

Université de Montréal

**Efficacité des traitements physiothérapeutiques pour l'incontinence urinaire d'effort
chez la femme en période postnatale**

par
Chantal Dumoulin

École de réadaptation
Faculté de médecine

Thèse présentée à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de Philosophiæ Doctor (Ph. D.)
en sciences biomédicales (option réadaptation)

décembre, 2003

© Chantal Dumoulin, 2003



W
4
U58
2004
V.O 46

Direction des bibliothèques

AVIS

L'auteur a autorisé l'Université de Montréal à reproduire et diffuser, en totalité ou en partie, par quelque moyen que ce soit et sur quelque support que ce soit, et exclusivement à des fins non lucratives d'enseignement et de recherche, des copies de ce mémoire ou de cette thèse.

L'auteur et les coauteurs le cas échéant conservent la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent ce document. Ni la thèse ou le mémoire, ni des extraits substantiels de ce document, ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans l'autorisation de l'auteur.

Afin de se conformer à la Loi canadienne sur la protection des renseignements personnels, quelques formulaires secondaires, coordonnées ou signatures intégrées au texte ont pu être enlevés de ce document. Bien que cela ait pu affecter la pagination, il n'y a aucun contenu manquant.

NOTICE

The author of this thesis or dissertation has granted a nonexclusive license allowing Université de Montréal to reproduce and publish the document, in part or in whole, and in any format, solely for noncommercial educational and research purposes.

The author and co-authors if applicable retain copyright ownership and moral rights in this document. Neither the whole thesis or dissertation, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms, contact information or signatures may have been removed from the document. While this may affect the document page count, it does not represent any loss of content from the document.

Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Cette thèse intitulée :
Efficacité des traitements physiothérapeutiques pour l'incontinence urinaire d'effort
chez la femme en période postnatale

présentée par :
Chantal Dumoulin

a été évaluée par un jury composé des personnes suivantes :

Arsenault, Bertrand
Président-rapporteur

Bourbonnais, Daniel
Directeur de recherche

Lemieux, Marie-Claude
Codirectrice

Schick, Erik
Membre du jury

Bo, Kari
Examinatrice externe

Hatem-Asmar, Marie
Représentante du doyen de la FES

RESUME

L'incontinence urinaire d'effort (IUE) est un problème courant dans les trois mois qui suivent l'accouchement. Elle touche jusqu'à 24 % des femmes primipares et multipares [Wilson, 1996]. Celles qui présentent une IUE au-delà de trois mois après un premier accouchement ont un risque très élevé (92 %) de voir les symptômes persister cinq ans plus tard [Viktrup, 2002]. La physiothérapie est considérée comme un traitement de première ligne de l'IUE [Fantl, 1992]. L'intervention physiothérapique vise à réduire l'IUE par le renforcement du plancher pelvien [Wilson, 2002]. Même si plusieurs études ont évalué le rôle des interventions physiothérapiques dans le traitement de l'IUE de grossesse et du post-partum immédiat [Morkved, 1997; Meyer, 2001; Chiarelli, 2002], peu se sont intéressées à la problématique de l'IUE postnatale persistante [Wilson, 1998; Glazener, 2001]. Par conséquent, le présent programme de recherche visait 1) à développer un nouvel outil qui mesure la fonction musculaire du plancher pelvien directement et objectivement (un dynamomètre); 2) à évaluer la fidélité de la mesure obtenue à partir de ce dynamomètre et 3) à évaluer l'effet des traitements physiothérapiques multimodaux sur l'IUE postnatale persistante. Par ailleurs, les répercussions de ces programmes de traitement sur les propriétés contractiles du plancher pelvien ont également été étudiées afin d'établir si l'amélioration de l'incontinence est associée à une amélioration concomitante de la force du plancher pelvien.

La première étude de la programmation de recherche avait pour but d'évaluer la capacité du nouveau dynamomètre à prendre une mesure avec exactitude. Pour ce faire, l'étalonnage du dynamomètre a été effectué afin d'évaluer la linéarité, la fidélité, l'hystérésis ainsi que la capacité du dynamomètre à mesurer la force du plancher pelvien indépendamment du bras de levier. Les résultats de cette étude ainsi que les caractéristiques originales et les applications cliniques de ce nouvel outil de mesure sont présentés dans le premier article.

La seconde étude avait pour objet l'évaluation de la fidélité *test-retest* des mesures obtenues à l'aide du dynamomètre auprès de femmes souffrant d'IUE postnatale persistante. Cet instrument de mesure a démontré une bonne fidélité de ses mesures. Les résultats de cette étude sont présentés dans le second article.

Finalement, la troisième et principale étude de la programmation était un essai clinique randomisé qui comparait l'efficacité de deux traitements physiothérapeutiques multimodaux (programme de rééducation du plancher pelvien seul contre programme de rééducation combinée, comprenant le renforcement des muscles du plancher pelvien et des abdominaux profonds) à l'absence de traitement chez la femme souffrant d'IUE postnatale persistante. Les résultats ont montré clairement que les traitements physiothérapeutiques sont plus efficaces que l'absence de traitement. Par contre, aucun des deux programmes de traitement ne s'est montré supérieur à l'autre. Finalement, aucun changement significatif n'a été observé dans la fonction musculaire du plancher pelvien du groupe traité par le programme de rééducation du plancher pelvien, laissant supposer que des paramètres musculaires autres que la force pourraient avoir contribué à l'amélioration de l'IUE

postnatale persistante. Les résultats de cette étude sont présentés dans le troisième article de la thèse.

MOTS CLÉS : Incontinence urinaire d'effort postnatale, plancher pelvien, force musculaire, dynamométrie, calibration, fidélité, exercices, biofeedback, électroneurostimulation, essai clinique randomisé.

ABSTRACT

Stress urinary incontinence (SUI) appears to be a common problem three months after delivery, affecting up to 24% of primiparous and multiparous women [Wilson, 1996]. In those with SUI three months after their first delivery, there is a very high risk (92%) of symptoms persisting five years later [Vicktrup, 2002]. Pelvic floor physical therapies are considered a first line treatment for SUI [Fantl, 1992]. These therapies aim to rehabilitate and strengthen the pelvic floor muscles [Wilson in Abrams, 2002]. Although postpartum muscle training has proven to be effective in prevention and treatment in the early postpartum period [Morkved, 1997; Morkved, 2000; Meyer, 2001; Chiarelli, 2002; Morkved 2003] few studies have addressed persistent postnatal SUI [Wilson, 1998; Glazener, 2001]. Consequently, the objectives of this research program were 1) to develop a new instrument (a dynamometer) for measuring the pelvic floor muscle function objectively and directly; 2) to evaluate the reliability of the pelvic floor function measurements obtained with this new dynamometer and 3) to evaluate the effect of supervised multi-modal physiotherapy programs on persistent SUI in post-partum women. In addition, the impact of these programs on the contractile properties of the pelvic floor musculature was studied in order to determine whether improvement in incontinence is associated with a concurrent improvement in pelvic floor muscle strength.

The objective of the first study in the research program was to verify the capacity of the new dynamometer to take accurate measurements. In an *in vitro* calibration

study, the linearity, repeatability and independence of the site of application of the force were tested as well as hysteresis. The originality of the dynamometer, its characteristics and its clinical applications are presented along with the calibration results, in the first article.

The second study was undertaken to assess the test-retest reliability of the measurements obtained with the dynamometer among women suffering from persistent post-partum SUI. The results indicated that the reliability of the strength parameters (maximal strength and maximum rate of force development) was high enough for future investigations on pelvic floor rehabilitation programs. These results are presented in a second article.

Finally, the third and main study in the research program was a randomized control trial comparing the effectiveness of two supervised multimodal pelvic floor muscle training programs (pelvic floor muscle training with or without deep abdominal training) to the absence of treatment in women with persistent SUI postnatally. The results showed clearly that supervised multi-modal pelvic floor training programs are more effective than no treatment. However the addition of abdominal training did not further improve the outcome. Lastly, there was no clear change in the pelvic floor function of the pelvic floor muscle training group, suggesting that parameters other than strength may have contributed to the improvement observed. These results are found in the third article.

KEYWORDS: Postnatal stress urinary incontinence, pelvic floor, muscle strength, dynamometry, calibration, reliability, exercises, biofeedback, electroneurostimulation, randomised control trial.

TABLE DES MATIERES

RÉSUMÉ	iii
ABSTRACT	vi
TABLE DES MATIÈRES	ix
LISTE DES TABLEAUX	xiii
LISTE DES FIGURES	xv
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS	xvii
REMERCIEMENTS	xix
CHAPITRE I - INTRODUCTION	1
CHAPITRE II - RECENSION DES ÉCRITS	4
2.1 INCONTINENCE URINAIRE D'EFFORT.....	4
2.1.1 <i>Définition de l'incontinence urinaire</i>	4
2.1.2 <i>Définition de l'incontinence urinaire d'effort</i>	5
2.1.3 <i>Prévalence de l'incontinence urinaire chez la femme</i>	6
2.1.4 <i>Prévalence de l'IUE chez la femme et, plus spécifiquement, chez la femme en période postnatale</i>	6
2.2 PHYSIOPATHOLOGIE DE L'INCONTINENCE URINAIRE D'EFFORT	7
2.2.1 <i>Fonction sphinctérienne</i>	7
2.2.2 <i>Soutien normal de l'urètre et du col vésical</i>	10
2.2.3 <i>Relation fonctionnelle entre les deux composantes de la continence</i>	15
2.2.4 <i>Rôle de l'accouchement</i>	16
2.3 PLANCHER PELVIEN : ÉVALUATION ET RÉÉDUCATION	18
2.3.1 <i>Anatomie et fonction du plancher pelvien</i>	18
2.3.2 <i>Évaluation du plancher pelvien en physiothérapie</i>	21
2.3.3 <i>Traitements physiothérapeutiques de l'IUE</i>	27
2.4 CONSTATS ET HYPOTHÈSES :	40
2.4.1 <i>Hypothèse 1</i>	41
2.4.2 <i>Hypothèse 2</i>	41
2.4.3 <i>Hypothèse 3</i>	41
CHAPITRE III - PROBLÉMATIQUE	42
3.1 OBJECTIF GÉNÉRAL	42
3.2 OBJECTIFS SPÉCIFIQUES.....	42
3.3 PROBLÉMATIQUES SPÉCIFIQUES DES TROIS ARTICLES	43
3.3.1 <i>Problématique du premier article</i>	43
3.3.2 <i>Problématique du second article</i>	44

