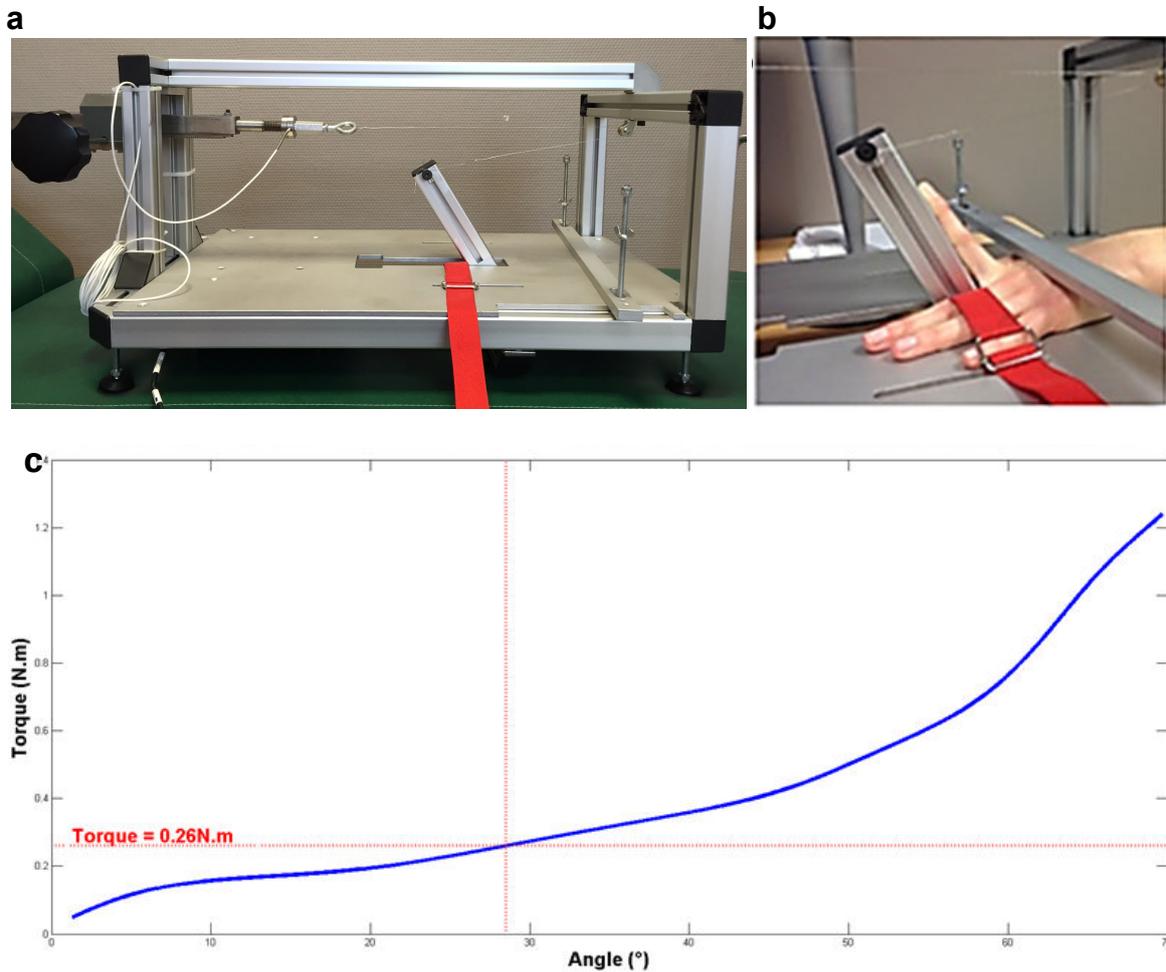
Pour l'utilisation de notre dispositif, la main non dominante de la participante était immobilisée sur un support plan avec l'index qui venait reposer sur un support mobile (Figure 10). Un repère spécial était présent sur le dispositif, correspondant à l'emplacement prévu pour l'extrémité distale du deuxième métacarpe de la main dominante, permettant ainsi une installation standardisée des femmes pour la mesure. Afin de limiter les forces de frottements de l'index sur le support lors de son extension, celui-ci était recouvert de gel échographique immédiatement avant l'installation de la participante.

L'opérateur induisait un mouvement de flexion – extension de l'index en déplaçant une crémaillère reliée au support mobile de l'index par l'intermédiaire d'un câble inextensible, en utilisant une molette rotative permettant de déplacer d'avant

en arrière la crémaillère (Figure 10). L'opérateur induisait une extension progressive de l'index jusqu'au moment où la participante souhaitait interrompre la mesure car elle pensait avoir atteint son amplitude articulaire maximale. Trois mesures étaient réalisées pour chaque participante à chaque visite. La première mesure était exclue afin de prendre en compte une éventuelle appréhension de la participante ainsi qu'un éventuel phénomène de dérouillage articulaire. Parmi les deux dernières mesures, celle qui occasionnait le plus important degré d'extension pour 0.26 N.m était retenue pour l'analyse comme mesure de laxité MCP (exprimée en °).

La validité de ce dispositif a été évaluée sur 10 volontaires sains avec une reproductibilité intra-opérateur excellente: Coefficient de Corrélation Intra classe = 96 %.

Figure 10 : Extensomètre utilisé dans cette étude pour mesurer la laxité métacarpo-phalangienne et présentation du type de courbe pouvant être obtenue.



B. Gachon et al. 2016.

- a – vue générale du dispositif au repos
- b – vue du dispositif en cours de mesure
- c – type de courbe pouvant être obtenue (*Torque* = couple)

STRATEGIE D'ANALYSE

Critères de jugement principal et secondaire

Le critère de jugement principal était l'existence d'une association entre la laxité MCP et la surface du hiatus des muscles releveurs de l'anus.

Le critère de jugement secondaire était l'existence d'une association entre la laxité MCP et: une distension du hiatus des releveurs de l'anus supérieur au 50^{ème}

percentile, une surface du hiatus des releveurs supérieure à 25 cm² en manœuvre de Valsalva, une descente du col vésical supérieure à 15 mm, l'existence de symptômes de prolapsus uro-génital, l'existence d'un prolapsus uro-génital, l'existence d'une IUE.

Plan d'analyse

Dans un premier temps, nous avons décrit les caractéristiques anthropométriques et socio-démographiques des femmes incluses. L'IMC était reporté en terme de moyenne et écart-type, la prévalence de la multiparité et celle du surpoids était reportées en terme de fréquences (n/N) et de pourcentage (%).

Avant de réaliser l'analyse relative aux critères de jugements, nous avons mesuré les changements survenant pendant la grossesse pour toutes les variables enregistrées. Pour chaque trimestre de grossesse, les variables continues étaient exprimées en termes de moyenne et de DS alors que les variables catégorielles étaient exprimées en terme de fréquences (n/N) et de pourcentages (%). Pour les variables continues, les changements pendant la grossesse étaient mesurés à l'aide d'un test de Friedman, qui est pertinent pour le traitement de mesures répétées au cours du temps au sein d'une même population. Pour les données catégorielles, les changements étaient mesurés en utilisant un test du χ^2 .

Concernant les critères de jugement, nous avons d'abord recherché une association entre la laxité MCP et les autres variables continues (distension du hiatus des releveurs, surface du hiatus des releveurs en Valsalva, descente du col vésical, mesures du POP-Q). Pour mesurer cette association nous avons réalisé une régression linéaire mixte multi niveaux. Pour chaque variable, nous avons estimé le degré de variance expliqué par la laxité MCP et mesuré le degré de corrélation entre

la laxité MCP et le paramètre étudié. Ce type de modèle d'analyse est tout particulièrement adapté pour traiter des mesures répétées sur un même échantillon au cours du temps [80].

Nous avons ensuite recherché une association entre la laxité MCP et l'existence des évènements suivants : distension du hiatus des releveurs supérieure au 50^{ème} percentile, surface du hiatus des releveurs en Valsalva supérieure à 25 cm², descente du col vésical supérieure à 15mm, existence de symptômes de prolapsus uro-génital, existence d'un prolapsus uro-génital, existence d'une IUE. Nous avons fixé un seuil au 50^{ème} percentile pour la distension du hiatus des releveurs du fait de la taille de notre échantillon qui ne permettait pas de fixer un seuil plus élevé (90^{ème} ou 95^{ème} percentile). Les seuils de 25 cm² pour la surface du hiatus des releveurs et 15mm pour la descente du col vésical ont été retenus du fait de leurs association respective avec le prolapsus uro-génital et l'IUE chez la femme non enceinte [36, 37]. La relation entre ces différentes situations et la laxité MCP a été mesurée tout d'abord en analyse univariée en utilisant le modèle GEE (*Generalized Estimating Equations*). Ce type de modèle est pertinent pour estimer une association entre une variable continue et des variables catégorielles dans le cadre de mesures répétées dans une même population au cours du temps [81]. Les variables pour lesquelles il était mis en évidence un niveau de significativité inférieur à 0,2 ($p < 0,2$) en analyse univariée étaient incluses dans le modèle multivarié. En analyse multivariée, l'association entre la laxité MCP et les différents paramètres étudiés était mesurée en tenant compte du rôle de facteurs de risque connus de troubles de la statique pelvienne, qui étaient systématiquement inclus dans le modèle : âge > 30 ans, surpoids, multiparité. Ces variables ont été incluses en tant que variables catégorielles dans le modèle GEE pour faciliter les modalités d'analyse et

d'interprétation des données. L'effet du temps (trimestre de grossesse) était aussi pris du fait du caractère longitudinal de cette étude. Les résultats sont exprimés en terme d'OR estimés et d'intervalles de confiance à 95 %.

Pour toutes les analyses effectuées, le seuil de significativité statistique était fixé à 5 % ($p < 0,05$).

Les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel STATA (version 14IC ; *Stata Corporation, College Station, TX*)

ASPECTS ETHIQUES ET REGLEMENTAIRES

Cette étude a été évaluée et approuvée par le Comité de Protection des Personnes Ouest III (protocole : 2014-A01467-40) et l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé (protocole : 141380B-22).

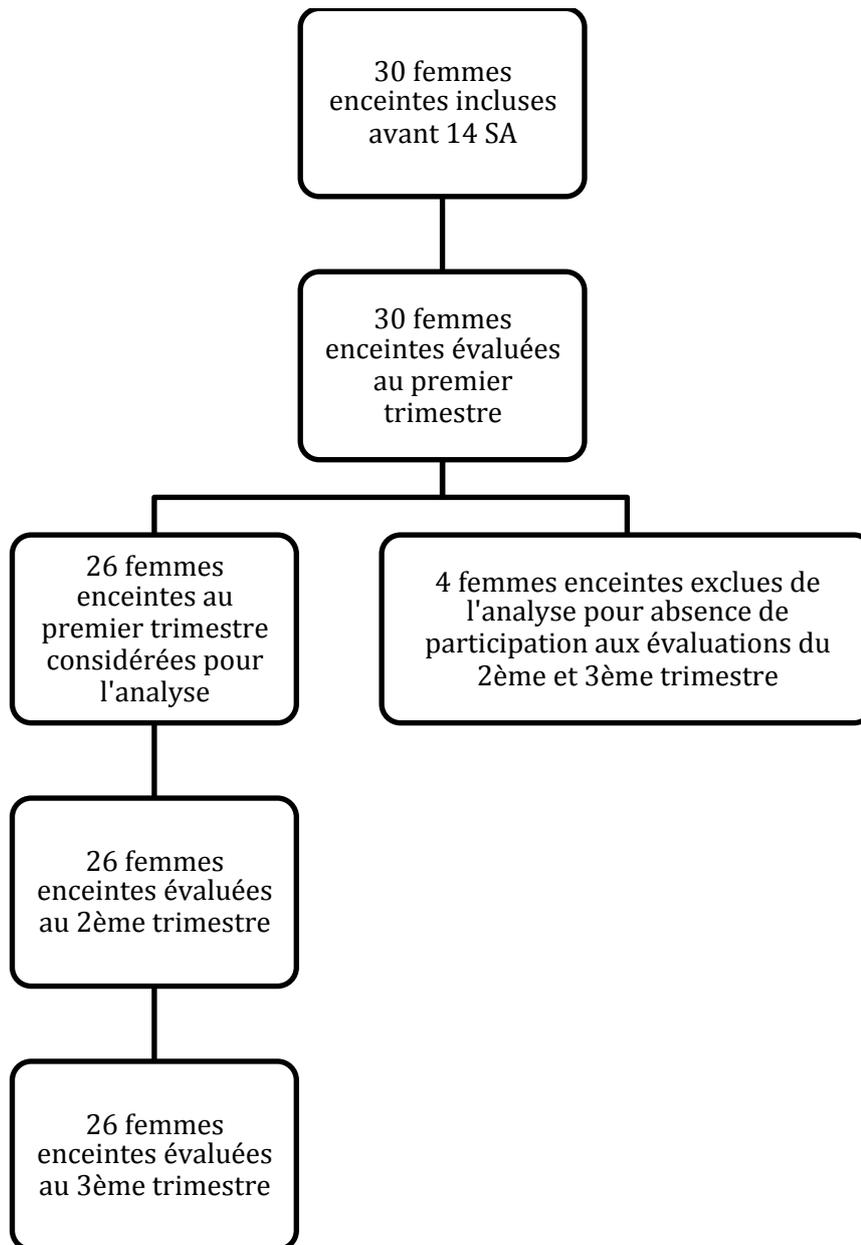
Toutes les participantes ont donné leur consentement libre, éclairé et consigné par écrit avant le début de toute investigation.

RESULTATS

DESCRIPTION DE LA POPULATION

Trente femmes enceintes ont été incluses dans l'étude avant leur 14^{ème} SA. Parmi ces trente femmes, quatre ont été exclues de l'analyse car elles n'ont pas accompli la totalité du suivi prévu au protocole, elles ont quitté l'étude après la première visite (Figure 11).

Figure 11 : Diagramme des flux



Aucune des femmes exclues de l'analyse ne l'a été pour des raisons médicales et/ou des problèmes liés au protocole de l'étude. Ces 4 femmes ont souhaité interrompre leur participation après la première visite en raison de problèmes d'organisation personnelle rendant impossible la réalisation des différents examens aux termes prévus dans le protocole. Ces femmes exclues de l'analyse n'étaient pas différentes des autres femmes enceintes en terme d'âge moyen

(28 ans pour les femmes exclues contre 29,5 ; $p = 0,58$), en terme d'IMC moyen (21,8 kg.m⁻² pour les femmes exclues contre 25,4 kg.m⁻² ; $p = 0,1$) ni en terme de proportion de femmes multipares (50 % pour les femmes exclues contre 73 % ; $p = 0,58$).

Parmi les 26 femmes enceintes considérées pour l'analyse, 11 (42 %) étaient âgées de plus de 30 ans, 7 (27 %) étaient en surpoids et 19 (73 %) étaient multipares.