3.3.3 <i>Problématique du troisième article</i>	45
CHAPITRE IV - MÉTHODOLOGIE	46
4.1 POPULATION CIBLE	46
4.2 ÉCHANTILLON	48
4.3 PROTOCOLE DE TRAITEMENT	49
4.3.1 <i>Protocole de traitement du groupe de rééducation du plancher pelvien</i>	49
4.3.2 <i>Protocole de traitement du groupe de rééducation combinée</i>	51
4.3.3 <i>Protocole du groupe témoin</i>	52
4.4 INSTRUMENTS DE MESURE	53
4.4.1 <i>Pad test de 20 minutes modifié avec standardisation du volume vésical</i>	53
4.4.2 <i>Mesures dynamométriques du plancher pelvien</i>	55
4.4.3 <i>Questionnaires</i>	59
4.5 PRINCIPALES ANALYSES STATISTIQUES UTILISÉES	60
CHAPITRE V - ARTICLE 1 : DÉVELOPPEMENT D'UN DYNAMOMÈTRE MESURANT LA FORCE ISOMÉTRIQUE DU PLANCHER PELVIEN	61
5.1 ABSTRACT	62
5.2 INTRODUCTION	63
5.3 MATERIALS AND METHODS	64
5.3.1 <i>General description of the dynamometer</i>	64
5.3.2 <i>Dynamometric speculum</i>	64
5.3.3 <i>Central Unit</i>	65
5.3.4 <i>Originality of the Dynamometer</i>	66
5.3.5 <i>Clinical Application</i>	69
5.3.6 <i>Calibration</i>	70
5.4 RESULTS	72
5.4.1 <i>Linearity</i>	72
5.4.2 <i>Repeatability</i>	72
5.4.3 <i>Independence of the site of application of the resultant force to the lower branch of the speculum:</i>	72
5.4.4 <i>Hysteresis:</i>	73
5.5 DISCUSSION :	74
5.5.1 <i>Sources of error:</i>	75
5.5.2 <i>Potential use of the dynamometer</i>	76
5.5.3 <i>Limits of the device:</i>	77
5.6 CONCLUSION	77
CHAPITRE VI - ARTICLE 2 : FIDÉLITÉ DES MESURES DYNAMOMÉTRIQUES DES MUSCLES DU PLANCHER PELVIEN	78
6.1 ABSTRACT	79
6.2 INTRODUCTION	80
6.3 MATERIAL AND METHODS	82
6.3.1 <i>Patients</i>	82
6.3.2 <i>Instrumentation</i>	83
6.3.3 <i>Experimental Protocol</i>	84
6.3.4 <i>Strength and endurance parameters</i>	88
6.4 STATISTICAL ANALYSIS	89
6.5 RESULTS	90

6.5.1 <i>Maximal Strength data</i>	90
6.5.2 <i>Endurance data</i>	92
6.6 DISCUSSION	94
6.6.1 <i>Strength measurements</i>	94
6.6.2 <i>Endurance measurements</i>	97
6.6.3 <i>Limits of the study</i>	98
6.7 CONCLUSION	99
CHAPITRE VII - ARTICLE 3 : TRAITEMENTS PHYSIOTHÉRAPIQUES MULTIMODAL POUR LE TRAITEMENT DE L’IUE POSTNATALE PERSISTANTE : UN ESSAI CLINIQUE RANDOMISÉ	100
7.1 ABSTRACT	101
7.2 INTRODUCTION	103
7.3 MATERIALS AND METHODS	105
7.3.1 <i>Subjects</i>	105
7.3.2 <i>Pelvic floor rehabilitation group</i>	107
7.3.3 <i>Pelvic floor/abdominal rehabilitation group</i>	109
7.3.4 <i>Control group</i>	110
7.3.5 <i>Outcome measures</i>	110
7.3.6 <i>Statistical analysis</i>	112
7.4 RESULTS	113
7.5 DISCUSSION	121
7.6 CONCLUSION	124
CHAPITRE VIII - DISCUSSION	125
8.1 DISCUSSION DE L’ARTICLE 1	125
8.1.1 <i>Sources d’erreur</i>	125
8.1.2 <i>Usage potentiel du dynamomètre</i>	127
8.1.3 <i>Limites de l’appareil</i>	128
8.2 DISCUSSION DE L’ARTICLE 2	128
8.2.1 <i>Mesures de force</i>	128
8.2.2 <i>Mesures de taux maximal de développement de la force</i>	131
8.2.3 <i>Mesures d’endurance</i>	132
8.2.4 <i>Limites de l’étude</i>	133
8.3 DISCUSSION DE L’ARTICLE 3	134
8.3.1 <i>Efficacité des interventions physiothérapeutiques supervisées</i>	134
8.3.2 <i>Efficacité des interventions physiothérapeutiques supervisées combinées à des exercices de renforcement des muscles abdominaux profonds</i>	137
8.3.3 <i>Amélioration de la continence et amélioration de la force du plancher pelvien</i>	138
CHAPITRE IX - CONCLUSION	142
RÉFÉRENCES	143
ANNEXE A : CERTIFICATS D’ÉTHIQUE	I
ANNEXE B : CONTRIBUTIONS DES CO-AUTEURS	VIII
ANNEXE C : DÉCLARATIONS DES CO-AUTEURS	XI

ANNEXE D : DÉCLARATIONS DES ÉDITEURS..... XV

LISTE DES TABLEAUX

Tableau II.I : Sommaire des essais cliniques randomisés portant sur le traitement de l'incontinence urinaire d'effort postnatale persistante.....p. 37

Tableau VI.I : Résultats de l'étude G pour la mesure de force musculaire du plancher pelvien à trois différentes ouvertures dynamométriques.....p.92

Tableau VI.II : Indice de dépendabilité et erreur de mesure pour la mesure de force musculaire du plancher pelvien à trois ouvertures dynamométriques.....p.93

Tableau VI.III : Moyennes et écarts types pour les mesures d'endurance et de taux maximal de développement de la force.....p.93

Tableau VI.IV : Résultats de l'étude G pour les mesures d'endurance et de taux maximal de développement de la forcep.94

Tableau VI.V : Indice de dépendabilité et erreur de mesure pour les mesures d'endurance et de taux maximal de développement de la force.....p.94

Tableau VII.I : Caractéristiques des sujets à l'étude.....p.113

Tableau VII.II : Mesures de la continence urinaire et de la fonction musculaire du plancher pelvien avant l'intervention.....p.114

Tableau VII.III : Changements dans les mesures de la continence urinaire et de la fonction musculaire du plancher pelvien suite à l'intervention.....p.117

Tableau VII.IV : Mesures de la continence urinaire et de la fonction musculaire du plancher pelvien avant l'intervention (seconde analyse).....p.118

Tableau VII.V : Changements dans les mesures de la continence urinaire et de la fonction musculaire du plancher pelvien suite à l'intervention (seconde analyse).....p.120

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1 : Théorie d'Enhorning.....	p.11
Figure 2.2 : Hypothèse du Hamac.....	p. 12
Figure 2.3 : Théorie Intégrale.....	p. 14
Figure 2.4 : Anatomie des muscles releveurs de l'anus; vue supérieure.....	p. 20
Figure 2.5 : Anatomie des muscles releveurs de l'anus; vue inférieure.....	p. 20
Figure 5.1 : Spéculum dynamométrique du plancher pelvien.....	p.66
Figure 5.2a : Disposition des jauges de contrainte sur la branche inférieure du spéculum.....	p.67
Figure 5.2b : Montage des jauges de contrainte.....	p.68
Figure 5.3 : Exemple d'une acquisition de données durant une contraction maximale du plancher pelvien.....	p.68

- Figure 5.4 : Exemple d'une acquisition de données durant une contraction maximale du plancher pelvien à deux ouvertures du dynamomètre.....p.70
- Figure 5.5 : Fidélité des mesures répétées lors de la calibration.....p.73
- Figure 5.6 : Indépendance du site d'application des forces.....p.74
- Figure 6.1 : Spéculum dynamométrique.....p.84
- Figure 6.2 : Exemple de mesure de la force maximale du plancher pelvien chez un sujet à l'étude.....p.87
- Figure 6.3 : Exemple de mesure d'endurance musculaire du plancher pelvien chez un sujet à l'étude.....p. 88
- Figure 6.4 : Force musculaire du plancher pelvien à trois ouverture du dynamomètre.....p. 90
- Figure 7.1 : Pourcentage d'amélioration de la continence urinaire tel qu'évalué par le *Pad Test*.....p. 115

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

Dans le corps de la thèse :

ECR	essai clinique randomisé
EMG	électromyographie
ENS	électroneurostimulation
<i>ICI</i>	<i>International Consultation on Incontinence</i>
<i>ICS</i>	<i>International Continence Society</i>
<i>IIQ</i>	<i>Incontinence Impact Questionnaire</i>
IU	incontinence urinaire
IUE	incontinence urinaire d'effort
PP	plancher pelvien
<i>UDI</i>	<i>Urogenital Distress Inventory</i>
TMDF	taux maximal de développement de la force
VAS	<i>Visual Analog Scale</i>

Dans les articles scientifiques en langue anglaise :

EMG	electromyography
ICI	International Consultation on Incontinence
ICS	International Continence Society
IIQ	Incontinence Impact Questionnaire
MRTD	maximal rate of force development
PFM	pelvic floor muscles
SEM	standard error of the measurement
SD	standard deviation
SUI	stress urinary incontinence
UI	urinary incontinence
UDI	Urogenital Distress Inventory
VAS	visual analog scale

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier mes directeurs de recherche, Dr Daniel Bourbonnais et Dr Marie-Claude Lemieux, pour la grande confiance qu'ils m'ont témoignée tout au long de mes études de cycles supérieurs. L'expérience de recherche et la rigueur scientifique du Dr Bourbonnais ainsi que la précieuse collaboration clinique du Dr Lemieux m'ont permis de mener à bien ce projet. Grâce à eux, mes années doctorales ont été des plus enrichissantes.

Un remerciement tout spécial aux Dr Denis Gravel et Dr Gina Bravo qui ont étroitement collaboré à mes projets de recherche. J'ai hautement bénéficié de leur sens critique et de leurs compétences scientifiques.

Un grand merci à Mélanie Morin, avec qui j'ai étroitement collaboré pendant les trois dernières années et qui a contribué au travail présenté dans cette thèse.

Je tiens aussi à souligner l'aide apportée par Claire Émond, infirmière de recherche qui a coordonné les évaluations pré et post-traitement de tous les sujets à l'étude. Un merci tout spécial à Hélène Bouchard, Éline Dumoulin et Véronique Ratel, nos assistantes de recherche, qui ont participé au recrutement et au suivi des sujets ainsi qu'à l'entrée des données.

Merci aux physiothérapeutes, Marie-Christine Bélanger, Isabelle Bergeron, Manon Fergusson, Marianne Hamel, Mélanie Lafaille, Sophie Laroque, Julie Messier, Julie

Millaire et Lisanne Ringuet, qui ont réalisé les traitements physiothérapeutiques lors de l'essai clinique randomisé. Merci également aux étudiantes; Isabelle Agudelo, Michelle Fortier, Amy MacKay et Adéline Valois qui ont effectué les massages offerts aux sujets du groupe témoin.

Mes remerciements vont aussi aux départements d'obstétrique-gynécologie des hôpitaux Sainte-Justine et Maisonneuve-Rosemont pour leur participation. Merci particulièrement au Dr Robert Gauthier pour son appui au processus de recrutement et à Mme Christiane Pilon pour l'allocation de locaux pour les traitements.

Merci à Jill Tarasuk pour ses judicieux conseils sur les statistiques. Merci à Lesley Kelley pour la traduction de mes articles. Merci à Daniel Marineau, à feu Jérôme Déziel et à mon père, André Dumoulin, pour la conception du dynamomètre et de sa base d'appui ainsi que pour le soutien technique fourni tout au long des collectes de données. Merci également à Michel Goyette, qui a développé les logiciels utilisés pour la collecte de données et qui m'a offert du soutien informatique tout au long de mes travaux.

Je veux aussi remercier tous les chercheurs et étudiants de l'Institut de réadaptation de Montréal qui de près ou de loin, ont pu m'apporter de judicieux conseils, plus spécifiquement les Dr Bertrand Arsenault, Mindy Levine, Sylvie Nadeau et Bonnie Swaine pour leur support et leur encouragement tout au long de ma formation.

Un merci tout spécial à toutes les femmes qui ont donné de leur temps pour participer à mes projets de recherche et qui sont venues avec enthousiasme semaines après semaines aux séances d'évaluation et de traitement malgré les contraintes familiales et professionnelles.

Je veux également souligner le soutien financier de plusieurs organismes. La réalisation de l'ensemble de la programmation de recherche a été rendue possible grâce à une subvention de fonctionnement en partenariat avec l'Industrie des Instituts de Recherche en Santé du Canada et de la société Laborie Medical Technology inc, ainsi qu'à une subvention de l'Ordre Professionnel de la Physiothérapie du Québec. Au cours de mes études, j'ai reçu un appui salarial de la Fondation Canadienne de la Physiothérapie (FCP), du Fonds de la Recherche en Santé du Québec (FRSQ) et des Instituts de Recherche en Santé du Canada (IRSC).

Finalement, je veux exprimer toute ma gratitude à ma famille pour son support constant pendant toutes ces années. Merci à mes parents, André et Micheline Dumoulin, pour m'avoir encouragée et appuyée dans la poursuite de mes études. Merci à mon conjoint, Denys, pour avoir partagé avec moi les bons moments comme les moins bons. Finalement, merci à Pascale et à Camille, pour m'avoir permis de garder un équilibre de vie et pour tout le bonheur qu'elles m'apportent au quotidien.

CHAPITRE I - INTRODUCTION

La prévalence de l'incontinence urinaire (IU) est élevée. Elle touche une femme adulte sur trois [Sandvik, 1995]. Dans les années à venir, la prévalence de ce problème de santé risque d'augmenter en raison du vieillissement de la population.

L'incontinence urinaire d'effort (IUE) est le type d'incontinence urinaire le plus répandu dans la population féminine et représente plus de la moitié des cas d'IU chez la femme [Sandvik, 1995]. Le symptôme qui caractérise l'IUE est le fait qu'une patiente évoque des pertes involontaires d'urine survenant en cas d'effort physique, d'exercice physique, de toux ou d'éternuement [Abrams, 2002]. L'IUE n'est pas qu'une problématique médicale. C'est aussi un ennui social, qui altère la qualité de vie et compromet les activités sociales et professionnelles des femmes qui en sont atteintes [Kelleher, 1995].

L'IUE débute, pour une majorité de femme, à la période de maternité [Wilson, 1996]. Durant cette période, les traumatismes des nerfs périphériques ainsi que les traumatismes musculaires et aponévrotiques secondaires à l'accouchement prédisposent à l'IUE [DeLancey, 1993; Handa, 1996; Peschers, 1996]. Or, de nouvelles données épidémiologiques montrent que les femmes primipares chez qui l'IUE est présente plus de trois mois après l'accouchement ont un risque très élevé (92 %) de voir leurs symptômes persister cinq ans plus tard [Viktrup, 2002]. Une attention particulière doit donc être accordée à ce sous-

groupe à haut risque afin de traiter précocement ce problème de santé à haut risque de chronicité.

La physiothérapie est considérée comme une intervention de première ligne dans le traitement de l'IUE [Fantl, 1992; Wilson, 2002]. Les traitements physiothérapeutiques de l'IUE (*pelvic floor physical therapies*) utilisent les exercices actifs du plancher pelvien seuls ou concurremment à d'autres modalités, telles que la rétroaction biologique (*biofeedback*), l'électroneurostimulation et les cônes vaginaux, pour rééduquer les muscles du plancher pelvien [Wilson, 2002]. L'objectif premier est le renforcement musculaire du plancher pelvien [Hay-Smith, 2001]. Même si plusieurs études ont évalué le rôle des interventions physiothérapeutiques pendant la grossesse ou durant la période postnatale immédiate [Morkved, 1997; Morkved, 2000; Meyer, 2001; Chiarelli, 2002; Morkved 2003], seulement deux ont évalué ces interventions dans le traitement de l'IUE postnatale persistante [Wilson, 1998; Glazener, 2001]. Malgré un effet thérapeutique certain, le taux d'abandon y était très élevé. Des facteurs, tels que le protocole d'exercices très contraignant utilisé ainsi que l'absence de supervision des sujets pendant le traitement ont pu influencer le taux d'abandon. C'est en fait ce qu'un des auteurs identifiait comme une faiblesse potentielle de l'étude [Wilson, 1998]. Il est donc permis de croire que l'effet potentiel des traitements physiothérapeutiques de l'IUE postnatale persistante pourrait être plus important que celui démontré dans ces deux études. L'objectif général de cette thèse est par conséquent d'évaluer l'efficacité de traitements physiothérapeutiques supervisés chez la femme souffrant d'IUE postnatale persistante. Et puisqu'il importe de comprendre les mécanismes d'action d'un traitement offert, l'effet de ces

programmes de traitement sur les propriétés contractiles du muscle du plancher pelvien sera étudié.

Le corps du présent ouvrage est divisé en huit chapitres. Le présent chapitre d'introduction est suivi du chapitre II portant sur la recension des écrits. Cette recension rapporte principalement l'état actuel des connaissances sur l'IUE chez la femme, la physiopathologie de l'IUE postnatale, l'évaluation ainsi que la rééducation du plancher pelvien. Le troisième chapitre élabore la problématique générale de la thèse ainsi que la problématique spécifique aux trois articles. Le quatrième chapitre aborde la méthodologie de recherche. Les cinquième, sixième et septième chapitres présentent les trois articles résultant des travaux de la thèse. Finalement, les deux derniers chapitres se veulent une synthèse substantielle des résultats obtenus : le chapitre VIII comprend la discussion des résultats obtenus dans les chapitres V, VI et VII et le chapitre IX, la conclusion de ce travail.

CHAPITRE II - RECENSION DES ÉCRITS

Les écrits recensés portent sur trois principaux sujets : (1) l'IUE chez la femme; (2) la physiopathologie de l'IUE; et (3) le plancher pelvien : évaluation et rééducation. La terminologie utilisée est celle de l'*International Continence Society* [Abrams, 1988; Abrams, 2002] et les directives cliniques sont inspirées des deux consultations de l'*International Consultation on Incontinence (ICI)* [Abrams, 1999; Abrams, 2002*].

2.1 INCONTINENCE URINAIRE D'EFFORT

Ce premier volet se divise en quatre sections : (1) la définition de l'incontinence urinaire; (2) la définition de l'incontinence urinaire d'effort; (3) la prévalence de l'incontinence urinaire chez la femme; (4) la prévalence de l'IUE chez la femme et, plus spécifiquement, chez la femme en période postnatale.

2.1.1 Définition de l'incontinence urinaire

L'*International Continence Society (ICS)* définit l'incontinence urinaire (IU) comme toute perte involontaire d'urine dont se plaint un patient [Abrams, 2002]. L'incontinence urinaire fait référence à un symptôme, un signe clinique, une observation urodynamique ou un état pathologique (en anglais, *condition*) [Abrams, 2002]. Les symptômes sont les indicateurs subjectifs d'une maladie ou d'un changement d'état, tels que perçus par le patient, son aidant ou son conjoint, et qui l'amènent à consulter un professionnel de la santé [Abrams, 1988]. Les

symptômes sont les indicateurs subjectifs d'une maladie ou d'un changement d'état, tels que perçus par le patient, son aidant ou son conjoint, et qui l'amènent à consulter un professionnel de la santé [Abrams, 1988]. Les signes cliniques découlent des observations faites par le médecin, y compris par des moyens simples de vérification et de quantification des symptômes [Abrams, 2002]. Les observations urodynamiques sont obtenues lors d'études urodynamiques [Abrams, 2002]. Finalement, l'état pathologique est défini par l'existence d'observations urodynamiques associées à des symptômes ou à des signes caractéristiques et/ou à des preuves non urodynamiques d'un processus pathologique pertinent [Abrams, 2002].

2.1.2 Définition de l'incontinence urinaire d'effort

L'incontinence urinaire d'effort est le type d'incontinence urinaire le plus courant chez la femme [Sandvik, 1995]. Le symptôme qui caractérise l'IUE est le fait qu'une patiente évoque des pertes involontaires d'urine survenant en cas d'effort, d'exercice physique, de toux ou d'éternuement [Abrams, 2002]. Le signe clinique de l'IUE est l'observation de ces pertes d'urine par le méat urinaire lors d'effort, d'exercice physique, de toux ou d'éternuement [Abrams, 2002]. L'observation urodynamique de l'IUE est notée lors de la phase de remplissage de la cystomanométrie. Elle est définie comme une perte involontaire d'urine se produisant en cas d'augmentation de la pression abdominale et en l'absence de contraction du detrusor [Abrams, 2002]. Finalement, l'état pathologique (*condition*) d'IUE est déterminé par l'existence d'observations urodynamiques associées aux symptômes ou signes caractéristiques de l'IUE et/ou de preuves non urodynamiques évoquant une IUE [Abrams, 2002].

2.1.3 Prévalence de l'incontinence urinaire chez la femme

Les estimations de la prévalence de l'IU chez la femme varient largement, de 10 à 40 % [Hunskaar, 2002]. Cette importante variabilité s'explique par le fait que certains facteurs, tels que la définition de l'incontinence urinaire, l'échantillon de population à l'étude ou la méthodologie utilisée pour la cueillette des données, diffèrent d'une étude à l'autre. La prévalence médiane de l'IU affiche une progression en fonction de l'âge, avec un taux variant de 20 à 30 % pour la jeune femme adulte, un taux de 30 à 40 % pour la femme d'âge moyen et un taux de 30 à 50 % pour la femme âgée [Sandvick, 1995].