DESCRIPTION DES MODIFICATIONS EN COURS DE GROSSESSE

Pendant la grossesse, nous avons mis en évidence une augmentation de laxité ligamentaire aussi bien sur le plan général (Score de Beighton) que concernant l'analyse ciblée sur la deuxième articulation MCP de la main non dominante (Tableau 3).

Sur le plan des troubles de la statique pelvienne, l'IUE était fréquente au cours de la grossesse (42 à 73 %) mais sa fréquence ne variait pas au cours de la grossesse. De même pour la prévalence des symptômes de prolapsus et pour l'existence d'un prolapsus clinique qui atteignaient respectivement 61,5 % et 34,6 % sans variation significative pendant la grossesse (Tableau 3).

Concernant le détail de l'analyse clinique avec la technique du POP-Q, nous avons rapporté une descente significative des points antérieurs (*Aa*, *Ba*) et des points postérieurs (*Ap*, *Bp*) ainsi qu'un allongement significatif des segments *gh*, *pb*, *tv* pendant la grossesse (tableau 3). Seules les positions des points *C* et *D* ne variaient pas pendant la grossesse.

Enfin, sur le plan échographique nous avons mis en évidence une augmentation de la surface moyenne du hiatus des releveurs (au repos et en

manœuvre de Valsalva), sans variation significative de la distension moyenne du hiatus sur la période étudiée (Tableau 3). Le 50^{ème} percentile pour la distension du hiatus des muscles releveurs de l'anūs dans notre population se situait à 4,7 cm². La prévalence de surface du hiatus des releveurs en Valsalva > 25 cm² pendant la grossesse augmentait significativement entre le premier trimestre (0) et le 3^{ème} trimestre (11 femmes soit 42,3 % de la population ; p < 0,005). La prévalence de la descente du col vésical > 15 mm passait de 23,1 % (n = 6) au premier trimestre à 30,8 % (n = 8) au troisième (p = 0,6).

MESURE DE L'ASSOCIATION ENTRE LAXITE MCP ET STATIQUE PELVIENNE

En analyse univariée, nous avons mis en évidence une association entre la laxité MCP et la distension du hiatus des muscles releveurs de l'anūs pendant la grossesse (Tableau 4). Ces deux paramètres étaient positivement corrélés avec un coefficient de corrélation de 0,26 (p = 0,023) et 6,8 % de la variance de la distension du hiatus expliquée par la laxité MCP (Tableau 4). Une telle association n'était pas retrouvée entre la laxité MCP et aucun autre paramètre clinique ou échographique (Tableau 4).

Tableau 3 : Modifications de laxité ligamentaire et de statique pelvienne pendant la grossesse

	1 ^{er} trimestre, moyenne (écart-type), N= 26 ou n (%)	2 ^{eme} trimestre, moyenne (écart-type), ou n (%)	3 ^{eme} trimestre, moyenne (écart-type), ou n (%)	p
<u>Laxité ligamentaire</u>				
Score de Beighton	2,8 (3,3)	3,2 (2,5)	3,3 (2,3)	0,008 ^a
Laxité MCP (en°)	43,3 (15)	52,5 (11,3)	53,6 (12)	0,001 ^a
<u>Paramètres du POP-Q</u>				
Position du point Aa (cm)	-2,3 (0,9)	-1,8 (1)	-1,5 (1,1)	<0,0005 ^a
Position du point Ba (cm)	-2,3 (0,9)	-1,8 (1)	-1,5 (1,1)	<0,0005 ^a
Position du point Ap (cm)	-2,7 (0,6)	-2,3 (0,7)	-2,2 (0,9)	0,0004 ^a
Position du point Bp (cm)	-2,7 (0,6)	-2,3 (0,7)	-2,2 (0,9)	0,0004 ^a
Position du point C (cm)	-7,1 (1,7)	-6,8 (1,7)	-7,1 (1,6)	0,52 ^a
Position du point D (cm)	-8,3 (1,6)	-8 (1,6)	-8,1 (1,6)	0,66 ^a
Longueur du segment tvl (cm)	9,6 (1,3)	10 (1,2)	10,4 (1,1)	0,0009 ^a
Longueur du segment gh (cm))	3,9 (0,7)	4,3 (0,7)	4,6 (0,6)	<0,0005 ^a
Longueur du segment pb (cm)	3,2 (0,5)	3,4 (0,6)	3,9 (0,6)	<0,0005 ^a
<u>Paramètres échographiques</u>				
Surface du hiatus des releveurs au repos (cm ²)	14,4 (2,4)	16,9 (3)	18,5 (3,3)	<0,0005 ^a
Surface du hiatus des releveurs en Valsalva (cm ²)	18,5 (3,6)	22,5 (4,9)	24,7 (5,8)	<0,0005 ^a
Distension du hiatus des releveurs (cm ²)	4 (2,6)	5,6 (3,2)	6,2 (4)	0,07 ^a
Descente du col vésical (mm)	10,8 (7,6)	12,4 (8,5)	13,3 (7,8)	0,07 ^a
<u>Troubles de la statique pelvienne</u>				
Incontinence urinaire à l'effort, n (%)	11 (42,3)	19 (73,1)	15 (57,7)	0,08 ^b
Symptômes de prolapsus uro-génital, n (%)	16 (61,5)	19 (73,1)	16 (61,5)	0,6 ^b
Prolapsus uro-génital clinique, n (%)	3 (11,5)	6 (23,1)	9 (34,6)	0,14 ^b

a Test de Friedman

b Test du χ^2 .

Tableau 4 – Association entre la laxité MCP et les mesures cliniques /
échographiques de statique pelvienne

	% de variance expliquée par la laxité MCP	Coefficient de correlation avec la laxité MCP	p
<u>Paramètres échographiques</u>			
Distension du hiatus des releveurs de l'anus	6,8	0,26	0,023
Surface du hiatus des releveurs en Valsalva	4,5	0,21	0,096
Descente du col vésical	0,3	0,06	0,71
<u>Paramètres du POP-Q</u>			
Position du point Aa	2,7	0,05	0,73
Position du point Ap	6,8	0,26	0,086
Position du point C	1,3	0,11	0,089
Position du point D	aucun	0,1	0,29
Longueur du segment tvl	0,3	0,06	0,46
Longueur du segment gh	aucun	0,13	0,83
Longueur du segment pb	aucun	0,13	0,44

Analyse en régression linéaire mixte multi niveaux

En analyse univariée en utilisant le modèle GEE, la distension du hiatus des releveurs > 50^{ème} percentile (p = 0,05), les symptômes de prolapsus uro-génital (p = 0,07) et la descente du col vésical >15 mm (p = 0,06) étaient associés avec la laxité MCP avec un p < 0,2 et ont donc été inclus dans le modèle d'analyse multivariée. L'IUE (p = 0,65), le prolapsus uro-génital clinique (p = 0,45) et la surface du hiatus des releveurs > 25 cm² (p = 0,51) n'ont pas été inclus dans le modèle.

En analyse multivariée avec le modèle GEE, la laxité MCP était significativement associée à l'existence de symptômes de prolapsus uro-génital (OR = 1,05 [1,01-1,11] pour une augmentation de 1° de laxité MCP) (tableau 5). Dans ce modèle la laxité MCP n'était pas associée à une distension du hiatus > 50^{ème} percentile ni à une descente du col vésical > 15mm (Tableau 5).

Tableau 5 – Association entre laxité MCP et statique pelvienne en analyse multivariée

	Distension du hiatus des releveurs > 50^{ème} percentile, OR [95% IC]	Descente du col vésical > 15mm, OR [95% IC]	Symptômes de prolapsus uro- génital, OR [95% IC]
Age > 30	0,40 [0,11 – 1,46]	1,56 [0,32 – 7,65]	1,52 [0,36 – 7,65]
Surpoids	3,86 [0,86 – 17,46]	4,60 [0,95 – 22,38]	1,34 [0,28 – 6,39]
Multiparité	9,53 [1,64 – 55,49]	17,44 [1,97 – 154,1]	1,31 [0,24 – 6,97]
Trimestre	1,44 [0,78 – 2,69]	1,14 [0,68 – 1,93]	0,77 [0,50 – 1,19]
Laxité MCP	1,04 [0,99 – 1,10]	1,04 [0,97 – 1,11]	1,05 [1,01 – 1,11]

OR : Odd Ratio IC 95% : intervalle de confiance à 95%

ORs estimés en analyse multivariée utilisant le modèle GEE (*Generalized Estimating Equations*)

DISCUSSION

PRINCIPAUX RESULTATS

Dans notre étude, la laxité MCP augmentait pendant la grossesse et était significativement associée à la distension du hiatus des muscles releveurs de l'anوس et à l'existence de symptômes de prolapsus uro-génital durant cette période.

LIMITES ET FORCES PRINCIPALES DE L'ETUDE

Une des principales limites de notre étude est qu'elle s'intéresse à la fois à des femmes nullipares et des femmes multipares. Ceci peut amener de la confusion dans l'analyse étant donné que la parité est un facteur décrit comme étant associé à la surface du hiatus des muscles releveurs de l'anوس [82]. Comme cela est décrit dans nos résultats en analyse multivariée, la parité est fortement associée à la mobilité du plancher pelvien. Ce phénomène pourrait avoir une influence sur nos résultats sous la forme d'une possible atténuation de l'effet de la laxité MCP sur la statique pelvienne. Ceci pourrait expliquer l'absence de lien significatif entre la laxité MCP et différents paramètres de statique pelvienne (paramètres du POP-Q, descente du col vésical, prolapsus uro-génital, IUE). D'un autre côté, le fait que nous rapportions une association entre la laxité MCP et la distension du hiatus des releveurs de l'anوس ainsi que l'existence de symptômes de prolapsus uro-génital dans une population comportant plus de 70 % de femmes multipares supporte la validité de nos résultats. L'association décrite pourrait être bien plus forte au sein d'une population de femme enceinte nullipares.

Une autre limite pourrait être le fait que tous les examens ont été réalisés par un seul et unique opérateur (Bertrand GACHON). Nous pensons que cela n'entraîne pas de biais dans notre analyse étant donné que nous n'avons utilisé que des

méthodes bien décrites et validées dans la littérature et que nos résultats pendant la grossesse sont comparables à ceux rapportés par la majorité des équipes [36, 42, 43, 47]. Ceci vient supporter la validité externe de nos résultats. De plus l'opérateur réalisait les mesures de statique pelvienne en aveugle des mesures de laxité ligamentaire puisque celles-ci étaient traitées à la fin de chaque visite.

La force principale de ce travail est qu'il rapporte des données de laxité ligamentaire en utilisant un dispositif de mesure offrant une mesure standardisée de celle-ci. L'efficacité du score de Beighton pour objectiver des changements de laxité ligamentaire au sein d'une même population au cours du temps est faible étant donné que ce score est peu discriminant et surtout adapté aux études épidémiologiques [63]. Nous avons fait le choix d'évaluer la laxité ligamentaire en utilisant un dispositif pertinent pour un travail de recherche clinique, dont l'utilisation a déjà été décrite au cours de la grossesse, qui est fiable et représentatif de la laxité générale d'un individu [17, 66]. Nous avons utilisé un instrument évaluant la laxité ligamentaire au niveau d'une articulation du membre supérieur, ce qui peut être surprenant dans une thématique de recherche s'intéressant au plancher pelvien. Nous avons décidé cela, plutôt que d'utiliser des dispositifs bien décrits pour le genou par exemple, dans le but d'éviter un biais dans nos mesures qui pourrait être dû à des contraintes articulaires en lien avec la prise de poids pendant la grossesse [83]. De plus, il n'existe actuellement aucun dispositif validé chez la femme enceinte pour mesurer la laxité du plancher pelvien.

A notre connaissance, cette étude est la première à rapporter une association entre la laxité ligamentaire périphérique et la surface du hiatus des muscles releveurs de l'anus pendant la grossesse. La plupart des travaux sur le sujet s'intéressent à la laxité ligamentaire ou la statique pelvienne pendant la grossesse, à

l'association entre la laxité ligamentaire et les troubles de la statique pelvienne chez la femme non enceinte, mais il n'existe pas de données à propos d'une telle association chez la femme enceinte [40-42].

INTERPRETATION

Bien que nos résultats soient statistiquement significatifs, la force clinique de l'association rapportée semble faible. Seulement 6,8 % de la variance de la distension du hiatus des muscles releveurs de l'anus est expliquée par la laxité MCP et l'OR mesuré pour l'association avec les symptômes de prolapsus uro-génital est faible. Nos résultats doivent être considérés comme des données exploratoires suggérant l'existence d'un lien entre la laxité ligamentaire périphérique et la surface du hiatus des releveurs de l'anus. Nous nous accordons sur le fait que ces résultats préliminaires ne peuvent pas être généralisés à l'échelle d'une large population de femmes enceintes. Nos données doivent être confirmées sur une population plus importante de femmes enceintes nullipares. En effet, comme nous l'avons dit plus tôt, l'effet de la laxité ligamentaire périphérique sur la mobilité du plancher pelvien pendant la grossesse dans notre étude pourrait être sous-estimé en raison de l'effet très important de la multiparité. Le schéma d'étude optimal serait un suivi longitudinal de femmes nullipares non enceintes avant, pendant et après leur première grossesse. Un tel schéma paraît difficile à mettre en place en terme de recrutement de femmes avant leur première grossesse et de maintien d'un suivi sur plusieurs années.