2.1.4 Prévalence de l'IUE chez la femme et, plus spécifiquement, chez la femme en période postnatale

L'IUE est la manifestation la plus fréquente de l'incontinence urinaire. Environ la moitié de toutes les femmes incontinentes se plaignent d'IUE [Sandvick, 1995]. Pour une majorité des femmes, les symptômes d'IUE apparaissent en période de maternité [Morkved, 1999]. Le rôle de l'accouchement comme facteur de prédisposition est démontré dans plusieurs études établissant un lien entre l'IUE et l'accouchement vaginal de même qu'entre l'IUE et la parité [Jolleys, 1988; Simeonova, 1990; Burgio, 1996]. Ainsi, l'IUE touche entre 20 et 67 % des femmes durant la grossesse et entre 2 et 24 % de ce groupe en période postnatale immédiate, c'est-à-dire durant les trois mois qui suivent l'accouchement [Viktrup 1992; Wilson, 1996, Morkved, 1999; Mason, 1999]. Une fois de plus, la fourchette des estimations de la prévalence est large en raison des facteurs variables d'une étude à l'autre, comme l'échantillon de population étudié ou la méthodologie de cueillette des données. Quoi qu'il en soit, les femmes présentant une IUE trois

mois après leur premier accouchement ont un risque très élevé (92 %) de voir leurs symptômes persister cinq ans plus tard [Viktrup, 2002]. L'IUE postnatale n'est donc pas un état passager mais bien une problématique à haut risque de chronicité qui mérite une attention particulière.

2.2 PHYSIOPATHOLOGIE DE L'INCONTINENCE URINAIRE D'EFFORT

Pour mieux comprendre la physiopathologie de l'IUE, il est important de considérer les composantes nécessaires au maintien d'une fermeture étanche de l'urètre au repos ainsi que lors d'une augmentation de la pression intra-abdominale, à savoir une fonction sphinctérienne normale et un soutien adéquat de l'urètre et du col vésical tant sur le plan statique que dynamique [DeLancey, 1999; Haab, 2001]. Ce second volet de la recension des écrits porte sur quatre sujets : (1) la fonction sphinctérienne normale; (2) le soutien adéquat de l'urètre et du col vésical; (3) la relation fonctionnelle entre les deux composantes de la continence et (4) l'effet de l'accouchement sur les composantes de la continence urinaire.

2.2.1 Fonction sphinctérienne

La fonction sphinctérienne normale est le fait d'un ensemble de forces de compression qui s'exercent au niveau de l'urètre et du col vésical. Cette fonction assure la continence par la fermeture étanche de l'urètre, obtenue grâce à la compression des surfaces muqueuses et au maintien de la pression urétrale sur une longueur suffisante. La pression de clôture urétrale dépend donc de plusieurs facteurs dont principalement la compétence du col vésical, l'intégrité du dispositif

sphinctérien de l'urètre et la qualité de la muqueuse et de la sous-muqueuse urétrales [DeLancey, 1999; Haab, 2001].

2.2.1.1 Dispositif sphinctérien de l'urètre

a) Sphincter strié de l'urètre

Le sphincter strié entoure l'urètre féminin sur 80% de sa longueur. Il est composé de deux portions distinctes soit a) une portion supérieure formée de fibres circulaires qui entourent l'urètre (*rhabdosphincter*) et b) une portion inférieure formée d'arcades paires qui s'attachent sur les parois latérales du vagin (*urethrovaginal sphincter and compressor urethra*) [Haab, 2001]. Composé principalement de fibres lentes, le sphincter strié de l'urètre est innervé par les nerfs honteux internes [Haab, 2001]. Le tonus de base du sphincter strié de l'urètre participe à l'occlusion de l'urètre au repos et sa contraction active, assure la compression volontaire de l'urètre lorsque la vessie est pleine et que la miction est reportée [Haab, 2001].

L'intégrité du dispositif sphinctérien de l'urètre repose en grande partie sur son innervation motrice. Il n'est donc pas surprenant que plusieurs études laissent entendre que l'IUE peut être causée par des neuropathies périphériques affectant l'innervation motrice du sphincter de l'urètre et du plancher pelvien [DeLancey, 1999]. Les travaux de Smith montrent d'ailleurs que l'accouchement entraîne certains changements dans l'EMG du sphincter urétral et du plancher pelvien qui témoignent d'un certain degré de dénervation, suivi d'une réinnervation [Smith, 1989].

b) Muqueuse et sous-muqueuse urétrales

L'occlusion urétrale est liée à l'apposition parfaite des parois internes de l'urètre (*urethral seal effect*) [Zinner, 1980]. Une muqueuse souple et compressible, la présence de sécrétions qui assurent une tension de surface suffisante et un riche plexus vasculaire spongieux sous-muqueux garantissent l'apposition complète de l'urètre [Zinner, 1980]. Or, l'intégrité de la muqueuse et de la sous-muqueuse urétrales serait également influencée par l'âge [Rud, 1980]. Ainsi, des changements trophiques (diminution de la souplesse et de l'élasticité de la muqueuse, des sécrétions ainsi que du plexus vasculaire) observés au niveau de la muqueuse et de la sous-muqueuse urétrales chez la femme vieillissante pourraient réduire l'effet d'apposition complète de l'urètre (*urethral seal effect*) [Rud, 1980]. On remarque d'ailleurs que la pression intra-urétrale diminue avec l'âge. L'atteinte à l'intégrité de la muqueuse en serait probablement, en partie, la cause [Rud, 1980]. Finalement, la présence de récepteurs oestrogéniques a été démontrée dans l'urètre féminin [Blakeman, 1996]. Il est possible, par conséquent, que la ménopause, avec les changements hormonaux qu'elle entraîne, ait un effet sur la compétence de la muqueuse urétrale. Cependant, les preuves scientifiques actuelles semblent indiquer que l'œstrogène n'est pas un traitement efficace de l'IUE [Robinson, 2003].

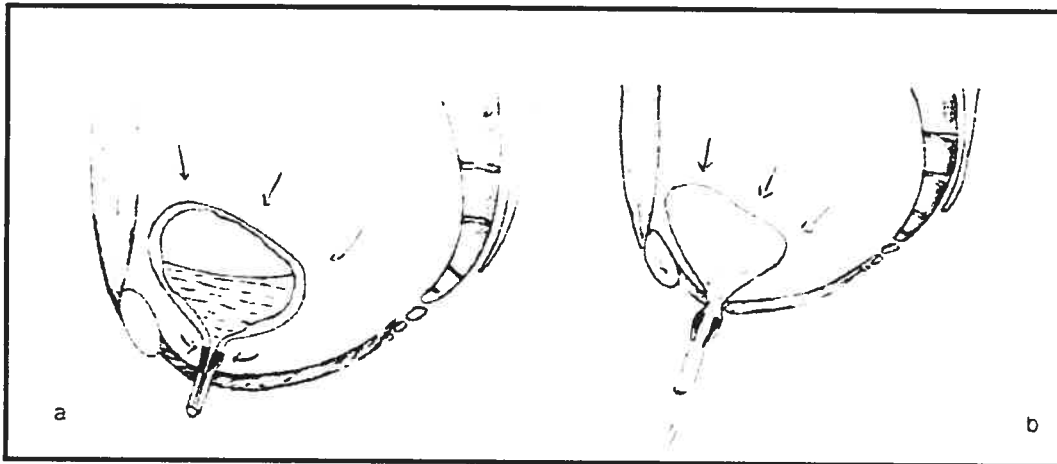
En conclusion, la fonction sphinctérienne normale est d'une grande complexité. Toutefois, l'intégrité du sphincter de l'urètre, de son innervation motrice ainsi que des muqueuse et sous-muqueuse urétrales sont des composantes qui assurent une fonction sphinctérienne normale.

2.2.2 Soutien normal de l'urètre et du col vésical

Lors d'une augmentation de la pression abdominale, comme dans le cas d'une toux, on observe un pic de pression dans la portion initiale de l'urètre identique à celui observé au niveau de la vessie. On dit alors qu'il y a eu transmission de pression et la continence est maintenue. Cette constatation a été expliquée dans le passé par la théorie simplifiée d'Enhoring ou théorie de l'enceinte manométrique abdominale (Figure 2.1). Selon cette théorie, lorsque la vessie et l'urètre proximal sont totalement contenus dans l'enceinte manométrique abdominale fermée en bas par le plancher pelvien, toute augmentation de pression abdominale leur est retransmise. Par contre, dans le cas où la base de la vessie passe sous l'enceinte manométrique abdominale, la transmission de pression vers l'urètre proximal ne se produit plus et on observe une IUE [Enhoring, 1961].

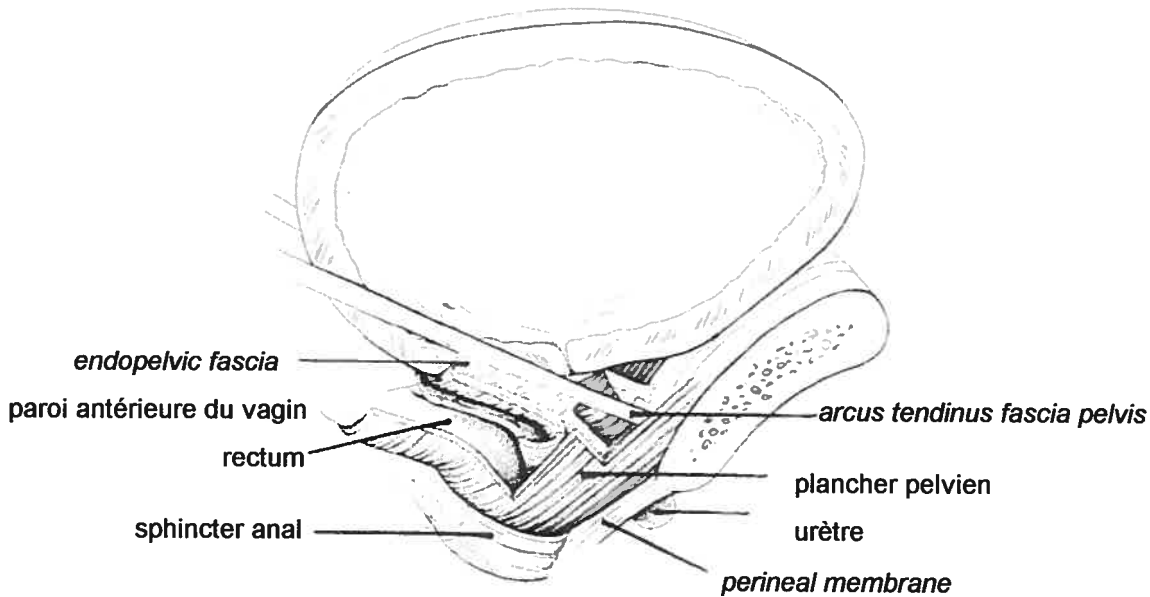
Figure 2.1 : Théorie d'Enhorning

a) la vessie et l'urètre proximale sont situées dans l'enceinte manométrique abdominale, fermée en bas par les muscles du plancher pelvien. Toute augmentation de la pression abdominale est retransmise intégralement à la vessie et à l'urètre; b) la transmission de pression ne se produit plus lorsque la base de la vessie passe sous le plan des muscles du plancher pelvien.