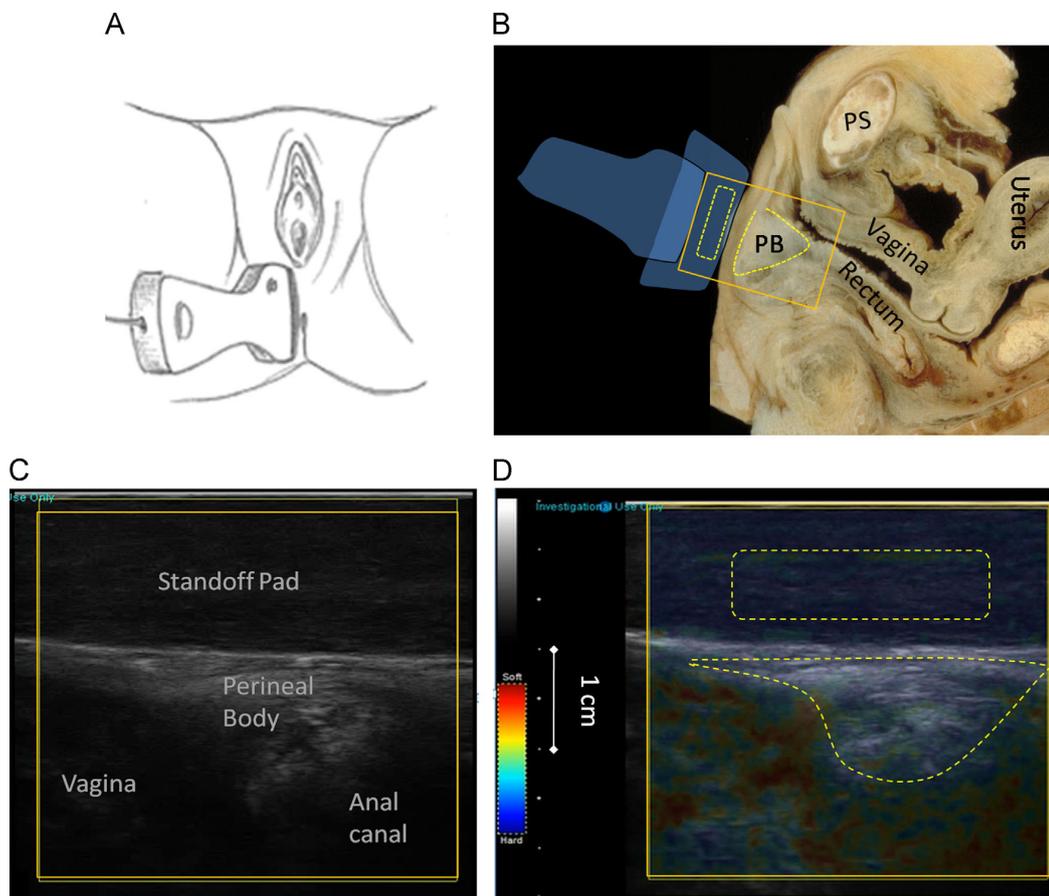
L'association entre laxité MCP et distension du hiatus des muscles releveurs de l'anus que nous rapportons vient supporter l'hypothèse d'un changement général des propriétés biomécaniques intrinsèques de la femme durant la grossesse.

Ceci pourrait être dû à des changements concernant les propriétés élastiques des tissus (ligaments, muscles) pendant la grossesse.

Plusieurs auteurs ont mis en évidence des modifications de propriétés élastiques du plancher pelvien pendant la grossesse en expérimentation animale [84-87]. Lowder rapporte une augmentation de la capacité maximale de distension et une diminution de la rigidité au niveau du tissu vaginal de rates enceintes [84]. Rahn fait une observation similaire avec un tissu vaginal de souris en fin de grossesse, qui peut être étiré jusqu'à trois fois sa taille initiale [85]. Alperin observe, chez la rate enceinte, une augmentation de la longueur des fibres musculaires du plancher pelvien [86]. Le lien entre cet allongement de la fibre musculaire et une augmentation des propriétés élastiques n'est pas encore très clair. Cette même équipe rapporte en effet, au cours de la même période et sur le même modèle animal, une augmentation de rigidité pour certains muscles du plancher pelvien (pubo-rectal notamment) mais pas pour d'autres (coccygien) sans explications concernant ces différences de comportement biomécanique [87]. De plus, les aspects biochimiques de la physiopathologie de ces changements restent méconnus mais semble impliquer un large remaniement du tissu conjonctif et en particulier via le métabolisme du collagène [84-87]. Certains facteurs hormonaux, notamment la relaxine, pourraient être en lien avec ces modifications mais là encore la physiopathologie reste mal identifiée [19, 65, 88, 89]. Les propriétés biomécaniques des muscles du plancher pelvien et leurs changements pendant la grossesse restent méconnus. Ceci suggère l'intérêt d'une évaluation *in vivo* des propriétés élastiques des muscles du plancher pelvien pendant la grossesse pour avancer dans la connaissance de la physiopathologie des troubles de la statique pelvienne.

Actuellement, il n'existe aucun dispositif validé chez la femme enceinte pour mesurer les propriétés élastiques du plancher pelvien. Chez la femme non enceinte, l'utilisation des techniques d'élastographie, couplées à l'IRM ou à l'échographie, a été décrit pour mesurer les propriétés élastiques de la région ano-vulvaire (*pb*, *perineal body*) et du muscle élévateur de l'anus (Figure 12) [90, 91].

Figure 12 : Evaluation des propriétés élastiques de la région ano-vulvaire en élastographie chez des femmes non-enceintes [90]

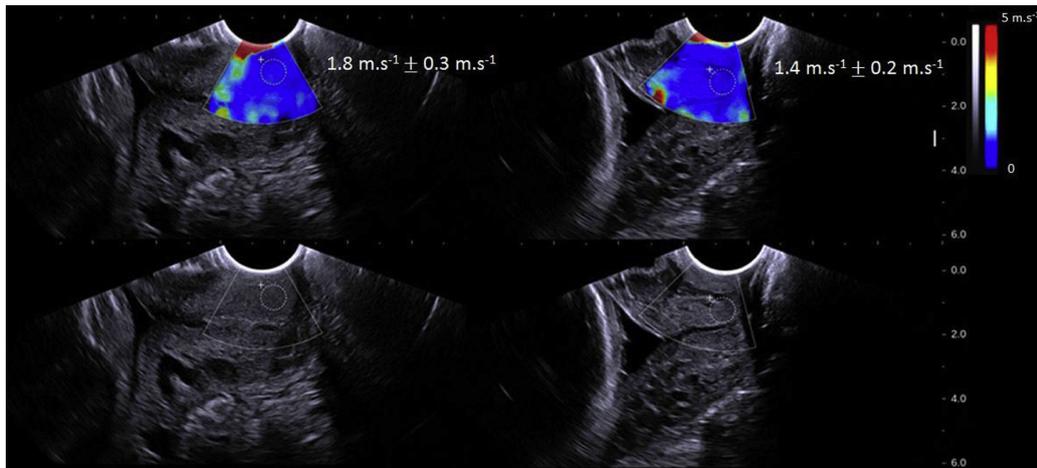


Chen et al. In vivo estimation of perineal body properties using ultrasound quasistatic elastography in nulliparous women. J Biomech. 2015

Récemment, de nouvelles techniques d'élastographie permettant une analyse quantitative des propriétés élastiques des tissus (élastographie par onde de

cisaillement, *Shear wave elastography*) ont été utilisées chez la femme enceinte pour évaluer les propriétés élastique du col utérin et du myomètre (Figure 13) [92, 93].

Figure 13 : Evaluation des propriétés élastiques du col utérin pendant la grossesse en élastographie par ondes de cisaillement [93]



Gennisson et al. Quantification of elasticity changes in the myometrium during labor using Supersonic Shear Imaging: a feasibility study. Ultrasonics. 2015

Ces nouvelles techniques d'imagerie fonctionnelle pourraient être très utiles dans les années à venir pour caractériser *in vivo* les modifications des propriétés biomécaniques du plancher pelvien de la femme au cours de la grossesse.

Plusieurs équipes de recherche travaillent sur l'élaboration d'algorithmes pour prédire la survenue de troubles de la statique pelvienne suite à un accouchement [94, 95]. Actuellement, ces algorithmes ne tiennent pas compte des caractéristiques intrinsèques de la femme enceinte et notamment de ses propriétés biomécaniques. Dans ces conditions, le risque obstétrical est résumé au seul risque de l'accouchement par voie vaginale et ne tient en aucun cas compte du risque lié à la grossesse en elle-même. Nous pensons que ces algorithmes pourraient être

optimisés en y intégrant des données concernant les paramètres biomécaniques de la femme enceinte (laxité ligamentaire, statique pelvienne pendant la grossesse, évaluation *in vivo* des propriétés élastiques du plancher pelvien). Cela pourrait permettre de se diriger vers une évaluation personnalisée du risque tenant compte du rôle de la grossesse et la susceptibilité individuelle, autorisant une information personnalisée des femmes enceintes à propos de leur risque de troubles de la statique pelvienne.

CONCLUSION

La laxité ligamentaire mesurée au niveau de la deuxième articulation métacarpo-phalangienne semble associée à la distension du hiatus des muscles releveurs de l'anus ainsi qu'à la survenue de symptômes de prolapsus uro-génital pendant la grossesse. Cette association nécessite d'être confirmée sur de plus importantes populations et cette thématique de recherche mérite d'être explorée plus en profondeur en utilisant les dernières techniques d'évaluation *in vivo* des propriétés élastiques musculaires (élastographie).

La prise en compte des caractéristiques biomécaniques intrinsèques de la femme enceinte dans la prédiction prénatale du risque de troubles de la statique pelvienne suite à un accouchement pourrait permettre une évaluation individualisée de ce risque autorisant une information personnalisée des femmes enceintes.

CONCLUSION GENERALE

La physiopathologie des troubles de la statique pelvienne reste mal comprise. Actuellement, un rôle important est attribué au traumatisme du plancher pelvien lors d'un accouchement par voie vaginale dans la survenue de ces troubles. L'évaluation du risque de troubles de la statique pelvienne telle qu'elle est réalisée dans les pratiques actuelles ne tient pas compte d'une éventuelle susceptibilité individuelle ni d'un possible rôle propre de la grossesse. Le risque obstétrical est résumé au traumatisme périnéal de l'accouchement.

Nous disposons dans la littérature de données en faveur d'une modification des propriétés biomécaniques de la femme pendant la grossesse sous la forme d'une augmentation de laxité ligamentaire et d'une augmentation de mobilité du plancher pelvien. Les résultats de ce travail sont en faveur d'une association entre laxité ligamentaire et statique pelvienne pendant la grossesse, ce qui vient supporter l'idée d'un changement général des propriétés biomécaniques de la femme pendant la grossesse.

Nous pensons que cet effet de la grossesse devrait être pris en compte dans notre évaluation du risque de survenue de troubles de la statique pelvienne pendant et après la grossesse. Dans cette optique, inclure la laxité ligamentaire et la mobilité du plancher dans cette évaluation pourrait ainsi nous permettre de réaliser une évaluation personnalisée du risque, permettant de mieux identifier les femmes à risque et de mieux les informer et les conseiller vis à vis de leur risque et du choix de la voie d'accouchement.

Dans le futur, les nouvelles techniques d'imagerie fonctionnelle permettant d'évaluer directement les propriétés élastiques des tissus en élastographie couplée à l'échographie pourraient être particulièrement intéressantes pour mieux caractériser

les modifications biomécaniques du plancher pelvien pendant la grossesse. Ces données nous permettraient d'améliorer nos connaissances dans la physiopathologie des troubles de la statique pelvienne, particulièrement sur le rôle propre de la grossesse. Cela pourrait nous permettre, dans les années à venir, d'améliorer nos performances dans la prédiction de ces troubles et d'essayer de développer des moyens de prévention.

REFERENCES

1. Lowenstein E, Ottesen B, Gimbel H. Incidence and lifetime risk of pelvic organ prolapse surgery in Denmark from 1977 to 2009. *Int Urogynecol J.* 2015; 26:49-55.
2. Wu JM, Matthews CA, Conover MM et al. Lifetime risk of stress urinary incontinence or pelvic organ prolapse surgery. *Obstet Gynecol.* 2014;123:1201-1206.
3. Wilson L, Brown JS, Shin GP et al. Annual direct cost of urinary incontinence. *Obstet Gynecol.* 2001;98:398-406.
4. Subak LL, Waetjen LE, van den Eeden S et al. Cost of pelvic organ prolapse surgery in the United States. *Obstet Gynecol.* 2001;98:646-651.
5. Ashton-Miller JA, DeLancey JO. Functional anatomy of the female pelvic floor. *Ann N Y Acad Sci.* 2007;1101:266-296.
6. Kim J, Betschart C, Ramanah R et al. Anatomy of the pubovisceral muscle origin: Macroscopic and microscopic findings within the injury zone. *Neurourol Urodyn.* 2015;34:774-780.
7. Nyangoh Timoh K, Bessede T, Zaitouna M et al. Anatomie du muscle élévateur de l'anus et applications en gynécologie-obstétrique. [Anatomy of the levator ani muscle and implications for obstetrics and gynaecology]. *Gynecol Obstet Fertil.* 2015;43:84-90.
8. Gyhagen M, Akervall S, Milsom I. Clustering of pelvic floor disorders 20 years after one vaginal or one cesarean birth. *Int Urogynecol J.* 2015;26:1115-1121.
9. Gyhagen M, Bullarbo M, Nielsen TF et al. Prevalence and risk factors for pelvic organ prolapse 20 years after childbirth: a national cohort study in

- singleton primiparae after vaginal or caesarean delivery. BJOG. 2013;120:152-160.
10. Gyhagen M, Bullarbo M, Nielsen TF et al. The prevalence of urinary incontinence 20 years after childbirth: a national cohort study in singleton primiparae after vaginal or caesarean delivery. BJOG. 2013;120:144-151.
 11. Rortveit G, Daltveit AK, Hannestad YS et al. Urinary incontinence after vaginal delivery or cesarean section. N Engl J Med. 2003;348:900-907.
 12. Handa VL, Blomquist JL, Knoepp LR et al. Pelvic floor disorders 5-10 years after vaginal or cesarean childbirth. Obstet Gynecol. 2011;118:777-784.
 13. Leijonhufvud A, Lundholm C, Cnattingius S et al. Risks of stress urinary incontinence and pelvic organ prolapse surgery in relation to mode of childbirth. Am J Obstet Gynecol. 2011;204:70 e71-77.
 14. Volloyhaug I, Morkved S, Salvesen O et al. Pelvic organ prolapse and incontinence 15-23 years after first delivery: a cross-sectional study. BJOG. 2015;122:964-971.
 15. Chen Y, Li FY, Lin X et al. The recovery of pelvic organ support during the first year postpartum. BJOG. 2013;120:1430-1437.
 16. Abramson DR, SM. Wilson, PD. Relaxation of the pelvic joints in pregnancy. Surg Gynecol Obstet. 1934;58:595-613.
 17. Calguneri M, Bird HA, Wright V. Changes in joint laxity occurring during pregnancy. Ann Rheum Dis. 1982;41:126-128.
 18. Ostgaard HC, Andersson GB, Schultz AB et al. Influence of some biomechanical factors on low-back pain in pregnancy. Spine. 1993;18:61-65.