En fait, selon les travaux de DeLancey [DeLancey, 1990; Delancey, 1994; Delancey,1996], il existerait un véritable support statique et dynamique sous l'urètre qui expliquerait cette transmission de pression. C'est le concept plus récent de l'« hypothèse du hamac » (*hammock hypothesis*). Ainsi, l'urètre reposerait sur un tissu de soutien formé par l'aponévrose pelvienne et la paroi antérieure du vagin étroitement maintenue à ce niveau par les ligaments pubo-urétraux. La solidité de ce « hamac » serait accrue tant par ses attaches latérales à l'arcus tendinus fascia pelvis que par l'intégrité du plancher pelvien (Figure 2.2).

Figure 2.2 : Hypothèse du hamac : Vue latérale des structures de support de l'urètre et du col vésical. Adapté de DeLancey [1994].



Le mécanisme exact par lequel ce support urétral permet de clore l'urètre lors d'une augmentation de la pression abdominale n'est pas complètement défini à ce jour. Des hypothèses tirées des travaux anatomiques de DeLancey [DeLancey, 1990; DeLancey, 1994; DeLancey, 1996] et de Papa Petros et Ulmsten [Papa Petros, 1997; Papa Petros 1997*] laisse entrevoir deux mécanismes distincts.

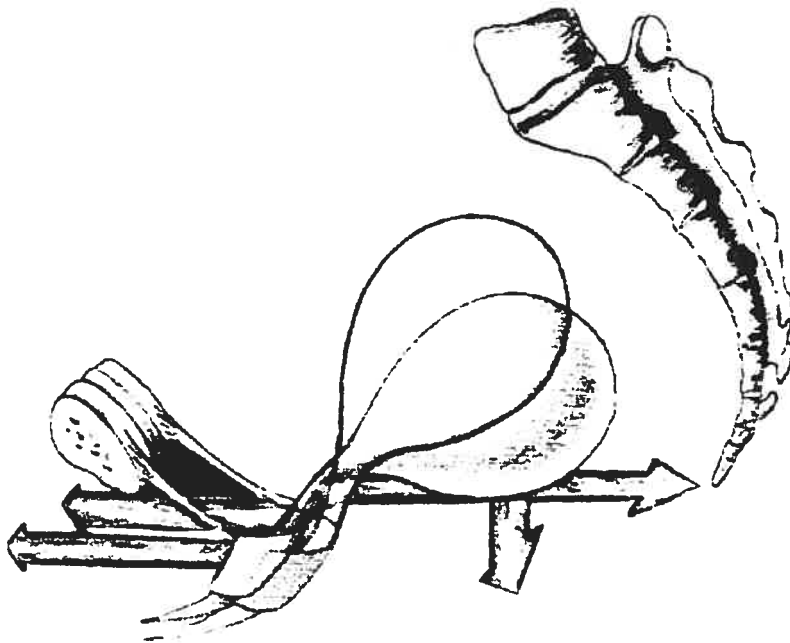
Le premier mécanisme de fermeture serait le résultat d'une contraction de la musculature du plancher pelvien, contraction pouvant faire l'objet d'une rééducation par des exercices de renforcement du plancher pelvien. Ainsi, en cas

de toux vigoureuse ou d'un effort physique, la contraction du plancher pelvien (plus spécifiquement sa portion pubo-coccygienne) exercerait une traction franche sur la portion sous-urétrale du vagin. Ce mouvement antérieur du vagin produirait ainsi des forces occlusives sur l'urètre, entraînant son déplacement vers l'avant et sa compression contre la surface postérieure du pubis, ce qui empêcherait l'urine de s'écouler [DeLancey, 1990; DeLancey, 1994; DeLancey 1996].

Le second mécanisme causerait la fermeture du col vésical par un effet d'élongation et de cisaillement. La portion de l'urètre située en dessous de l'insertion des ligaments pubo-urétraux serait attirée vers l'avant alors que la portion située au-dessus, de même que le col vésical, seraient attirés vers l'arrière (les ligaments utéro-sacrés maintenant le vagin en arrière). Par conséquent, la vessie se déplacerait, elle aussi vers l'arrière, causant ainsi la fermeture du col vésical et l'augmentation de la longueur urétrale. C'est le concept de la « Théorie intégrale » (*Integral Theory*) de Papa Petros (Figure 2.3) [Papa Petros, 1997; Papa Petros, 1997*].

Figure 2.3 : Théorie Intégrale

Lors de l'augmentation de pression abdominale, le muscle pubo-coccygien tire vers l'avant la portion urétrale inférieure, tandis que les ligaments utéro-sacrés et la portion postérieure des muscles du plancher pelvien maintiennent le vagin vers l'arrière et vers le bas. La vessie se déplace vers l'arrière fermant ainsi le col vésical et allongeant la longueur urétrale. Adaptée de Villet [2000].



Le soutien normal de l'urètre et du col vésical repose donc sur l'intégrité des muscles, des tissus conjonctifs, des ligaments et des fascias. La déstabilisation d'un ou de plusieurs des dispositifs supportant l'urètre, en l'occurrence la rupture de tissus conjonctifs (par multiparité ou prédisposition génétique), la dénervation partielle ou totale (accouchement vaginal), l'incoordination et/ou l'affaiblissement de la musculature du plancher pelvien pourraient entraîner une défaillance du support urétral et, conséquemment, une perte de la continence urinaire.

2.2.3 Relation fonctionnelle entre les deux composantes de la continence

Le maintien de la continence urinaire chez la femme repose donc sur deux composantes principales, soit l'intégrité la fonction sphinctérienne et le soutien adéquat de l'urètre et du col vésical. Les observations radiologiques, anatomiques et physiologiques les ont bien définies au cours de la dernière décennie. Toutefois, l'IUE ne saurait être classifiée seulement selon cette dichotomie, c'est-à-dire, d'une part la dysfonction sphinctérienne (*intrinsic sphincter deficiency*), et d'autre part, le soutien inadéquat de l'urètre et du col vésical (*hypermobility*) [Haab, 2001; Koelbl, 2002]. La classification de l'IUE proposée lors de l'*International Consultation on Incontinence (ICI)* suggère plutôt d'intégrer la fonction sphinctérienne et le soutien adéquat de l'urètre et du col vésical comme des éléments interreliés dans un continuum de changements (*spectrum of changes*) et non comme des causes exclusives d'IUE, comme par le passé [Koelbl dans Abrams, 2002]. Ainsi, lors d'une augmentation de la pression intra-abdominale, l'urètre résistera par son mécanisme intrinsèque de fermeture, renforcé par un support urétral adéquat. À l'inverse, on peut imaginer qu'un support urétral inadéquat entraînera à la longue un étirement des structures sphinctériennes de l'urètre, contribuant ainsi à une dysfonction sphinctérienne. À long terme, le support urétral seul, même rééduqué ne parviendra pas à compenser pour la défaillance du sphincter. L'interrelation fonctionnelle entre les deux composantes de la continence (*integrated approach*) est donc essentielle au maintien de la continence urinaire [Koelbl, 2002].

2.2.4 Rôle de l'accouchement

Comme le décrit la section 2.1.4, les études épidémiologiques indiquent que l'accouchement joue un rôle déterminant dans le développement de l'IUE. Lors d'un accouchement par voie vaginale, quatre types de lésions peuvent contribuer à l'augmentation du risque d'IUE. Ce sont : (1) les lésions des tissus conjonctifs et aponévrotiques secondaires au processus mécanique de l'accouchement vaginal; (2) les lésions vasculaires des structures pelviennes résultant de la compression de la tête fœtale pendant le travail; (3) les lésions nerveuses et/ou musculaires secondaires aux traumatismes de l'accouchement et (4) les blessures directes à l'urètre et au col vésical lors de l'accouchement [Koelbl, 2002].

La position du col vésical dépend de la qualité des muscles et des tissus aponévrotiques qui assurent le support statique et dynamique de l'urètre [DeLancey, 1988]. Lors de l'accouchement, ces structures de support peuvent être étirées et affaiblies [Cardozo, 1997], voire même déchirées [DeLancey, 1993]. Ainsi, on observe à l'échographie périnéale que la position du col vésical au repos est plus basse chez les femmes ayant accouché par voie vaginale que chez celles qui ont eu une césarienne élective ou qui n'ont jamais eu d'enfants [Peschers, 1996].

Les étirements traumatiques et les compressions du nerf honteux lors de l'accouchement peuvent entraîner une dénervation partielle du plancher pelvien [Handa, 1996]. À la suite de cette dénervation partielle, on observe par électromyographie à aiguille, une réinnervation de la portion pubo-coccygienne de la musculature du plancher pelvien chez 80 % des femmes après un premier

accouchement [Allen, 1990]. Pour celles chez qui la dénervation partielle persiste, on observe une activation asymétrique, incoordonnée et de courte durée des unités motrices restantes [Deindl, 1994].

Les lésions musculaires du plancher pelvien (micro-lésions, déchirures et épisiotomie) causent une diminution de la force musculaire du plancher pelvien après l'accouchement [Rockner, 1991; Peschers, 1997]. Ainsi, on observe une perte de force musculaire à la suite d'un accouchement sans traumatismes musculaires, une perte plus importante en cas de déchirure périnéale et une plus grande perte encore après une épisiotomie [Rockner, 1991]. Six à dix semaines après un premier accouchement, la force musculaire du plancher pelvien demeure significativement plus basse qu'avant celui-ci [Peschers, 1997].

Selon DeLancey, après la guérison des traumatismes obstétricaux, la continence urinaire est maintenue grâce à la capacité compensatoire des mécanismes qui assurent la continence urinaire chez la femme [DeLancey, 1993]. C'est pourquoi l'existence d'une ou de plusieurs des lésions énumérées précédemment peut demeurer asymptomatique. Éventuellement, des facteurs tels que l'âge, l'obésité et certaines maladies peuvent réduire l'effet compensatoire des mécanismes de la continence et engendrer une IUE. Pour celles chez qui l'IUE postnatale persiste malgré la guérison des traumatismes obstétricaux, on peut penser que la capacité compensatoire était déjà déficiente. L'ajout, avec le temps, de facteurs tels que l'âge ou l'obésité ne fera qu'amplifier la problématique d'IUE. Il conviendra donc d'accorder une attention particulière à ce groupe de femmes chez qui l'IUE est à haut risque de chronicité.