19. Schauberger CW, Rooney BL, Goldsmith L et al. Peripheral joint laxity increases in pregnancy but does not correlate with serum relaxin levels. *Am J Obstet Gynecol.* 1996;174:667-671.
20. Lindgren A, Kristiansson P. Finger joint laxity, number of previous pregnancies and pregnancy induced back pain in a cohort study. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2014;6:14:61.
21. Marnach ML, Ramin KD, Ramsey PS et al. Characterization of the relationship between joint laxity and maternal hormones in pregnancy. *Obstet Gynecol.* 2003;101:331-335.
22. Dietz HP, Bennett MJ. The effect of childbirth on pelvic organ mobility. *Obstet Gynecol.* 2003;102:223-228.
23. Dietz HP, Eldridge A, Grace M et al. Does pregnancy affect pelvic organ mobility? *Aust N Z J Obstet Gynaecol.* 2004, 44:517-520.
24. Shek KL, Dietz HP. The effect of childbirth on hiatal dimensions. *Obstet Gynecol.* 2009;113:1272-1278.
25. Shek KL, Dietz HP, Kirby A. The effect of childbirth on urethral mobility: a prospective observational study. *J Urol.* 2010;184:629-634.
26. Shek KL, Kruger J, Dietz HP. The effect of pregnancy on hiatal dimensions and urethral mobility: an observational study. *Int Urogynecol J.* 2012;23:1561-1567.
27. Toozs-Hobson P, Balmforth J, Cardozo L et al. The effect of mode of delivery on pelvic floor functional anatomy. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct.* 2008;19:407-416.

28. Bo K, Hilde G, Tennfjord MK et al. Pelvic floor muscle variables and levator hiatus dimensions: a 3/4D transperineal ultrasound cross-sectional study on 300 nulliparous pregnant women. *Int Urogynecol J*. 2014;25:1357-1361.
29. Van Veelen GA, Schweitzer KJ, van Hoogenhuijze NE et al. Association between levator hiatal dimensions on ultrasound during first pregnancy and mode of delivery. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2015;45:333-338.
30. Siafarikas F, Staer-Jensen J, Hilde G et al. Levator hiatus dimensions in late pregnancy and the process of labor: a 3- and 4-dimensional transperineal ultrasound study. *Am J Obstet Gynecol*. 2014;210:484 e481-487.
31. Staer-Jensen J, Siafarikas F, Hilde G, et al. Postpartum recovery of levator hiatus and bladder neck mobility in relation to pregnancy. *Obstet Gynecol*. 2015;125:531-539.
32. Staer-Jensen J, Siafarikas F, Hilde G et al. Ultrasonographic evaluation of pelvic organ support during pregnancy. *Obstet Gynecol*. 2013;122:329-336.
33. Reimers C, Staer-Jensen J, Siafarikas F et al. Change in pelvic organ support during pregnancy and the first year postpartum: a longitudinal study. *BJOG*. 2016;123:821-829.
34. O'Boyle AL, O'Boyle JD, Ricks RE et al. The natural history of pelvic organ support in pregnancy. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct*. 2003;14:46-49.
35. O'Boyle AL, Woodman PJ, O'Boyle JD et al. Pelvic organ support in nulliparous pregnant and nonpregnant women: a case control study. *Am J Obstet Gynecol*. 2002;187:99-102.
36. Dietz HP, Clarke B, Herbison P. Bladder neck mobility and urethral closure pressure as predictors of genuine stress incontinence. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct*. 2002;13:289-293.

37. Dietz HP, Shek C, De Leon J et al. Ballooning of the levator hiatus. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2008;31:676-680.
38. Chen B, Yeh J. Alterations in connective tissue metabolism in stress incontinence and prolapse. *J Urol.* 2011;186:1768-1772.
39. Miedel A, Tegerstedt G, Maehle-Schmidt M et al. Nonobstetric risk factors for symptomatic pelvic organ prolapse. *Obstet Gynecol.* 2009;113:1089-1097.
40. Veit-Rubin N, Cartwright R, Singh AU et al. Association between joint hypermobility and pelvic organ prolapse in women: a systematic review and meta-analysis. *Int Urogynecol J.* 2015. <http://dx.doi.org/10.1007/s00192-015-2896-1>.
41. Mastoroudes H, Giarenis I, Cardozo L et al. Lower urinary tract symptoms in women with benign joint hypermobility syndrome: a case-control study. *Int Urogynecol J.* 2013;24:1553-1558.
42. Gachon B, Desseauve D, Fradet L et al. Modifications de statique pelvienne et de laxité ligamentaire pendant la grossesse et le post partum. *Revue de la littérature et perspectives. [Changes in pelvic organ mobility and ligamentous laxity during pregnancy and postpartum. Review of literature and prospects]. Prog Urol.* 2016;26:385-394.
43. Bump RC, Mattiasson A, Bo K et al. The standardization of terminology of female pelvic organ prolapse and pelvic floor dysfunction. *Am J Obstet Gynecol.* 1996;175:10-17.
44. Hall AF, Theofrastous JP, Cundiff GW et al. Interobserver and intraobserver reliability of the proposed International Continence Society, Society of Gynecologic Surgeons, and American Urogynecologic Society pelvic organ prolapse classification system. *Am J Obstet Gynecol.* 1996;175:1467-1470.

45. Pizzoferrato AC, Fauconnier A, Bader G. Intérêt de la mesure échographique de la mobilité cervico-urétrale en cas d'incontinence urinaire d'effort féminine. [Value of ultrasonographic measurement of bladder neck mobility in the management of female stress urinary incontinence]. *Gynecol Obstet Fertil*. 2011;39:42-48.
46. Dietz HP. Pelvic floor ultrasound: a review. *Am J Obstet Gynecol*. 2010, 202:321-334.
47. Dietz HP, Wong V, Shek KL. A simplified method for determining hiatal biometry. *Aust N Z J Obstet Gynaecol*. 2011;51:540-543.
48. Majida M, Braekken IH, Umek W et al. Interobserver repeatability of three- and four-dimensional transperineal ultrasound assessment of pelvic floor muscle anatomy and function. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2009;33:567-573.
49. OCEBM Levels of Evidence Working Group. Durieux N PF, Howick J.: The Oxford 2011 Levels of Evidence. Oxford Center for Evidence-Based Medicine 2011, <http://www.cebm.net/index.aspx?o=5653>.
50. DeLancey JO. Anatomy and biomechanics of genital prolapse. *Clin Obstet Gynecol*. 1993;36:897-909.
51. Dietz HP, Steensma AB, Eldridge A et al. Test-retest and interrater reliability of the ultrasound assessment of bladder neck mobility. In: International Urogynecological Association (IUGA) Conference. 2003.
52. Dietz HP, Moore KH, Steensma AB. Antenatal pelvic organ mobility is associated with delivery mode. *Aust N Z J Obstet Gynaecol*. 2003;43:70-74.
53. Siafarikas F, Staer-Jensen J, Hilde G et al. The levator ani muscle during pregnancy and major levator ani muscle defects diagnosed postpartum: a

- three- and four-dimensional transperineal ultrasound study. *BJOG*. 2015;122:1083-1091.
54. Pizzoferrato AC, Nyangoh Timoh K, Fritel X et al. Dynamic Magnetic Resonance Imaging and pelvic floor disorders: how and when? *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2014;81:259-266.
55. Boreham MK, Zaretsky MV, Corton MM et al. Appearance of the levator ani muscle in pregnancy as assessed by 3-D MRI. *Am J Obstet Gynecol*. 2005;193:2159-2164.
56. Lepage J, Jayyosi C, Lecomte-Grosbras P. Biomechanical pregnant pelvic system model and numerical simulation of childbirth: impact of delivery on the uterosacral ligaments, preliminary results. *Int Urogynecol J*. 2015;26:497-504.
57. Hayat SK, Thorp JM, Jr., Kuller JA et al. Magnetic resonance imaging of the pelvic floor in the postpartum patient. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct*. 1996;7:321-324.
58. Tunn R, DeLancey JO, Howard D, et al. MR imaging of levator ani muscle recovery following vaginal delivery. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct*. 1999;10:300-307.
59. Miller JM, Low LK, Zielinski R. Evaluating maternal recovery from labor and delivery: bone and levator ani injuries. *Am J Obstet Gynecol*. 2015;213:188e1-11.
60. Yousuf AA, DeLancey JO, Brandon CJ et al. Pelvic structure and function at 1 month compared to 7 months by dynamic magnetic resonance after vaginal birth. *Am J Obstet Gynecol*. 2009;201:514e511-517.

61. Durnea CM, Khashan AS, Kenny LC et al. Prevalence, etiology and risk factors of pelvic organ prolapse in premenopausal primiparous women. *Int Urogynecol J.* 2014;25:1463-1470.
62. Van Delft KW, Thakar R, Sultan AH, et al. The natural history of levator avulsion one year following childbirth: a prospective study. *BJOG.* 2015;122:1266-1273.
63. Beighton P, Grahame R, Bird HA. *Hypermobility of joints*, Fourth edition. edn. London. New York. Springer. 2012;2:11-25.
64. Beighton P, Solomon L, Soskolne CL. Articular mobility in an African population. *Ann Rheum Dis.* 1973;32:413-418.
65. Vollestad NK, Torjesen PA, Robinson HS. Association between the serum levels of relaxin and responses to the active straight leg raise test in pregnancy. *Man Ther.* 2012;17:225-230.
66. Jobbins B, Bird HA, Wright V. A joint hyperextensometer for the quantification of joint laxity. *Eng Med.* 1979;8:103-104.
67. Dumas GA, Reid JG. Laxity of knee cruciate ligaments during pregnancy. *J Orthop sports Phys Ther.* 1997;26:2-6.
68. Russek LN. Hypermobility syndrome. *Phys Ther.* 1999;79:591-599.
69. Mattox TF, Lucente V, McIntyre P et al. Abnormal spinal curvature and its relationship to pelvic organ prolapse. *Am J Obstet Gynecol.* 2000;183:1381-1384.
70. Betsch M, Wehrle R, Dor L et al. Spinal posture and pelvic position during pregnancy: a prospective rasterstereographic pilot study. *Eur Spine J.* 2015;24:1282-1288.

71. Okanishi N, Kito N, Akiyama M et al. Spinal curvature and characteristics of postural change in pregnant women. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2012;91:856-861.
72. Hay O, Dar G, Abbas J, Stein D et al. The Lumbar Lordosis in Males and Females, Revisited. *PLoS One.* 2015;10:e0133685.
73. Fritel X, Khoshnood B, Fauconnier A. Specific obstetrical risk factors for urinary versus anal incontinence 4 years after first delivery. *Prog Urol.* 2013;23:911-916.
74. Pizzoferrato AC, Fauconnier A, Bader G et al. Is prenatal urethral descent a risk factor for urinary incontinence during pregnancy and the postpartum period? *Int Urogynecol J.* 2016;27:1003-1011.
75. Fritel X, Fauconnier A. Does the SWEPOP (Swedish Pregnancy, Obesity and Pelvic Floor) study suffer from a selection bias? *BJOG.* 2013;120:1578-1579.
76. Barber MD, Walters MD, Bump RC. Short forms of two condition-specific quality-of-life questionnaires for women with pelvic floor disorders (PFDI-20 and PFIQ-7). *Am J Obstet Gynecol.* 2005;193:103-113.
77. De Tayrac R, Deval B, Fernandez H. Validation linguistique en français des versions courtes des questionnaires de symptômes (PFDI-20) et de qualité de vie (PFIQ-7) chez les patientes présentant un trouble de la statique pelvienne. [Development of a linguistically validated French version of two short-form, condition-specific quality of life questionnaires for women with pelvic floor disorders (PFDI-20 and PFIQ-7)]. *J Gynecol Obstet Biol Reprod.* 2007;36:738-748.

78. Avery K, Donovan J, Peters TJ et al. ICIQ: a brief and robust measure for evaluating the symptoms and impact of urinary incontinence. *Neurourol Urodyn*. 2004;23:322-330.
79. Le Normand L, Comite d'Urologie et de Pelvi-perineologie de la Femme, Association Française d'Urologie. Recommandations pour l'utilisation du calendrier mictionnel et des questionnaires de symptômes ou de qualité de vie dans l'évaluation d'une incontinence urinaire féminine non neurologique. [Recommendations for the use of voiding diaries and symptom or quality of life questionnaires in the investigation of non-neurological female urinary incontinence]. *Prog Urol*. 2007;17:1252-1263.
80. Laird NM, Ware JH. Random-effects models for longitudinal data. *Biometrics*. 1982;38:963-974.
81. Ziegler A, Vens M. Generalized estimating equations. Notes on the choice of the working correlation matrix. *Methods Inf Med*. 2010;49:421-425.
82. Kamisan Atan I, Gerges B et al. The association between vaginal parity and hiatal dimensions: a retrospective observational study in a tertiary urogynaecological centre. *BJOG*. 2015;122:867-872.
83. Kupper JC, Loitz-Ramage B, Corr DT et al. Measuring knee joint laxity: a review of applicable models and the need for new approaches to minimize variability. *Clin Biomech*. 2007;22:1-13.
84. Lowder JL, Debes KM, Moon DK et al. Biomechanical adaptations of the rat vagina and supportive tissues in pregnancy to accommodate delivery. *Obstet Gynecol*. 2007;109:136-143.

85. Rahn DD, Ruff MD, Brown SA. Biomechanical properties of the vaginal wall: effect of pregnancy, elastic fiber deficiency, and pelvic organ prolapse. *Am J Obstet Gynecol.* 2008;198:590 e591-596.
86. Alperin M, Lawley DM, Esparza MC, et al. Pregnancy-induced adaptations in the intrinsic structure of rat pelvic floor muscles. *Am J Obstet Gynecol.* 2015;213:191 e191-197.
87. Alperin M, Kaddis T, Pichika R et al. Pregnancy-induced adaptations in intramuscular extracellular matrix of rat pelvic floor muscles. *Am J Obstet Gynecol.* 2016;215:210e1-7.
88. Harvey MA, Johnston SL, Davies GA. Mid-trimester serum relaxin concentrations and post-partum pelvic floor dysfunction. *Acta Obstet Gyencol Scand.* 2008;87:1315-1321.
89. Tincello DG, Teare J, Fraser WD. Second trimester concentration of relaxin and pregnancy related incontinence. *Eur J Obstet Gyencol Reprod Biol.* 2003;106:237-238.
90. Chen L, Low LK, DeLancey JO et al. In vivo estimation of perineal body properties using ultrasound quasistatic elastography in nulliparous women. *J Biomech.* 2015;48:1575-1579.
91. Xie M, Zhang X, Liu J. Evaluation of levator ani with no defect on elastography in women with POP. *Int J Clin Exp Med.* 2015;8:10204-10212.
92. Gennisson JL, Muller M, Gabor P et al. Quantification of elasticity changes in the myometrium during labor using Supersonic Shear Imaging: a feasibility study. *Ultrasonics.* 2015;56:183-188.

93. Muller M, Ait-Belkacem D, Hessabi M et al. Assessment of the Cervix in Pregnant Women Using Shear Wave Elastography: A Feasibility Study. *Ultrasound Med Biol.* 2015;41:2789-2797.
94. Wilson D, Dornan J, Milsom I et al. UR-CHOICE: can we provide mothers-to-be with information about the risk of future pelvic floor dysfunction? *Int Urogynecol J.* 2014;25:1449-1452.
95. Milsom I. Can we predict and prevent pelvic floor dysfunction? *Int Urogynecol J.* 2015;26:1719-1723.

ANNEXES

Annexe 1 – Score de Beighton

The Beighton score

Beighton's modification of the Carter and Wilkinson scoring system. Give yourself 1 point for each of the manoeuvres you can do, up to a maximum of 9 points.

	SCORE	
	Left	Right
1. Can you put your hands flat on the floor with your knees straight?	1	
2. Can you bend your elbow backwards?	1	1
3. Can you bend your knee backwards?	1	1
4. Can you bend your thumb back on to the front of your forearm?	1	1
5. Can you bend your little finger up at 90° (right angles) to the back of your hand? ...	1	1
	9	

Questionnaire sur les troubles de la statique pelvienne Version courte (PFDI-20)

INSTRUCTIONS

Ce questionnaire porte sur certains symptômes intestinaux, urinaires ou pelviens; il vous sera demandé si vous ressentez ces symptômes, et si oui, s'ils vous gênent. Merci de répondre à toutes les questions suivantes en cochant (X) la ou les cases appropriée(s). Si vous hésitez sur une réponse, choisissez la réponse correspondant le mieux à votre cas. En répondant à ce questionnaire, prenez en compte les symptômes que vous avez ressentis au cours des **3 derniers mois**.

EXEMPLE

Pour la question suivante :

Si vous n'avez généralement pas de maux de tête, cochez simplement la case « Non ».

Avez-vous souvent des *maux de tête* ?

Non ; Oui

Si oui, cela vous gêne-t-il...

1 2 3 4
Pas du tout - Un peu - Moyennement - Beaucoup

Si vous avez souvent des maux de tête, cochez la case « Oui » et indiquez à quel point ces maux de tête vous gênent. Par exemple, dans le cas ci-dessous, les maux de tête étaient *moyennement* gênants.

Avez-vous souvent des *maux de tête* ?

Non ; Oui

Si oui, cela vous gêne-t-il...

1 2 3 4
Pas du tout - Un peu - Moyennement - Beaucoup

Nom : _____ Date : ____ / ____ / ____

1. Avez-vous souvent l'impression que quelque chose *appuie* dans le bas du ventre ?

Non ; Oui **Si oui, cela vous gêne-t-il...**

0 1 2 3 4
Pas du tout - Un peu - Moyennement - Beaucoup

2. Avez-vous souvent une sensation de *pesanteur* ou de *lourdeur* dans la région génitale ?

Non ; Oui **Si oui, cela vous gêne-t-il...**

0 1 2 3 4
Pas du tout - Un peu - Moyennement - Beaucoup

3. Avez-vous souvent une « boule » ou quelque chose qui dépasse que vous pouvez toucher ou voir au niveau du vagin ?

Non ; Oui **Si oui, cela vous gêne-t-il...**

0 1 2 3 4
Pas du tout - Un peu - Moyennement - Beaucoup

4. Devez-vous parfois appuyer sur le vagin ou autour de l'anus pour arriver à évacuer des selles ?

Non ; Oui **Si oui, cela vous gêne-t-il...**

0 1 2 3 4
Pas du tout - Un peu - Moyennement - Beaucoup

5. Avez-vous souvent l'impression de ne pas arriver à vider complètement votre vessie ?

Non ; Oui **Si oui, cela vous gêne-t-il...**

0 1 2 3 4
Pas du tout - Un peu - Moyennement - Beaucoup

6. Devez-vous parfois repousser avec les doigts une « boule » au niveau du vagin pour uriner ou vider complètement votre vessie ?

Non ; Oui **Si oui, cela vous gêne-t-il...**

0 1 2 3 4
Pas du tout - Un peu - Moyennement - Beaucoup

7. Avez-vous l'impression de devoir beaucoup forcer pour aller à la selle ?

Non ; Oui **Si oui, cela vous gêne-t-il...**

0 1 2 3 4
Pas du tout - Un peu - Moyennement - Beaucoup

8. Avez-vous l'impression d'une évacuation incomplète après être allée à la selle ?

Non ; Oui **Si oui, cela vous gêne-t-il...**

0 1 2 3 4
Pas du tout - Un peu - Moyennement - Beaucoup

9. Avez-vous souvent des pertes fécales involontaires lorsque vos selles sont solides ?

Non ; Oui **Si oui, cela vous gêne-t-il...**

0 1 2 3 4
Pas du tout - Un peu - Moyennement - Beaucoup

10. Avez-vous souvent des pertes fécales involontaires lorsque vos selles sont très molles ou liquides ?

Non ; Oui **Si oui, cela vous gêne-t-il...**

0 1 2 3 4
Pas du tout - Un peu - Moyennement - Beaucoup

Mapi Research Institute - Traduction française financée par les Laboratoires Coloplast.

Nom : _____ Date : ____ / ____ / ____

11. Avez-vous souvent des gaz involontaires (pets) ?

Non ; Oui **Si oui, cela vous gêne-t-il...**

0 1 2 3 4
Pas du tout - Un peu - Moyennement - Beaucoup

12. Avez-vous souvent mal lors de l'évacuation des selles ?

Non ; Oui **Si oui, cela vous gêne-t-il...**

0 1 2 3 4
Pas du tout - Un peu - Moyennement - Beaucoup

13. Avez-vous des besoins tellement pressants que vous devez vous précipiter aux toilettes pour aller à la selle ?

Non ; Oui **Si oui, cela vous gêne-t-il...**

0 1 2 3 4
Pas du tout - Un peu - Moyennement - Beaucoup

14. Arrive-t-il qu'une partie de votre intestin dépasse de l'anus lorsque vous allez à la selle ou après y être allée ?

Non ; Oui **Si oui, cela vous gêne-t-il...**

0 1 2 3 4
Pas du tout - Un peu - Moyennement - Beaucoup

15. Allez-vous fréquemment uriner ?

Non; Oui **Si oui, cela vous gêne-t-il...**

0 1 2 3 4
Pas du tout - Un peu - Moyennement - Beaucoup

16. Avez-vous souvent des fuites urinaires involontaires associées à un besoin pressant d'uriner ?

Non ; Oui **Si oui, cela vous gêne-t-il...**

0 1 2 3 4
Pas du tout - Un peu - Moyennement - Beaucoup

17. Avez-vous souvent des fuites urinaires lorsque vous tousssez, que vous éternuez ou que vous riez ?

Non ; Oui **Si oui, cela vous gêne-t-il...**

0 1 2 3 4
Pas du tout - Un peu - Moyennement - Beaucoup

18. Avez-vous souvent de petites fuites urinaires (quelques gouttes) ?

Non ; Oui **Si oui, cela vous gêne-t-il...**

0 1 2 3 4
Pas du tout - Un peu - Moyennement - Beaucoup

19. Avez-vous souvent du mal à vider votre vessie ?

Non ; Oui **Si oui, cela vous gêne-t-il...**

0 1 2 3 4
Pas du tout - Un peu - Moyennement - Beaucoup

20. Avez-vous souvent des *douleurs* ou une sensation *d'inconfort* dans le bas du ventre ou dans la région génitale ?

Non ; Oui **Si oui, cela vous gêne-t-il...**

0 1 2 3 4
Pas du tout - Un peu - Moyennement - Beaucoup

Merci d'avoir pris le temps de répondre à ce questionnaire.

Mapi Research Institute - Traduction française financée par les Laboratoires Coloplast.

Nom : _____ Date : ____ / ____ / ____

CALCUL DU SCORE POUR LE PFDI-20

Inventaire des symptômes de prolapsus génital (POPDI-6)	Inventaire des symptômes colo-recto-anaux (CRADI-8)	Inventaire des symptômes urinaires (UDI-6)				
Questions 1 à 6	Questions 7 à 14	Questions 15 à 20				
1.	7.	15.				
2.	8.	16.				
3.	9.	17.				
4.	10.	18.				
5.	11.	19.				
6.	12.	20.				
	13.					
	14.					
Total : / 6	Total : / 8	Total : / 6				
Score moyen : X 25	Score moyen : X 25	Score moyen : X 25				
Échelle : (0 à 100)	+	Échelle : (0 à 100)	+	Échelle : (0 à 100)	=	SCORE PFDI-20 (0 à 300)

- Non : 0
- Pas du tout : 1
- Un peu : 2
- Moyennement : 3
- Beaucoup : 4

Annexe 3 – International Consultation on Incontinence Questionnaire – Short Form

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Numéro du participant				Initiales du participant			

<input type="text"/>					
J	J	M	M	M	A

Vous répondez à ce questionnaire le:

Beaucoup de personnes ont des pertes d'urine de temps en temps. Nous essayons de savoir combien de personnes ont des pertes d'urine et à quel point cela les gêne. Veuillez répondre aux questions suivantes, pensant à votre cas, en moyenne, au cours des QUATRE DERNIÈRES SEMAINES.

1 Votre date de naissance :

<input type="text"/>					
JOUR		MOIS		ANNEE	

2 Sexe (cochez la réponse) :

Femme Homme

3 A quelle fréquence avez-vous des pertes d'urine ? (ne cochez qu'une seule réponse)

jamais	<input type="checkbox"/>	0
environ une fois par semaine au maximum	<input type="checkbox"/>	1
deux à trois fois par semaine	<input type="checkbox"/>	2
environ une fois par jour	<input type="checkbox"/>	3
plusieurs fois par jour	<input type="checkbox"/>	4
tout le temps	<input type="checkbox"/>	5

4 Nous aimerions savoir quelle est la quantité de vos pertes d'urine, selon votre estimation.

Quelle est la quantité habituelle de vos pertes d'urine (avec ou sans protection) ?

(ne cochez qu'une seule réponse)

nulle	<input type="checkbox"/>	0
une petite quantité	<input type="checkbox"/>	2
une quantité moyenne	<input type="checkbox"/>	4
une grande quantité	<input type="checkbox"/>	6

5 De manière générale, à quel point vos pertes d'urine vous dérangent-elles dans votre vie de tous les jours ? Entourez un chiffre entre 0 (pas du tout) et 10 (vraiment beaucoup)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
pas du tout					vraiment beaucoup					

Score de l'ICIQ: ajoutez les scores 3+4+5

6 Quand avez-vous des pertes d'urine ? (cochez toutes les réponses qui s'appliquent à votre cas)

vous ne perdez jamais d'urine	<input type="checkbox"/>
vous avez des pertes d'urine avant de pouvoir arriver aux toilettes	<input type="checkbox"/>
vous avez des pertes d'urine quand vous toussiez ou éternuez	<input type="checkbox"/>
vous avez des pertes d'urine quand vous dormez	<input type="checkbox"/>
vous avez des pertes d'urine quand vous avez une activité physique ou quand vous faites de l'exercice	<input type="checkbox"/>
vous avez des pertes d'urine quand vous avez fini d'uriner et vous êtes rhabillé(e)	<input type="checkbox"/>
vous avez des pertes d'urine sans cause apparente	<input type="checkbox"/>
vous avez des pertes d'urine tout le temps	<input type="checkbox"/>

Merci beaucoup d'avoir pris le temps de répondre à ces questions. Copyright © "ICIQ Group"



Disponible en ligne sur

ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

EM|consulte
www.em-consulte.com



REVUE DE LA LITTÉRATURE

Modifications de la statique pelvienne et de la laxité ligamentaire pendant la grossesse et le post-partum. Revue de la littérature et perspectives

Changes in pelvic organ mobility and ligamentous laxity during pregnancy and postpartum. Review of literature and prospects

B. Gachon^{a,*,b}, D. Desseuve^{a,b}, L. Fradet^b,
A. Decatoire^b, P. Lacouture^b, F. Pierre^a, X. Fritel^{a,c,d}

^a Service de gynécologie obstétrique et médecine de la reproduction, CHU de Poitiers, 2, rue de la Milétrie, 86021 Poitiers cedex, France

^b CNRS UPR 3346, Futuroscope, institut Pprime – Axe RoBioSS, université de Poitiers ENSMA, 86360 Futuroscope, France

^c Inserm CIC-P 1402, centre d'investigation clinique pluri-thématique du CHU de Poitiers, 86021 Poitiers, France

^d CESP UMR Inserm U1018, équipe 7 : genre, santé sexuelle et reproductive, 94270 Kremlin-Bicêtre, France

Reçu le 4 décembre 2015 ; accepté le 4 février 2016

MOTS CLÉS

Troubles périnéaux ;
Statique pelvienne ;
Laxité ligamentaire ;
Échographie
périnéale ;
IRM ;
Hiatus des muscles
élevateurs de l'anus ;
Grossesse ;
Post-partum

Résumé

Introduction. – Le rôle de la grossesse dans l'apparition des troubles de la statique pelvienne est discuté. Il pourrait y avoir au cours de cette période un lien entre les modifications de laxité ligamentaire et les modifications de la statique pelvienne. Notre objectif était de réaliser une revue non systématique de la littérature concernant les modifications de la statique pelvienne et les modifications de laxité ligamentaire au cours de la grossesse puis du post-partum.

Méthodes. – À partir des bibliothèques PubMed, Medline, ScienceDirect, Cochrane Library et Web of Science nous avons sélectionné les travaux traitant de l'évaluation clinique de la statique pelvienne (*pelvic organ prolapse quantification*), de l'évaluation échographique du hiatus des muscles élevateurs de l'anus et de la mobilité urétrale, de la laxité ligamentaire pendant la grossesse et en post-partum.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : bertrand.gachon@gmail.com (B. Gachon).

Résultats. – Les examens cliniques réalisés pendant ces études mettent en évidence une distension clinique du plancher pelvien et une augmentation de sa mobilité pendant la grossesse puis une récupération progressive en post-partum. L'imagerie du plancher pelvien montre une augmentation de surface du hiatus des muscles élévateurs de l'anus et de la mobilité urétrale pendant la grossesse puis une récupération en post-partum. Différentes études attestent d'une augmentation de laxité ligamentaire (membres supérieurs et inférieurs) pendant la grossesse puis une diminution en post-partum.

Conclusion. – La statique pelvienne, la laxité ligamentaire, le hiatus des muscles élévateurs de l'anus, et la mobilité urétrale évoluent de manière similaire

(distension, augmentation de mobilité) et le post-partum (récupération).

Niveau de preuve. – 3.

© 2016 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

KEYWORDS

Pelvic floor disorders;
Pelvic organ mobility;
Ligamentous laxity;
Perineal ultrasound;
MRI;
Levator hiatus;
Pregnancy;
Postpartum

Summary

Introduction. – The role of pregnancy in pelvic floor disorders occurrence remains poorly known. It might exist a link between changes in ligamentous laxity and changes in pelvic organ mobility during this period. Our objective was to conduct a non-systematic review of literature about changes in pelvic organ mobility as well as in ligamentous laxity during pregnancy and postpartum.