2.3 PLANCHER PELVIEN : ÉVALUATION ET RÉÉDUCATION

La section 2.2.2 soulignait le rôle important que joue le plancher pelvien dans le soutien de l'urètre et du col vésical tant sur le plan statique que dynamique et, par conséquent, dans le maintien de la continence urinaire [DeLancey, 1993]. La diminution de la force du plancher pelvien en période postnatale, telle qu'observée par le gynécologue Arnold Kegel à la fin des années 40, a incité ce dernier à concevoir un programme de renforcement musculaire du plancher pelvien [Kegel, 1948]. Aujourd'hui, la rééducation du plancher pelvien (*pelvic floor physical therapies*) fait partie du traitement de première ligne de l'IUE [Fantl, 1992; Wilson, 2002]. Ce troisième volet de la recension des écrits comprend trois sous-sections : (1) l'anatomie et la fonction du plancher pelvien; (2) l'évaluation du plancher pelvien en physiothérapie; et (3) les traitements physiothérapeutiques de l'IUE.

2.3.1 Anatomie et fonction du plancher pelvien

a) Anatomie

Le plancher pelvien est constitué de deux composantes principales, soit le muscle releveur de l'anus et le muscle coccygien [DeLancey, 2002]. Il est composé d'une forte proportion, soit 66 %, de fibres musculaires de type I (lentes) [Shafik, 1999].

Le releveur de l'anus (*levator ani*) est le constituant principal du plancher pelvien et joue un rôle essentiel dans les mécanismes de continence (Figure 2.4 et Figure 2.5). Il est formé de deux lames musculaires, disposées symétriquement de part et d'autres de la fente uro-génitale, partant de la surface postérieure du pubis et s'insérant latéralement jusqu'à l'épine sciatique [DeLancey, 2002]. Le muscle

releveur de l'anوس regroupe le pubo-vaginal, le pubo-rectal, le pubo-coccygien et l'ilio-coccygien [DeLancey, 2002]. Le pubo-vaginal origine du pubis et s'insère sur les parois latérales du vagin. Le pubo-rectal, quant à lui, s'attache au pubis et vient s'insérer sur les parois antérieures et latérales du rectum pour se mêler à la portion externe du sphincter de l'anوس. Le pubo-coccygien, un faisceau plus latéral, s'étend du pubis au coccyx et s'insère en latéral à l'épine sciatique sur le fascia de l'obturateur interne [DeLancey, 2002].

Finalement, l'ilio-coccygien, situé à l'extérieur du pubo-coccygien, part de l'arcus tendinus fascia pelvis et s'insère en arrière du pubo-coccygien [DeLancey, 2002]. Le releveur de l'anوس est innervé par le nerf honteux, provenant principalement des racines sacrées S4 mais également de S3 et minimalement de S2. [Sato, 1980].

Figure 2.4 : Anatomie des muscles releveurs de l'anus – vue supérieure

Adapté de Netter [1995]

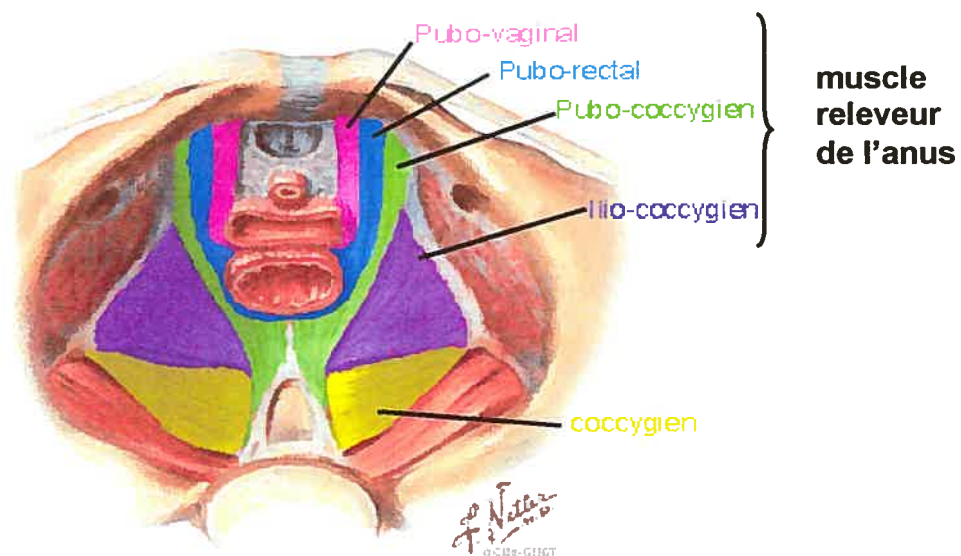
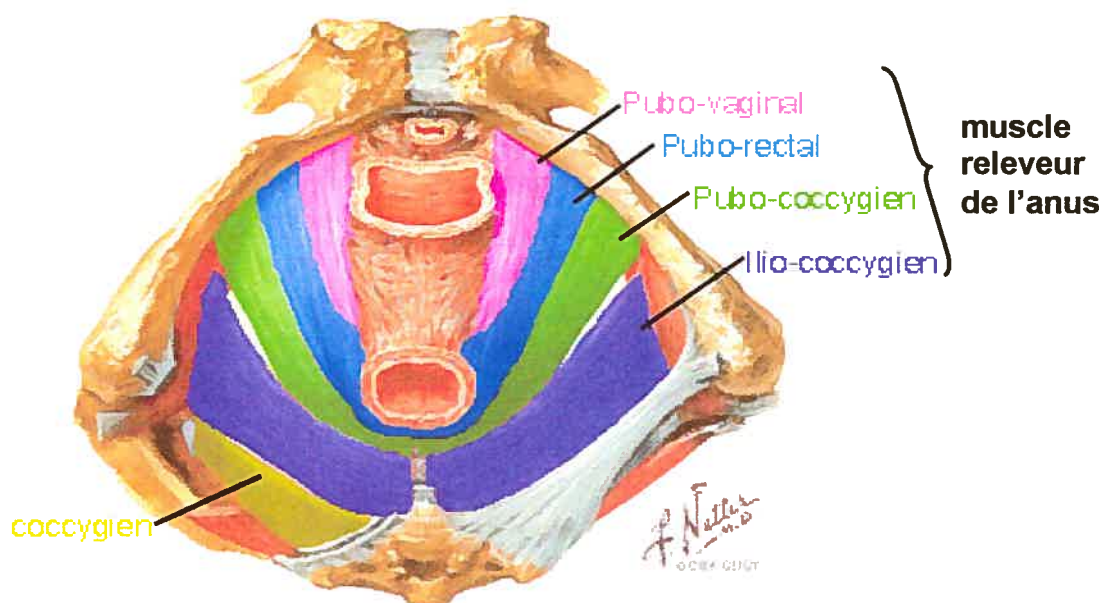


Figure 2.5 : Anatomie des muscles releveurs de l'anus – vue inférieure

Adapté de Netter [1995]



Les différents faisceaux musculaires du releveur de l'anus ne se contractent pas de façon isolée; ils travaillent plutôt collectivement, jouant un rôle important dans le support des viscères pelviens [DeLancey, 2002]. Ainsi, les insertions du muscle releveur de l'anus aux parois du vagin et au sphincter externe de l'anus sont responsables, lors de la contraction, du mouvement antérieur des viscères vers l'os pubien [DeLancey, 2002]. Lors de la contraction active du plancher pelvien, le mouvement antérieur du vagin produit une force occlusive sur l'urètre qui se déplace et se comprime contre la face postérieure du pubis [DeLancey, 1994; DeLancey, 2002]. Voir section 2.2.2 pour un complément d'information.

2.3.2 Évaluation du plancher pelvien en physiothérapie

Le renforcement des muscles du plancher pelvien est l'objectif premier de la rééducation du plancher pelvien [Hay-Smith, 2001]. Par conséquent, l'évaluation du plancher pelvien est essentielle comme outil de mesure pour identifier les patients qui nécessitent une telle rééducation. L'évaluation du plancher pelvien fait d'ailleurs partie intégrante d'un examen de routine pour les femmes qui se plaignent de fuites d'urine [Schull, 2002]. Les outils de mesure de la fonction musculaire du plancher pelvien sont divisés en deux catégories : ceux qui mesurent directement la force musculaire du plancher pelvien, tels que le bilan digital et le dynamomètre instrumenté, et ceux qui la mesurent indirectement, comme les périnéomètres à pression ou électromyographiques et les cônes vaginaux. Cette sous-section présente ces différents outils. Elle est divisée en cinq parties soit : (1) le bilan digital; (2) les dynamomètres instrumentés; (3) le

périnéomètre à pression, (4) le périnéomètre électromyographique et (5) les cônes vaginaux.

2.3.2.1. Bilan digital

Le bilan digital du plancher pelvien est une méthode simple d'évaluation de la force basée sur l'estimation subjective de l'évaluateur. Pour mesurer la force, l'examineur insère l'index et/ou le majeur de 4 à 6 cm dans la cavité vaginale suivant un plan antéro-postérieur [Laycock, 1992]. La patiente doit contracter ses muscles sur le ou les doigts de l'examineur comme pour retenir un jet d'urine et un gaz [Chiarelli, 1981]. Les résultats sont ensuite rapportés sur une échelle de cotation ordinale [Worth, 1986; Brink, 1989; Laycock, 1992]. Le bilan digital a été et demeure l'outil de mesure le plus utilisé par les cliniciens en raison de sa simplicité et de son faible coût. L'avantage du bilan digital réside dans le fait qu'il permet à l'évaluateur a) de détecter les compensations musculaires [Peschers, 2001] et b) d'évaluer la présence d'asymétrie dans la contraction musculaire du plancher pelvien [Shull, 1999]. Il s'agit toutefois d'une mesure subjective, grandement influencée par l'évaluateur (ses attentes et son expérience) [Shull, 1999]. D'ailleurs, la fidélité inter-évaluateur du bilan digital est faible avec un coefficient de fidélité de 0.37 [Bo, 2001].

Outre cela, notre équipe de recherche a récemment terminé une étude comparant le bilan digital aux mesures dynamométriques dans la prise de mesure de la force maximale du plancher pelvien [Morin, sous presse]. Les résultats ont montré que seuls les niveaux 1 et 4 du bilan digital (système de cotation de Laycock) étaient significativement différents du point de vue des mesures dynamométriques

($p < 0.01$). Il semble donc y avoir un chevauchement des forces musculaires réelles entre les différents niveaux du bilan digital, ce qui laisse supposer un manque de sensibilité de cette technique de mesure.

En résumé, le bilan digital est un excellent outil d'enseignement mais il n'a pas les propriétés psychométriques d'un bon outil de mesure [Bo, 2001].