Methods. – From the PubMed, Medline, Cochrane Library and Web of Science database we have selected works which pertains clinical assessment of pelvic organ mobility (pelvic organ prolapse quantification), ultrasound assessment of levator hiatus and urethral mobility, ligamentous laxity assessment during pregnancy and postpartum.

Results. – Clinical assessments performed in these works show an increase of pelvic organ mobility and perineal distension during pregnancy followed by a recovery phase during postpartum. Pelvic floor imaging shows an increase of levator hiatus area and urethral mobility during pregnancy then a recovery phase in postpartum. Different authors also report an increase of ligamentous laxity (upper and lower limbs) during pregnancy followed by a decrease phase in postpartum.

Conclusion. – Pelvic organ mobility, ligamentous laxity, levator hiatus and urethral mobility change in a similarly way during pregnancy (increase of mobility or distension) and postpartum (recovery).

Level of evidence. – 3.

© 2016 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Introduction

Les troubles de la statique pelvienne, en particulier l'incontinence urinaire et le prolapsus urogénital, sont fréquents et ont un retentissement important sur la santé des femmes. Une femme sur cinq environ aura une intervention chirurgicale pour l'un de ces troubles au cours de sa vie [1]. En 2001, aux États-Unis, le coût lié au traitement chirurgical du prolapsus urogénital était supérieur à 1 milliard de dollars tandis que le coût lié à la prise en charge de l'incontinence urinaire était supérieur au coût de celle du cancer du sein [2,3].

Le traumatisme périnéal lors d'un accouchement par voie naturelle est souvent considéré comme le principal facteur de risque des troubles de la statique pelvienne [4–6]. Seulement, cet événement obstétrical ne peut expliquer à lui seul la survenue des troubles de la statique pelvienne puisque près de 20 % des femmes donnant naissance par césarienne

sont également atteintes par ces troubles [5–7]. Ceci suggère donc l'existence d'un rôle spécifique de la grossesse, indépendamment de la voie d'accouchement.

Actuellement, le rôle de la grossesse n'est pas pris en compte dans l'analyse du risque de troubles de la statique pelvienne. Il semble pourtant exister au cours de cette période d'importantes modifications des propriétés mécaniques de la femme. Dès 1934, Abramson et al. mettaient en évidence (sur clichés radiographiques) une augmentation de laxité ligamentaire au niveau de la symphyse pubienne [8]. Le plancher pelvien paraît également plus souple au cours de cette période. Ashton-Miller et DeLancey remarquent que ses muscles pourraient être étirés jusqu'à plus de trois fois leur taille initiale pendant un accouchement [9].

Les troubles de la statique pelvienne sont considérés par plusieurs auteurs comme une pathologie du tissu conjonctif se manifestant par un relâchement de celui-ci, notamment du fait de modifications profondes du métabolisme du

collagène [10]. Ces mêmes modifications du tissu conjonctif sont observées chez les patientes présentant d'autres pathologies en lien avec le collagène (hernies, prolapsus valvulaires, hyperlaxité ligamentaire) [11]. Cette notion de pathologie globale du tissu conjonctif est également soutenue par les résultats de plusieurs travaux mettant en évidence une laxité ligamentaire plus importante chez des patientes présentant un trouble de la statique pelvienne que chez des patientes témoins [12].

L'objectif de ce travail était de réaliser une revue de la littérature portant sur les modifications de statique pelvienne et de laxité ligamentaire pendant la grossesse et le post-partum, en présentant également les techniques d'évaluation de ces paramètres dont nous disposons.

Méthodologie

À partir des bibliothèques PubMed, Medline, Science Direct, Cochrane Library et Web of Science nous avons recherché des travaux qui traitaient de : l'évaluation clinique de la statique pelvienne pendant la grossesse et le post-partum, l'évaluation échographique de la surface du hiatus des muscles élévateurs de l'anus et de la mobilité urétrale pendant la grossesse et le post-partum, l'évaluation du plancher pelvien en imagerie par résonance magnétique (IRM) pendant la grossesse et le post-partum, l'évaluation de la laxité ligamentaire pendant la grossesse et le post-partum. Pour cette recherche, nous avons combiné les mots clés suivants : *pelvic organ prolapse, urinary incontinence, levator hiatus, urethral mobility, pelvic floor ultrasound, pelvic floor MRI (magnetic resonance imaging), ligamentous laxity, joint mobility, pregnancy, postpartum*. Les travaux sélectionnés ont été choisis de manière non systématique selon leur langue (français ou anglais), sans limite chronologique et en excluant les études de cas.

Concernant les descriptions cliniques de la statique pelvienne, nous n'avons retenu que les travaux utilisant la terminologie du *Pelvic Organ Prolapse Quantification* (POP-Q) du fait de sa validité et sa reproductibilité [13,14].

Nous avons ciblé notre revue de la littérature concernant l'analyse échographique du plancher pelvien sur l'évaluation de la surface du hiatus des muscles élévateurs de l'anus et la mesure de la mobilité urétrale. Ce choix se justifie par le fait qu'une augmentation de ces paramètres est significativement associée à la présence d'un prolapsus urogénital et d'une incontinence urinaire [15–17]. Afin d'assurer une comparaison optimale entre les différents travaux, nous avons fait le choix de ne retenir que les travaux évaluant la surface du hiatus des muscles élévateurs de l'anus et/ou la mobilité urétrale selon les techniques en 3 ou 4 dimensions (3D, 4D) décrites par l'équipe de Dietz [15,18,19]. Ce choix est justifié par le fait qu'il s'agit des techniques de dernière génération, dont la validité et les performances sont décrites par plusieurs équipes internationales, justifiant leur utilisation courante dans la pratique actuelle en uro-gynécologie [16,18,20].

Concernant les données relatives à l'IRM du plancher pelvien, nous n'avons retenu que les travaux relatifs à l'évolution spontanée de celui-ci pendant la grossesse et le post-partum et non ceux relatifs à l'étude des lésions

musculaires induites par l'accouchement, qui n'entrent pas dans le cadre de l'objectif de notre travail.

Le niveau de preuve (NP) de chaque publication était classé selon le système établi par l'Oxford Center for Evidence-Based Medicine : NP1 : essais contrôlés randomisés ; NP2 : études de cohortes ; NP3 : études cas/témoins ; NP4 : séries de cas ; NP5 : raisonnement déductif basé sur la physiopathologie [21].

Résultats

Statique pelvienne pendant la grossesse et le post-partum

Techniques d'évaluation

Évaluation clinique

Dans le but d'obtenir une technique d'évaluation clinique de la statique pelvienne précise et reproductible, il a été développé une technique standardisée : le *pelvic organ prolapse quantification* (POP-Q) [13]. Cette technique apporte des renseignements sur la mobilité de différents points dans le vagin au cours d'un effort de poussée ainsi que sur la mesure de différents segments (distance ano-vulvaire, longueur vaginale totale et diamètre du hiatus génital) [13]. Le prolapsus urogénital éventuellement mis en évidence est coté selon une classification en 5 stades d'importance croissante : 0, 1, 2, 3 et 4.

Les travaux proposant une évaluation clinique de la statique pelvienne chez les femmes enceintes utilisent également la technique du POP-Q (NP2) [7,22,23].

Évaluation échographique

Les techniques d'échographies périnéales en 3 ou 4 dimensions permettent de nous renseigner sur la surface du hiatus des muscles élévateurs de l'anus au repos, en contraction périnéale et en manœuvre de Valsalva [18]. Hors contexte de grossesse, il a été mis en évidence qu'une surface de ce hiatus supérieur à 25 cm² en manœuvre de Valsalva (effet *ballooning*) était significativement associée à l'existence d'un prolapsus urogénital à l'examen clinique (NP2) [17]. Ces techniques permettent également de mesurer la mobilité urétrale lors d'une manœuvre de Valsalva. Une mobilité urétrale supérieure à 15–20 mm est significativement associée à la présence d'une incontinence urinaire à l'effort (NP2) [15,16]. La validité et la reproductibilité de ces outils, évaluées hors contexte de grossesse, sont excellentes (NP2) [16,18,20].

Les techniques échographiques utilisées pour évaluer le plancher pelvien pendant la grossesse sont les mêmes que celles décrites en dehors de la grossesse (NP2) [22–31]. A priori, la présence du fœtus n'interfère pas dans l'évaluation du plancher pelvien (NP2) [22–31].

Évaluation en IRM

L'utilisation de l'IRM dans l'évaluation du plancher pelvien, hors grossesse, est bien décrite dans la littérature avec de bonnes performances (NP2) [32]. Cet examen permet de nous renseigner, notamment, sur la surface du hiatus des muscles élévateurs de l'anus, l'épaisseur du muscle élévateur de l'anus, la position de différents points (col vésical, fond vaginal, etc.) par rapport à un repère osseux fixe (NP2)

[32]. Son utilisation pour l'évaluation du plancher pelvien pendant la grossesse est très peu décrite (NP4) [33,34]. Son utilisation en post-partum est plus fréquemment rapportée, sans difficultés particulières par rapport à une utilisation à distance de tout contexte obstétrical (NP2) [35–38].

Résultats des principaux travaux

Données cliniques

O'Boyle et al. rapportent une position moyenne des points *Aa* et *Ba* plus basse, ainsi qu'un *genital hiatus* (*gh*) et un *perineal body* (*pb*) plus importants chez la femme enceinte (2^e ou 3^e trimestre) par rapport à la femme non enceinte (NP3) [39]. Cette même équipe décrit une descente progressive de la position du point *Aa* de $-2,5$ cm au premier trimestre de grossesse à $-1,48$ cm au troisième (NP2) [23]. Le même constat est fait pour le point *Ap* qui passe de $-2,7$ cm au premier trimestre à $-2,14$ cm au troisième (NP2) [23]. Ces résultats diffèrent de ceux de Reimers et al. qui décrivent une ascension de ces points entre le 1^{er} et le 3^e trimestre ($-2,69$ à $-2,77$ cm pour *Aa* et de $-2,84$ à $-2,99$ cm pour *Ap*) (NP2) [22].

O'Boyle et al. observent une distension clinique du plancher pelvien pendant la grossesse, se manifestant par une augmentation du *pb* qui passe, en moyenne, de 38 mm en début de grossesse à 47 mm au troisième trimestre, ainsi que de du *gh* qui passe lui en moyenne de 24 à 29 mm (NP2) [23]. Reimers et al. mettent en évidence le même profil de variation du *gh* et du *pb* au cours de la grossesse (NP2) [22]. Plusieurs auteurs rapportent près de 35% de femmes atteintes de prolapsus urogénital de stade 2 et plus en fin de grossesse (NP2) [7,23].

Reimers et al. mettent en évidence une position moyenne plus basse de tous les points du *POP-Q* 6 semaines après une naissance (quelle que soit la voie d'accouchement) par rapport aux mesures réalisées au troisième trimestre de grossesse chez les mêmes patientes : $-2,39$ vs $-2,77$ cm pour *Aa*, $-2,86$ vs $-2,96$ cm pour *Ap*, $-6,38$ vs -8 cm pour *C* et $-8,29$ vs $-9,84$ cm pour *D* (NP2) [22]. Ce phénomène se corrige progressivement dans l'année suivant la naissance. L'examen à 12 mois de l'accouchement est comparable à celui réalisé en début de grossesse chez les mêmes patientes (NP2) [22]. Lors de cette dernière évaluation seul le *gh* était significativement différent entre les patientes ayant accouché par voie naturelle (3,22 cm) et les patientes ayant donné naissance par césarienne (2,76 cm) (NP2) [22].

Miller et al. notent, chez des patientes à risque des lésions obstétricales du muscle élévateur de l'anوس mais indemnes de ces lésions, que seule la position du point *Ba* varie significativement entre une évaluation à 7 semaines après un accouchement par voie vaginale et une seconde à 8 mois de celui-ci (NP2) [38].

À distance de l'accouchement, plus d'un an après, Durnea et al. notent que les points *Ba* et *Bp* sont entre -1 cm et $+1$ cm (ce qui correspond à un stade 2 pour la colpocèle antérieure, *Ba*, et postérieure, *Bp*) chez 58,4% et 23,3% des femmes respectivement (NP2) [40]. Enfin, Van Delft et al. rapportent qu'un an après la naissance, le point *Ba* est situé significativement plus bas en cas d'accouchement par voie vaginale qu'en cas de césarienne ($-2,3$ vs $-2,6$ cm) (NP2) [41].

Données échographiques

Pendant la grossesse, on observe une augmentation de la surface du hiatus des muscles élévateurs de l'anوس au repos, en contraction périnéale ou en manœuvre de Valsalva avec des surfaces pouvant dépasser 25 cm² en fin de grossesse (NP2) [28–31,42,43]. Il est décrit une augmentation de la mobilité urétrale avec des valeurs supérieures à 20 mm en fin de grossesse (NP2) [24–27].

Staer-Jensen et al. observent une diminution de la surface du hiatus des muscles élévateurs de l'anوس en manœuvre de Valsalva ainsi qu'une diminution de la mobilité urétrale dans l'année suivant une naissance (NP2) [31]. Le phénomène est précoce et identifiable dès les premières semaines du post-partum en cas de césarienne, avec des modifications décrites jusqu'à 6 mois après la naissance (NP2) [31]. L'examen reste inchangé au-delà de ce délai de 6 mois (NP2) [31]. Suite à un accouchement par voie naturelle, la récupération est plus tardive avec des modifications décrites jusqu'à 6 mois après la naissance (NP2) [31]. Ces auteurs ne mettent pas en évidence de différence concernant la surface du hiatus des muscles élévateurs de l'anوس en manœuvre de Valsalva ou la mobilité urétrale en fonction de la voie d'accouchement (voie vaginale versus césarienne) 12 mois après la naissance (NP2) [31]. Van Delft et al. rapportent des résultats différents un an après une naissance avec une surface de hiatus des muscles élévateurs de l'anوس en manœuvre de Valsalva plus importante en cas d'accouchement par voie vaginale que par césarienne (21,9 cm² vs 19,3 cm²) (NP2) [41].

Données d'IRM

Boreham et al. ont évalué en IRM le plancher pelvien de patientes enceintes à terme dépassé (entre 41 et 42 semaines d'aménorrhée) (NP3) [33]. En fin de grossesse, cet examen leur permet d'évaluer de façon satisfaisante la morphologie, les insertions et le volume du muscle élévateur de l'anوس. Ils décrivent un volume du muscle élévateur de l'anوس plus faible que ce qui est décrit chez la femme non enceinte (13,6 cm³ versus 32 à 46 cm³) (NP3) [33]. Ils estiment que cela pourrait être lié aux phénomènes d'étirement musculaire et/ou de compression par le mobile fœtal. Ils mettent en avant une corrélation négative entre le volume du muscle élévateur de l'anوس et la position du mobile fœtal : au plus celui-ci est bas dans le pelvis, au plus le volume musculaire est faible (NP3) [33]. Le travail de Lepage et al. modélisant un accouchement par voie naturelle en tenant comptes des données acquises en IRM chez des patientes enceintes met en avant un étirement majeur des ligaments utéro-sacrés au cours de l'accouchement mais n'apporte pas de données sur les muscles du plancher pelvien [34].

Hayat et al. ne rapportent pas de modifications du plancher pelvien authentifiables en IRM entre 1 semaine et 6 mois après un accouchement spontané par voie vaginale (mis à part une diminution de la distance entre le vagin et la symphyse pubienne) (NP2) [35]. Tunn et al. rapportent, eux, une diminution significative de 22% de la surface du hiatus des muscles élévateurs de l'anوس entre une première évaluation faite à un jour puis à 6 mois après un accouchement par voie vaginale (NP2) [36]. Ces données sont appuyées par celles de Yousef et al. qui rapportent une diminution du plus grand diamètre du hiatus des muscles élévateurs de l'anوس

en manœuvre de Valsalva de 56,8 mm en moyenne un mois après un accouchement par voie vaginale à 52,8 mm à 7 mois de la naissance (NP2) [37]. Ces auteurs ne rapportent pas de variation significative de la position du col vésical entre ces deux évaluations (NP2) [37].

Laxité ligamentaire pendant la grossesse et le post-partum

Techniques d'évaluation

L'évaluation de la laxité ligamentaire peut être réalisée de manière générale à l'échelle d'un individu pour en apprécier sa laxité globale, ou bien de manière ciblée sur une articulation ou un ligament [44].

Évaluation clinique générale

L'évaluation générale de la laxité ligamentaire fait appel à l'utilisation des scores cliniques parmi lesquels le plus couramment utilisé est le score de Beighton (NP4) [45]. Ce score évalue la laxité ligamentaire au niveau des membres supérieurs, des membres inférieurs et du rachis avec une cotation sur 9 points, les individus avec un score > 3 étant considérés hyperlaxes (NP4) [45]. Ce score est simple, reproductible mais peu discriminant, justifiant son utilisation principalement dans des travaux épidémiologiques [44]. L'utilisation de ce score pendant la grossesse est rapportée par différents auteurs [26,46,47].

Évaluation ciblée sur un système articulaire

Les techniques d'évaluations ciblées de la laxité ligamentaire mesurent une amplitude articulaire ou la distension d'un ligament en réponse à une force extérieure [44]. Ce type d'outil est particulièrement adapté à la réalisation de mesures répétées chez un même sujet et donc à la réalisation des travaux de recherches cliniques [44]. Nous ne traiterons ici que des outils dont l'utilisation au cours de la grossesse a déjà été décrite. Ces outils peuvent être classés en 2 catégories : ceux évaluant une amplitude articulaire pour une force extérieure prédéfinie et ceux évaluant l'amplitude articulaire maximale [44].

Parmi les outils mesurant l'amplitude articulaire maximale, plusieurs ont été décrits pendant la grossesse : déviation ulnaire du cinquième doigt, extension maximale du coude, extension maximale au niveau de la deuxième articulation métacarpophalangienne, flexion-extension maximale du poignet (NP2) [48–50].

On trouve 3 outils d'évaluation de la laxité ligamentaire pour une force extérieure prédéfinie décrits pendant la grossesse. Calguneri et al. utilisent un extensomètre décrit en 1979 par l'équipe de Jobbins et al. (NP4) [46,51]. Cet appareil évalue le degré d'extension passive de l'index de la main non dominante pour un couple appliqué à la deuxième articulation métacarpophalangienne de 0,26 N.m avec des indices de performances satisfaisants (coefficient de variation de 3 à 10 %) (NP4) [46,51]. Schauburger et al. ainsi que Dumas et al. mesurent le déplacement antéro-postérieur du plateau tibial en réponse à une force appliquée à celui-ci (NP2) [48,52]. Lindgren et al. mesurent l'abduction passive du 4^e doigt de la main gauche en réponse à une force de 1,7 N appliquée à l'extrémité de celui-ci avec une excellente reproductibilité (NP2) [53].

Résultats des principaux travaux

Les travaux utilisant le score de Beighton pendant la grossesse ne mettent pas en évidence de variations significatives de celui-ci pendant cette période (Tableau 1) (NP2) [46,47]. Calguneri et al. ne mettent pas en évidence de variation du score de Beighton dans le post-partum par rapport aux évaluations réalisées en cours de grossesse (NP2) (Tableau 2) [46].

Les études rapportant des évaluations ciblées sur un système articulaire au cours de la grossesse notent une augmentation de la laxité ligamentaire aussi bien au niveau des membres inférieurs que des membres supérieurs (NP2) (Tableau 1) [46,48–50,53]. Les travaux évaluant la laxité ligamentaire en post-partum sont plus difficiles à comparer en raison d'une grande hétérogénéité dans le choix du délai entre l'accouchement et l'évaluation (2–25 semaines) (NP2) (Tableau 2) [46,48,49,52,53]. Il semble exister une augmentation de laxité ligamentaire dans le post-partum précoce (12 premières semaines) par rapport au troisième trimestre de grossesse, puis une diminution au-delà de ce délai (NP2) (Tableau 2) [46,48,49,52,53].

Discussion

La période de grossesse est associée à des modifications à la fois au niveau des articulations périphériques mais également au niveau du plancher pelvien. On observe au cours de celle-ci une augmentation de laxité ligamentaire au niveau des membres inférieurs et des membres supérieurs ainsi qu'une distension et une augmentation de mobilité clinique et échographique du plancher pelvien. En post-partum, ces modifications de laxité ligamentaire et de statique pelvienne semblent régresser progressivement.

Nous ne disposons pas de données scientifiques permettant d'extrapoler les données de laxité ligamentaire évaluée au niveau d'une articulation périphérique aux ligaments du plancher pelvien. L'extensomètre décrit par l'équipe de Jobbins et al. est évalué comme représentatif de la laxité ligamentaire générale d'un individu et pourrait donc être considéré comme un indicateur du degré de laxité des ligaments pelviens [51]. Cette extrapolation est également soutenue par l'existence de remaniements du tissu conjonctif similaires chez les patientes présentant un trouble de la statique pelvienne ou une hyperlaxité ligamentaire [10,11]. Néanmoins, aucun travail n'a validé cette extrapolation et l'interprétation de ces résultats doit rester prudente.

De nouvelles techniques d'imagerie fonctionnelle proposent, en plus de l'analyse morphologique, une analyse des propriétés élastiques des tissus. Des techniques d'échographie couplée à l'élastographie sont décrites [54,55]. Cela a été utilisé pour évaluer le module de Young (ou module d'élasticité) au niveau périnéal [55]. Ces auteurs rapportent un module de Young mesuré au niveau de la région ano-vulvaire estimé à 28,9 kPa en moyenne, dans une population de nullipares [55]. L'utilisation de ces techniques chez la femme enceinte est décrite pour l'évaluation de la souplesse du col utérin [54]. D'autres auteurs proposent une évaluation du plancher pelvien à l'aide de sondes échographiques endo-vaginales couplées à des capteurs de pressions afin d'évaluer la rigidité/élasticité des tissus [56]. Les

Tableau 1 Comparatif des données relatives aux variations de laxité ligamentaire pendant la grossesse.

Auteurs	Niveau de preuve	Effectif	Période de grossesse étudiée	Paramètre étudié	1 ^{re} évaluation pendant la grossesse Valeur moyenne	Valeur moyenne maximale atteinte pendant la grossesse ou pourcentage par rapport à l'évaluation avant grossesse	p
Schauberger et al., 1996 [48]	2	21	1 ^{er} trimestre	Ligament croisé antérieur du genou (tiroir antérieur)	NR	186 %	< 0,05
			2 ^e trimestre	Extension du coude	NR	141 %	< 0,05
			3 ^e trimestre	Extension de la 2 ^e articulation métacarpophalangienne	NR	134 %	< 0,05
				Extension de l'articulation interphalangienne distale de l'index	NR	112 %	0,4
				Apposition du pouce sur l'avant-bras	NR	107 %	0,7
Dumas et al., 1997 [52]	2	65	17–24 SA 25–32 SA 33–42 SA	Ligament croisé antérieur du genou (tiroir antérieur)	5,5 mm	5,6 mm	NS
Marnach et al., 2003 [49]	2	35	1 ^{er} trimestre 2 ^e trimestre 3 ^e trimestre	Flexion-extension du poignet Inclinaison médio-latérale du poignet	147° 80°	156° 85°	< 0,05
Vollestad et al., 2012 [47]	2	29 81 77 25	5–9 SA 10–14 SA 15–19 SA 20–24 SA	Score de Beighton	1,2	2,9	NS
Lindgren et al., 2014 [53]	2	200	11 SA 24 SA 36 SA	Abduction passive du 4 ^e doigt	40,1°	41°	0,02

SA : semaines d'aménorrhée (*weeks of amenorrhea*) ; NR : donnée non rapportée (*unreported data*) ; NS : non significatif (*non significant*).

techniques d'élastographie sont également décrites de manière couplée à l'IRM [57,58]. Une étude récente rapporte sa faisabilité dans l'évaluation des propriétés élastiques du muscle élévateur de l'anus, hors grossesse [57–59].

Ces nouvelles techniques d'imagerie fonctionnelle relèvent encore du domaine de la recherche pour leurs applications à la statique pelvienne, sans donnée publiée pour la femme enceinte.

Mattox et al. ont décrit que des changements de courbure du rachis pourraient être associés au risque de survenue d'un prolapsus urogénital, notamment la perte de la lordose lombaire [60]. Pendant la grossesse, plusieurs changements posturaux sont décrits : modifications de la lordose et de la cyphose lombaire, diminution de déviation latérale du rachis [61–63]. Les mécanismes à l'origine de ces changements posturaux sont mal compris : augmentation de laxité ligamentaire, déformation rachidienne en

Tableau 2 Comparatif des données relatives aux variations de laxité ligamentaire en post-partum.

Auteurs	Niveau de preuve	Effectif	Délai depuis l'accouchement	Paramètre étudié	Troisième trimestre Valeur moyenne maximale ou pourcentage par rapport à l'évaluation avant grossesse	Post-partum Valeur moyenne maximale ou pourcentage par rapport à l'évaluation avant grossesse	p
Calguneri et al., 1982 [46]	2	68	5 à 25 semaines	Extension mesurée au niveau de la 2 ^e articulation métacarpophalangienne	70°	65°	< 0,02
Schauberger et al., 1996 [48]	2	21	6 semaines	Score de Beighton moyen	3,3	3,5	NS
				Ligament croisé antérieur du genou (tiroir antérieur)	186 %	168 %	< 0,05
				Extension du coude	120 %	120 %	NS
				Extension de la 2 ^e articulation métacarpophalangienne	134 %	135 %	NS
Dumas et al., 1997 [52]	2	65	4 mois	Extension de l'articulation interphalangienne distale de l'index	112 %	113 %	NS
				Ligament croisé antérieur du genou (tiroir antérieur)	5,6 mm	5 mm	< 0,05
Marnach et al., 2003 [49]	2	35	6 semaines	Flexion-extension du poignet	156°	154°	NS
				Inclinaison médio-latérale du poignet	86°	85°	NS
Lindgren et al., 2014 [53]	2	200	13 semaines	Abduction passive du 4 ^e doigt	40,6°	41,8°	0,03

SA : semaines d'aménorrhée (*weeks of amenorrhea*) ; NS : non significatif (*non significant*).

réponse au port de la grossesse, association des deux [63]. L'intérêt de ces changements en cours de grossesse est biomécanique avec probablement la nécessité de maintenir le centre de gravité de la femme enceinte dans son polygone de sustentation mais leur rôle sur la statique pelvienne pendant et après la grossesse reste actuellement non connu [63].

Plusieurs auteurs mettent en avant le rôle des modifications de statique pelvienne pendant la grossesse dans le risque de troubles de la statique pelvienne. Ainsi, Fritel et al. rapportent que les principaux facteurs de risque d'incontinence urinaire 4 ans après une naissance sont l'existence d'une incontinence urinaire avant et pendant la grossesse (*odd ratio* [OR] = 3,64 [2,25–5,91]) [64].

Pizzoferrato et al. ont mis en avant que l'existence d'une mobilité clinique du point Aa > 15 mm pendant la grossesse était fortement associée à l'existence d'une incontinence urinaire un an après la naissance (OR = 7,25 [2,7,20–23]) [65]. De même, Chen et al. ont décrit que l'existence d'un prolapsus urogénital de stade 2 ou plus au troisième trimestre de grossesse était fortement associée à l'existence d'un prolapsus de stade 2 ou plus à un an de l'accouchement (OR = 8,19 [2,3,3–12]) [7]. Les outils décrits dans cette revue de la littérature (POP-Q, échographie périnéale), permettent d'évaluer de manière fiable et reproductible ces paramètres au cours de la grossesse [13,15,19].

La validité des travaux rétrospectifs qui mettent en avant un risque augmenté de troubles de la statique pelvienne en cas d'accouchement par voie naturelle par rapport à la césarienne est discutable. En effet, les patientes accouchant par césarienne présentent, au cours de la grossesse, une surface du hiatus des muscles élévateurs de l'anus et une mobilité urétrale plus faibles que les patientes accouchant par voie naturelle [26,28,43]. Ces patientes accouchant par césarienne pourraient constituer un sous-groupe particulier de patientes avec des caractéristiques intrinsèques pendant leur grossesse qui les exposent à un risque plus faible de troubles de la statique pelvienne (c'est-à-dire un biais de sélection) [66]. Ce dernier point suggère la nécessité d'envisager une évaluation personnalisée du risque de troubles de la statique pelvienne suite à une naissance en tenant compte des propriétés mécaniques des patientes pendant leur grossesse (plancher pelvien, laxité ligamentaire) et donc du rôle propre de la grossesse.

Les données de cette revue de la littérature mettent en avant que nous disposons d'outils d'évaluation clinique (POP-Q) et en imagerie (échographie périnéale, IRM) du plancher pelvien ainsi que de la laxité ligamentaire pendant la grossesse et le post-partum. Nous faisons l'hypothèse que la prise en compte des modifications de laxité ligamentaire et du plancher pelvien pendant la grossesse dans notre évaluation des risques de troubles de la statique pelvienne suite à un accouchement pourrait nous permettre de nous diriger vers une évaluation personnalisée de ce risque, tenant compte du rôle de la grossesse et nous permettant ainsi d'informer au mieux nos patientes. Dans cette optique, l'étude des nouvelles techniques d'élastographie appliquées au plancher pelvien ainsi que la prise en compte du rôle des modifications de courbure rachidienne pendant la grossesse pourraient être des voies de recherche intéressantes.