2.3.2.2 *Dynamomètres instrumentés*

Même s'ils ne sont pas encore utilisés par les cliniciens comme outils de mesure, trois dynamomètres du plancher pelvien sont brièvement décrits dans la littérature scientifique [Caufriez 1998; Caufriez, 1993; Rowe, 1995; Sampsel, 1998].

Le transducteur de mesure de la force intravaginale (*intra-vaginal force measuring transducer*) de Rowe est constitué d'une sonde dont le rayon est de 10 mm [Rowe, 1995]. La faiblesse potentielle de cet outil dans la mesure de la force du plancher pelvien réside dans le fait que le rayon de sa sonde est faible et ne peut être modifié. Ainsi, la mesure dynamométrique sera influencée par la distance entre la sonde et le muscle du plancher pelvien, distance qui variera selon le positionnement de l'instrument dans le vagin.

La « pince tonométrique » de Caufriez [Caufriez, 1993; Caufriez 1998] est quant à elle constituée d'une unité centrale informatisée et d'une unité périphérique (spéculum). La pince tonométrique insérée dans le vagin peut mesurer la tonicité et la force du plancher pelvien dans une piste déterminée (ouverture de la pince) permettant de s'adapter aux différences de circonférence de la cavité vaginale des

patientes. Le design de l'appareil fait en sorte que la mesure est dépendante de la distance entre l'endroit sur la branche où la pression est appliquée et l'axe de rotation (bras de levier) [Caufriez, 1993; Caufriez 1998]. Le positionnement de l'appareil dans la cavité vaginale est très important car une légère variation peut influencer la lecture de force. La faiblesse potentielle de cet instrument réside donc dans la difficulté de positionner fidèlement l'appareil pour éviter d'influer sur les mesures obtenues. Malheureusement, aucune étude de fidélité des mesures obtenues à partir de cet instrument ou de celui de Rowe n'a été publié.

Finalement, un dernier dynamomètre développé pour mesurer la force musculaire du plancher pelvien est décrit très brièvement dans une étude de Sampsel [Sampsel, 1998]. Malheureusement, aucune autre information sur ce dynamomètre n'a été publiée à ce jour.

En résumé, même si des efforts ont été faits pour introduire des instruments de mesure dynamométriques du plancher pelvien, leurs propriétés psychométriques et leur utilité clinique n'ont pas encore été démontrées.

2.3.2.3 Périnéomètre à pression

Le périnéomètre à pression est le premier instrument qui ait été développé pour objectiver la force du plancher pelvien [Kegel, 1948]. Il comprend une sonde vaginale munie d'un ballonnet rempli d'air [Worth, 1986] ou de liquide [Dougherty, 1986] et reliée à un manomètre. Une fois la sonde introduite dans la cavité vaginale, le périnéomètre à pression enregistre l'augmentation de la pression correspondant à la compression du ballonnet dans le vagin. Il s'agit d'une

évaluation indirecte de l'effort musculaire puisque la mesure reflète l'augmentation de la pression intravaginale, qu'elle résulte d'une contraction musculaire du plancher pelvien ou d'une toux, d'une épreuve de Valsalva ou d'un simple changement de position de la patiente. La pression augmente donc sans distinction de l'origine de la force appliquée sur la sonde, ce qui influence grandement la validité de la mesure. Même si certains auteurs affirment que ce problème peut être résolu par un bon enseignement de la contraction des muscles du plancher pelvien et par l'observation d'un mouvement du périnée vers l'intérieur à la contraction musculaire du plancher pelvien [Dougherty, 1986; Bo, 1990], d'autres prétendent que l'observation d'un mouvement du périnée vers l'intérieur n'exclut pas la présence d'une augmentation de pression abdominale [Hahn, 1996; Peschers, 2001]. La faiblesse du périnéomètre à pression réside donc dans la nature indirecte de sa mesure.

2.3.2.4 Périnéomètre électromyographique

Moins subjectif que le bilan digital, le périnéomètre électromyographique fournit néanmoins une mesure indirecte de la force musculaire du plancher pelvien. Le périnéomètre électromyographique comprend une sonde vaginale rigide munie d'électrodes de surface [Gunnarsson, 1999] et une unité centrale permettant d'enregistrer les potentiels d'action musculaire du plancher pelvien lorsque la sonde est insérée dans le vagin. Dans l'étude du muscle strié, les mesures électromyographiques permettent de confirmer le recrutement effectif des muscles visés pendant un effort physique ou un mouvement [Gravel, 1998]. Il est donc possible de déterminer le moment où le muscle débute et cesse sa participation ainsi que la durée de cette dernière [Gravel, 1998]. L'électromyographie (EMG)

informe également de la participation relative du muscle [Gravel, 1998]. Cette approche comporte deux principales faiblesses. Premièrement, elle ne tient pas compte du fait qu'une différence d'activité électromyographique pourrait être liée à des niveaux de force musculaire différents chez des sujets différents. Par exemple, pour les muscles des extrémités, il a été démontré que des sujets faibles montraient une plus grande activité EMG que les sujets forts à un niveau de force défini [Christensen, 1984].

La deuxième faiblesse de cette approche est la contamination de l'enregistrement musculaire (*cross-talk*) par l'activité des muscles limitrophes au plancher pelvien, tels que les adducteurs et les fessiers [Peschers, 2001]. Une fois de plus, c'est l'aspect indirect de cet instrument qui affecte la validité de la mesure.

En conclusion, aucune des mesures existantes, qu'il s'agisse du bilan digital, de la mesure dynamométrique, de celle du périnéomètre à pression ou du périnéomètre électromyographique, n'est considérée comme une mesure étalon. Certaines montrent des faiblesses importantes tant au niveau de leur fidélité que de leur validité. D'autres n'ont pas été évaluées quant à leurs propriétés psychométriques. Il apparaît donc essentiel de développer une mesure de la force du plancher pelvien avec de bonnes propriétés psychométriques pour pouvoir juger des effets d'un traitement de l'IUE postnatale basée sur le renforcement du plancher pelvien.

2.3.3 Traitements physiothérapeutiques de l'IUE

Les exercices du plancher pelvien ont été introduits dès 1948 par un gynécologue américain, Arnold Kegel, dans le but de restaurer le tonus et la force des muscles du plancher pelvien dans la période postnatale [Kegel, 1948]. Aujourd'hui, les traitements physiothérapeutiques de l'IUE (*pelvic floor physical therapies*) utilisent les exercices actifs du plancher pelvien de Kegel seuls ou concurremment à d'autres modalités, telles que la rétroaction biologique (*biofeedback*), l'électroneurostimulation et les cônes vaginaux, pour rééduquer les muscles du plancher pelvien [Wilson, 2003]. Cette section présente 1) les différentes modalités qu'utilise le traitement physiothérapeutique de l'IUE et 2) les traitements physiothérapeutiques chez la femme souffrant d'IUE en période postnatale.

2.3.3.1 Différentes modalités du traitement physiothérapeutique de l'IUE

Cinq revues systématiques des traitements physiothérapeutiques de l'incontinence urinaire ont été publiées [Bo, 1996; de Kruif, 1996; Berghmans, 1998; Weatherall, 1999; Hay-Smith, 2001]. Toutes concluent que les traitements physiothérapeutiques sont efficaces dans le traitement de l'IUE. Les différentes modalités du traitement physiothérapeutique de l'IUE comprennent a) les exercices actifs libres, b) les exercices actifs avec *biofeedback*, c) les exercices actifs avec électroneurostimulation, d) les exercices actifs avec cônes vaginaux et e) les exercices des muscles abdominaux profonds.

a) Exercices actifs libres

Les exercices actifs libres du plancher pelvien consistent à contracter au maximum les muscles du plancher pelvien puis à les relâcher volontairement. L'objectif des exercices actifs dans le traitement de l'IUE est d'améliorer la force et/ou le synchronisme de la contraction musculaire du plancher pelvien [Wilson, 2002]. Il existe une grande variété de programmes d'exercices du plancher pelvien. Toutefois, se basant sur la théorie de l'entraînement musculaire, la *Second International Consultation on Incontinence (ICI)* suggère un programme comprenant trois séries de huit à douze contractions maximales du plancher pelvien d'une durée de six à huit secondes chacune à un rythme de trois à quatre fois semaine pendant au moins quinze à vingt semaines [Wilson, 2002]. Une contraction musculaire du plancher pelvien ou « *knack* », précédant les efforts qui causent l'incontinence (ex : la toux, l'éternuement, les sauts ou la course) et visant à augmenter la pression intra-urétrale, peut également faire partie du programme d'exercices du plancher pelvien. Le « *knack* » s'est d'ailleurs révélé très efficace dans la réduction des fuites d'urine liées à la toux [Miller, 1998]. L'*ICI* recommande donc la pratique du « *knack* » dans les situations problématiques et l'ajout de cette technique aux programmes d'exercices [Wilson, 2002].

Des preuves scientifiques de niveau I (niveau I : preuves qui s'appuient sur un ou plusieurs essais cliniques randomisés (ECR)) permettent de croire que :

- a) pour traiter l'IUE, les exercices actifs du plancher pelvien sont plus efficaces que l'absence de traitement ou qu'un traitement placebo [Wilson, 2002]

b) pour traiter l'IUE, les exercices actifs du plancher pelvien pratiqués sous la supervision d'un physiothérapeute sont plus efficaces que les exercices actifs du plancher pelvien pratiqués sans supervision [Wilson, 2002].