Conclusion

Nous disposons d'outils d'évaluation clinique et en imagerie (échographie périnéale, IRM) du plancher pelvien ainsi que de la laxité ligamentaire pendant la grossesse et le post-partum. L'utilisation de ces outils a permis de mettre en évidence une augmentation de laxité ligamentaire ainsi qu'une distension clinique et échographique du plancher pelvien pendant la grossesse avec une récupération progressive en post-partum. La prise en compte de ces modifications biomécaniques en cours de grossesse dans notre évaluation du risque de troubles de la statique pelvienne suite à un accouchement pourrait permettre une évaluation

personnalisée de ce risque, prenant en compte le rôle de la grossesse et aboutissant à une meilleure information de nos patientes.

Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Références

- [1] Lowenstein E, Ottesen B, Gimbel H. Incidence and lifetime risk of pelvic organ prolapse surgery in Denmark from 1977 to 2009. *Int Urogynecol J* 2015;26:49–55.
- [2] Wilson L, Brown JS, Shin GP, Luc KO, Subak LL. Annual direct cost of urinary incontinence. *Obstet Gynecol* 2001;98:398–406.
- [3] Subak LL, Waetjen LE, van den Eeden S, Thom DH, Vittinghoff E, Brown JS. Cost of pelvic organ prolapse surgery in the United States. *Obstet Gynecol* 2001;98:646–51.
- [4] Gyhagen M, Bullarbo M, Nielsen TF, Milsom I. Prevalence and risk factors for pelvic organ prolapse 20 years after childbirth: a national cohort study in singleton primiparae after vaginal or caesarean delivery. *BJOG* 2013;120:152–60.
- [5] Handa VL, Blomquist JL, Knoepp LR, Hoskey KA, McDermott KC, Munoz A. Pelvic floor disorders 5–10 years after vaginal or cesarean childbirth. *Obstet Gynecol* 2011;118:777–84.
- [6] Rortveit G, Daltveit AK, Hannestad YS, Hunskaar S, Norwegian ES. Urinary incontinence after vaginal delivery or cesarean section. *N Engl J Med* 2003;348:900–7.
- [7] Chen Y, Li FY, Lin X, Chen J, Chen C, Guess MK. The recovery of pelvic organ support during the first year postpartum. *BJOG* 2013;120:1430–7.
- [8] Abramson DR, Wilson SM. Relaxation of the pelvic joints in pregnancy. *Surg Gynecol Obstet* 1934;58:595–613.
- [9] Ashton-Miller JA, DeLancey JO. Functional anatomy of the female pelvic floor. *Ann N Y Acad Sci* 2007;1101:266–96.
- [10] Chen B, Yeh J. Alterations in connective tissue metabolism in stress incontinence and prolapse. *J Urol* 2011;186:1768–72.
- [11] Miedel A, Tegerstedt G, Maehle-Schmidt M, Nyren O, Hammarstrom M. Nonobstetric risk factors for symptomatic pelvic organ prolapse. *Obstet Gynecol* 2009;113:1089–97.
- [12] Veit-Rubin N, Cartwright R, Singh AU, Digesu GA, Fernando R, Khullar V. Association between joint hypermobility and pelvic organ prolapse in women: a systematic review and meta-analysis. *Int Urogynecol J* 2015, <http://dx.doi.org/10.1007/s00192-015-2896-1> [Article en pré-publication].
- [13] Bump RC, Mattiasson A, Bo K, Brubaker LP, DeLancey JO, Klarskov P, et al. The standardization of terminology of female pelvic organ prolapse and pelvic floor dysfunction. *Am J Obstet Gynecol* 1996;175:10–7.
- [14] Hall AF, Theofrastous JP, Cundiff GW, Harris RL, Hamilton LF, Swift SE, et al. Interobserver and intraobserver reliability of the proposed International Continence Society, Society of Gynecologic Surgeons, and American Urogynecologic Society pelvic organ prolapse classification system. *Am J Obstet Gynecol* 1996;175:1467–70.
- [15] Dietz HP, Clarke B, Herbison P. Bladder neck mobility and urethral closure pressure as predictors of genuine stress incontinence. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 2002;13:289–93.
- [16] Pizzoferrato AC, Fauconnier A, Bader G. Intérêt de la mesure échographique de la mobilité cervico-urétrale en cas d'incontinence urinaire d'effort féminine. *Gynecol Obstet Fert* 2011;39:42–8.

- [17] Dietz HP, Shek C, De Leon J, Steensma AB. Ballooning of the levator hiatus. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008;31:676–80.
- [18] Dietz HP. Pelvic floor ultrasound: a review. *Am J Obstet Gynecol* 2010;202:321–34.
- [19] Dietz HP, Wong V, Shek KL. A simplified method for determining hiatal biometry. *Aust N Z J Obstet Gynaecol* 2011;51:540–3.
- [20] Majida M, Braekken IH, Umek W, Bo K, Saltyte-Benth J, Ellstrom Engh M. Interobserver repeatability of three- and four-dimensional transperineal ultrasound assessment of pelvic floor muscle anatomy and function. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009;33:567–73.
- [21] OCEBM Levels of Evidence Working Group, Durieux NPF, Howick J. The Oxford 2011 levels of evidence. Oxford Center for Evidence-Based Medicine; 2011 [page consultée le 22/11/2015] <http://www.cebm.net/index.aspx?o=5653>.
- [22] Reimers C, Staer-Jensen J, Siafarikas F, Saltyte-Benth J, Bo K, Ellstrom Engh M. Change in pelvic organ support during pregnancy and the first year postpartum: a longitudinal study. *BJOG* 2015, <http://dx.doi.org/10.1111/1471-0528.13432> [Article en pré-publication].
- [23] O'Boyle AL, O'Boyle JD, Ricks RE, Patience TH, Calhoun B, Davis G. The natural history of pelvic organ support in pregnancy. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 2003;14:46–9.
- [24] Dietz HP, Bennett MJ. The effect of childbirth on pelvic organ mobility. *Obstet Gynecol* 2003;102:223–8.
- [25] Dietz HP, Eldridge A, Grace M, Clarke B. Does pregnancy affect pelvic organ mobility? *Aust N Z J Obstet Gynaecol* 2004;44:517–20.
- [26] Dietz HP, Moore KH, Steensma AB. Antenatal pelvic organ mobility is associated with delivery mode. *Aust N Z J Obstet Gynaecol* 2003;43:70–4.
- [27] Shek KL, Kruger J, Dietz HP. The effect of pregnancy on hiatal dimensions and urethral mobility: an observational study. *Int Urogynecol J* 2012;23:1561–7.
- [28] Toozs-Hobson P, Balmforth J, Cardozo L, Khullar V, Athanasios S. The effect of mode of delivery on pelvic floor functional anatomy. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 2008;19:407–16.
- [29] Bo K, Hilde G, Tennfjord MK, Staer-Jensen J, Siafarikas F, Engh ME. Pelvic floor muscle variables and levator hiatus dimensions: a 3/4D transperineal ultrasound cross-sectional study on 300 nulliparous pregnant women. *Int Urogynecol J* 2014;25:1357–61.
- [30] Siafarikas F, Staer-Jensen J, Hilde G, Bo K, Ellstrom Engh M. Levator hiatus dimensions in late pregnancy and the process of labor: a 3- and 4-dimensional transperineal ultrasound study. *Am J Obstet Gynecol* 2014;210:484 [e481–487].
- [31] Staer-Jensen J, Siafarikas F, Hilde G, Benth JS, Bo K, Engh ME. Postpartum recovery of levator hiatus and bladder neck mobility in relation to pregnancy. *Obstet Gynecol* 2015;125:531–9.
- [32] Pizzoferrato AC, Nyangoh Timoh K, Fritel X, Zareski E, Bader G, Fauconnier A. Dynamic magnetic resonance imaging and pelvic floor disorders: how and when? *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2014;181:259–66.
- [33] Boreham MK, Zaretsky MV, Corton MM, Alexander JM, McIntire DD, Twickler DM. Appearance of the levator ani muscle in pregnancy as assessed by 3D MRI. *Am J Obstet Gynecol* 2005;193:2159–64.
- [34] Lepage J, Jayyosi C, Lecomte-Grosbras P, Brieu M, Duriez C, Cosson M, et al. Biomechanical pregnant pelvic system model and numerical simulation of childbirth: impact of delivery on the uterosacral ligaments, preliminary results. *Int Urogynecol J* 2015;26:497–504.
- [35] Hayat SK, Thorp Jr JM, Kuller JA, Brown BD, Semelka RC. Magnetic resonance imaging of the pelvic floor in the postpartum patient. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 1996;7:321–4.
- [36] Tunn R, DeLancey JO, Howard D, Thorp JM, Ashton-Miller JA, Quint LE. MR imaging of levator ani muscle recovery following vaginal delivery. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 1999;10:300–7.
- [37] Yousuf AA, DeLancey JO, Brandon CJ, Miller JM. Pelvic structure and function at 1 month compared to 7 months by dynamic magnetic resonance after vaginal birth. *Am J Obstet Gynecol* 2009;201:514e1–7e.
- [38] Miller JM, Low LK, Zielinski R, Smith AR, DeLancey JO, Brandon C. Evaluating maternal recovery from labor and delivery: bone and levator ani injuries. *Am J Obstet Gynecol* 2015;213:188 [e181–188].
- [39] O'Boyle AL, Woodman PJ, O'Boyle JD, Davis GD, Swift SE. Pelvic organ support in nulliparous pregnant and nonpregnant women: a case control study. *Am J Obstet Gynecol* 2002;187:99–102.
- [40] Durnea CM, Khashan AS, Kenny LC, Durnea UA, Smyth MM, O'Reilly BA. Prevalence, etiology and risk factors of pelvic organ prolapse in premenopausal primiparous women. *Int Urogynecol J* 2014;25:1463–70.
- [41] Van Delft KW, Thakar R, Sultan AH, IntHout J, Kluivers KB. The natural history of levator avulsion one year following childbirth: a prospective study. *BJOG* 2015;122:1266–73.
- [42] Shek KL, Dietz HP. The effect of childbirth on hiatal dimensions. *Obstet Gynecol* 2009;113:1272–8.
- [43] Van Veelen GA, Schweitzer KJ, van Hoogenhuijze NE, van der Vaart CH. Association between levator hiatal dimensions on ultrasound during first pregnancy and mode of delivery. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2015;45:333–8.
- [44] Beighton P, Grahame R, Bird HA. *Hypermobility of joints*. 4th ed. London, New York: Springer; 2012.
- [45] Beighton P, Solomon L, Soskolne CL. Articular mobility in an African population. *Ann Rheum Dis* 1973;32:413–8.
- [46] Calguneri M, Bird HA, Wright V. Changes in joint laxity occurring during pregnancy. *Ann Rheum Dis* 1982;41:126–8.
- [47] Vollestad NK, Torjesen PA, Robinson HS. Association between the serum levels of relaxin and responses to the active straight leg raise test in pregnancy. *Man Ther* 2012;17:225–30.
- [48] Schauburger CW, Rooney BL, Goldsmith L, Shenton D, Silva PD, Schaper A. Peripheral joint laxity increases in pregnancy but does not correlate with serum relaxin levels. *Am J Obstet Gynecol* 1996;174:667–71.
- [49] Marnach ML, Ramin KD, Ramsey PS, Song SW, Stensland JJ, An KN. Characterization of the relationship between joint laxity and maternal hormones in pregnancy. *Obstet Gynecol* 2003;101:331–5.
- [50] Ostgaard HC, Andersson GB, Schultz AB, Miller JA. Influence of some biomechanical factors on low-back pain in pregnancy. *Spine* 1993;18:61–5.
- [51] Jobbins B, Bird HA, Wright V. A joint hyperextensometer for the quantification of joint laxity. *Eng Med* 1979;8:103–4.
- [52] Dumas GA, Reid JG. Laxity of knee cruciate ligaments during pregnancy. *J Orthop Sports Phys Ther* 1997;26:2–6.
- [53] Lindgren A, Kristiansson P. Finger joint laxity, number of previous pregnancies and pregnancy induced back pain in a cohort study. *BMC Pregnancy Childbirth* 2014;14:61.
- [54] Muller M, Ait-Belkacem D, Hessabi M, Gennisson JL, Grange G, Goffinet F, et al. Assessment of the cervix in pregnant women using shear wave elastography: a feasibility study. *Ultrasound Med Biol* 2015;41:2789–97.
- [55] Chen L, Low LK, DeLancey JO, Ashton-Miller JA. In vivo estimation of perineal body properties using ultrasound quasistatic elastography in nulliparous women. *J Biomech* 2015;48:1575–9.
- [56] Van Raalte H, Egorov V. Characterizing female pelvic floor conditions by tactile imaging. *Int Urogynecol J* 2015;26:607–9.
- [57] Mariappan YK, Glaser KJ, Ehman RL. Magnetic resonance elastography: a review. *Clin Anat* 2010;23:497–511.
- [58] Glaser KJ, Manduca A, Ehman RL. Review of MR elastography applications and recent developments. *J Magn Reson Imaging* 2012;36:757–74.

- [59] Xie M, Zhang X, Liu J, Ding J, Ren Y, Hua K. Evaluation of levator ani with no defect on elastography in women with POP. *Int J Clin Exp Med* 2015;8:10204–12.
- [60] Mattox TF, Lucente V, McIntyre P, Miklos JR, Tomezsko J. Abnormal spinal curvature and its relationship to pelvic organ prolapse. *Am J Obstet Gynecol* 2000;183:1381–4.
- [61] Betsch M, Wehrle R, Dor L, Rapp W, Jungbluth P, Hakimi M, et al. Spinal posture and pelvic position during pregnancy: a prospective raster stereographic pilot study. *Eur Spine J* 2015;24:1282–8.
- [62] Okanishi N, Kito N, Akiyama M, Yamamoto M. Spinal curvature and characteristics of postural change in pregnant women. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2012;91:856–61.
- [63] Hay O, Dar G, Abbas J, Stein D, May H, Masharawi Y, et al. The lumbar lordosis in males and females, revisited. *PLoS One* 2015;10:e0133685.
- [64] Fritel X, Khoshnood B, Fauconnier A. Specific obstetrical risk factors for urinary versus anal incontinence 4 years after first delivery. *Prog Urol* 2013;23:911–6.
- [65] Pizzoferrato AC, Fauconnier A, Bader G, Fort J, de Tayrac R, Fritel X. Prenatal urethral mobility: a determining risk factor for urinary incontinence during pregnancy and the postpartum period? *Neurourol Urodyn* 2014;33:938–9.
- [66] Fritel X, Fauconnier A. Does the SWEPOP (Swedish Pregnancy, Obesity and Pelvic Floor) study suffer from a selection bias? *BJOG* 2013;120:1578–9.

SERMENT D'HIPPOCRATE



En présence des Maîtres de cette école, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime. Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses! Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque!