Finalement, sur les bases de preuves scientifiques plus restreintes, il apparaît que les femmes traitées au moyen d'exercices actifs du plancher pelvien sont encore satisfaites des résultats obtenus cinq ans après le traitement [Wilson, 2002].

b) Exercices actifs avec rétroaction biologique

La rétroaction biologique (ou *biofeedback*) est une modalité thérapeutique qui amène au niveau de la conscience des phénomènes physiologiques inconscients, tels que la tension artérielle, la température corporelle ou l'activité électrique d'un muscle [Basmajian, 1985]. Ceci a pour effet de favoriser l'apprentissage du contrôle du phénomène en question [Basmajian, 1985]. Les traitements physiothérapeutiques de l'IUE utilisent une sonde vaginale ou anale sur laquelle on retrouve soit des électrodes de surface qui captent l'activité électrique générée par le muscle du plancher pelvien (EMG), soit un ballonnet qui capte la pression intracavitaire générée par la contraction musculaire. Cette information sur le fonctionnement du muscle est présentée à la patiente afin de faciliter l'identification et la coordination de la contraction musculaire active du plancher pelvien en plus de la motiver dans son entraînement musculaire. Une fois de plus, les protocoles de traitement sont multiples [Wilson, 2002]. Toutefois, aucun n'est spécifiquement suggéré par l'ICI [Wilson, 2002]. En ce qui concerne

l'efficacité de cette approche, les opinions sont partagées. Ainsi, la revue Cochrane conclut que les bénéfices engendrés par l'ajout de *biofeedback* ne sont pas clairs [Hay-Smith, 2001]. À l'opposée, deux autres revues systématiques, De Kruif et al. [1996] et Weatherall et al. [1999], sont en faveur de l'ajout de *biofeedback* aux exercices du plancher pelvien. Par ailleurs, une étude récente, non incluse dans les revues systématiques, montre que l'ajout de *biofeedback* réduit l'IUE et entraîne une plus grande augmentation de la force musculaire du plancher pelvien comparativement aux exercices du plancher pelvien seuls [Aksac, 2003]. Quoi qu'il en soit, les trois revues s'accordent sur la valeur de cette approche pour favoriser l'apprentissage de la contraction musculaire des sujets faibles, augmenter la motivation et favoriser l'observance du traitement. Ainsi, les recommandations de l'ICI vont dans le sens suivant: «*clinicians may find occasions when biofeedback is a useful adjunct to treatment for the purposes of teaching, motivation and compliance etc.* » [Wilson, 2002].

c) Exercices avec l'électroneurostimulation

L'électroneurostimulation (ENS) est une intervention thérapeutique d'usage fréquent dans le traitement physiothérapique des problèmes musculosquelettiques [Bélanger, 2002]. L'ENS utilise les courants de basse ou de moyenne fréquences dans le but de susciter une réponse motrice chez un patient qui éprouve des difficultés à effectuer un mouvement volontaire [Prentice 1998]. Dans le traitement de l'IUE, l'ENS consiste à stimuler le nerf honteux via une sonde vaginale ou anale, afin d'obtenir une contraction musculaire du plancher pelvien. En fournissant une information sensorielle et motrice, l'ENS favorise une réponse volontaire des muscles du plancher pelvien [Laycock, 1992].

L'ENS ajoutée à une contraction active du plancher pelvien augmente la force du muscle atrophié par le principe de surcharge [Fall, 1991]. Pour augmenter la force d'un muscle, il faut que la difficulté physiologique dépasse un certain seuil d'entraînement. Ce seuil se situe entre 70 et 100 % de la force maximale du sujet [Gavel, 1972]. L'ENS ajoutée à une contraction active du muscle atrophié favorise le dépassement de ce seuil et permet par conséquent l'augmentation de la force musculaire [Fall, 1991].

Finalement, l'ENS entraîne le recrutement des fibres rapides avant celui des fibres lentes contrairement aux exercices actifs du plancher pelvien [Fall, 1991]. Cette activation sélective est très importante dans le traitement de l'IUE, compte tenu du fait que les symptômes de l'IUE se présentent à l'effort et nécessitent une réaction rapide des muscles du plancher pelvien pour maintenir la continence urinaire. En ce qui concerne l'efficacité de l'ENS, le manque de constance dans les protocoles rend difficile la comparaison entre les études [Hay-Smith, 2001]. Cependant, l'ENS demeure un moyen efficace pour enseigner la contraction musculaire du plancher pelvien, particulièrement aux femmes qui présentent une faiblesse importante et une mauvaise proprioception de cette musculature [Reckemeyer, 2002].

d) Exercices avec cônes vaginaux

Les premiers exercices avec contraintes adaptées à la musculature du plancher pelvien proposent l'utilisation de poids en forme de cônes [Peattie, 1989]. En position debout, le cône est inséré dans le vagin après quoi une contraction active

du plancher pelvien est nécessaire pour le maintenir en place. La sensation de descente du cône augmente la perception sensorielle des muscles du plancher pelvien et stimule ainsi la contraction musculaire. La patiente effectue plusieurs séances de 15 minutes par jour et lorsque qu'elle peut maintenir le cône en place deux jours de suite sans difficulté, le cône est remplacé par un cône plus lourd à la rencontre suivante [Peattie, 1989]. Les essais cliniques sur les cônes vaginaux dans le traitement de l'IUE sont très peu nombreux et ne portent que sur un petit nombre de participantes, ce qui rend difficile l'évaluation de cette approche de traitement. Selon l'ICI, l'utilisation des cônes vaginaux dans le traitement de l'IUE semble donner de meilleurs résultats que l'absence de traitement. Par ailleurs, l'ajout de cette modalité aux exercices actifs du plancher pelvien ne semble pas y ajouter de bénéfices [Wilson, 2002].

e) Exercices de renforcement des abdominaux profonds

Des données expérimentales récentes indiquent que certains exercices des abdominaux profonds peuvent faciliter le renforcement des muscles du plancher pelvien [Sapsford, 2001; Sapsford, 2001*]. Dans une étude pilote portant sur deux jeunes sujets féminins, il a été démontré que la contraction isométrique des muscles transverses de l'abdomen (la rentrée du nombril) entraîne une augmentation de l'activité électromyographique du plancher pelvien, telle que mesurée par une électrode implantée dans le muscle pubo-coccygien de ces sujets [Sapsford, 2001]. Dans une étude ultérieure portant sur six femmes continentales (dont cinq ayant déjà accouché), le même auteur [Sapsford, 2001*] a démontré une fois de plus que l'activité volontaire du muscle abdominal entraîne une augmentation de l'activité EMG du plancher pelvien, mesurée cette fois avec

une sonde intravaginale munie d'électrodes de surface. De plus, l'activité EMG du plancher pelvien mesurée pendant une contraction isométrique des muscles abdominaux (*hollowing*) était similaire à celle observée lors de la contraction maximale du plancher pelvien lui-même. Bien qu'aucun essai clinique n'ait encore permis d'évaluer la différence entre la rééducation du plancher pelvien avec ou sans exercices des muscles abdominaux profonds, la rééducation combinée du plancher pelvien et des abdominaux a déjà commencé à influencer la pratique en physiothérapie, particulièrement auprès des jeunes femmes primipares ou multipares souffrant d'IUE, auxquelles des programmes de renforcement des muscles abdominaux sont proposés [Sapsford, 1998].

En conclusion, les exercices actifs du plancher pelvien sont efficaces dans le traitement de l'IUE. La supervision étroite d'un physiothérapeute en augmente l'efficacité et l'ajout de rétroaction biologique et/ou d'ENS à un programme d'exercices actifs du plancher pelvien favorise l'apprentissage de la contraction musculaire. L'addition d'exercices des muscles abdominaux profonds aux exercices du plancher pelvien pourrait potentiellement rendre le traitement plus efficace. Dans ce contexte, il apparaît pertinent de mener un essai clinique randomisé (ECR) afin de comparer adéquatement ces deux approches de traitement.

2.3.3.2 Traitements physiothérapeutiques chez la femme souffrant d'IUE en période postnatale

Même si les exercices actifs du plancher pelvien, dits « exercices de Kegel », sont enseignés d'emblée pendant la période postnatale immédiate pour renforcer le plancher pelvien et prévenir ou traiter l'incontinence urinaire, très peu d'études s'y sont attardé jusqu'à tout récemment. L'efficacité des exercices actifs du plancher pelvien et d'autres modalités physiothérapeutiques appliqués immédiatement après l'accouchement dans le but de prévenir et traiter les IUE a été démontrée par plusieurs essais cliniques randomisés [Morkved 1997, Morkved 2000, Meyer 2001, Chiarelli 2002]. Par contre, seulement trois études ont porté sur le traitement de l'IUE postnatale persistante. Deux ECR avec groupe témoin ont évalué l'effet des exercices actifs du plancher pelvien chez des femmes ayant une IU persistante trois mois après l'accouchement (Tableau II.I) [Wilson, 1998; Glazener, 2001].

Dans l'étude de Wilson, 230 femmes avec des symptômes d'IU trois mois après l'accouchement, identifiées au moyen d'un questionnaire postal, ont été réparties en deux groupes, soit un groupe témoin (n = 117) et un groupe expérimental (n = 113). Les sujets du groupe témoin ont reçu les informations pré et postnatale d'usage en ce qui à trait à la pratique des exercices du plancher pelvien. Celles du groupe expérimental ont été divisées en 3 sous-groupes. Les sujets du premier sous-groupe (n = 39) devaient pratiquer un programme d'exercice du plancher pelvien basé sur le modèle de Richard Millard [Millard, 1987]. Ce programme comprend 8 à 10 séances de 10 contractions actives du plancher pelvien par jour, soit environ 80 à 100 contractions/jour. Les sujets du deuxième sous-groupe (n = 36) ont reçu un ensemble de cône vaginal et devaient s'exercer à garder le cônes

dans le vagin pour une durée de 15 minutes, 2 fois par jour. Finalement, les sujets du troisième sous-groupe ($n = 38$) devaient travailler avec le cône et faire les exercices actifs du plancher pelvien quotidiennement. Enfin, tous les sujets à l'étude ont participé à quatre visites avec la physiothérapeute, soit à trois, quatre, six et neuf mois post-partum. Lors de la première visite, elles faisaient l'apprentissage des exercices du plancher pelvien à l'aide d'un périnéomètre et, par la suite, elles étaient encouragées dans la poursuite de leur traitement [Wilson, 1998].

Douze mois après l'accouchement, la prévalence de l'incontinence urinaire a été évaluée à partir d'un second questionnaire postal. Un *Pad test* de 24 heures a également été effectué par les sujets à l'étude. Le *Pad test* de 24 heures est un test permettant de documenter la quantité d'urine perdue pendant 24 heures [Schick, 2001]. Un nombre important de sujets soit, 26 sujets du groupe témoin (22 %) et 59 sujets du groupe expérimental (52 %) ont abandonné l'étude avant l'évaluation finale. Les résultats montrent une prévalence de l'IU significativement plus faible dans le groupe expérimental que dans le groupe témoin (50 % contre 76 % $p = 0.0003$) douze mois après l'accouchement. Par contre, en ce qui concerne le *Pad test*, aucune différence significative n'a pu être observée entre les deux groupes [Wilson, 1998].

Dans l'étude de Glazener, 747 femmes avec des symptômes d'IU persistante cinq mois après l'accouchement, évalués à l'aide d'un questionnaire postal, ont été réparties en un groupe témoin ($n = 376$) et un groupe expérimental ($n = 371$). Les sujets du groupe témoin ont reçu les informations postnatales d'usage en ce qui a

trait à la pratique des exercices du plancher pelvien. Celles du groupe expérimental devaient pratiquer un programme d'exercice du plancher pelvien. Celui-ci, basé sur le modèle de Richard Millard [Millard, 1987] comprenait 8 à 10 séances de 10 contractions actives du plancher pelvien par jour soit environ 80 à 100 contractions/jour. Pour enseigner et encourager la pratique des exercices, une infirmière a effectué trois visites à domicile, soit à cinq, sept et neuf mois après l'accouchement. Une rééducation mictionnelle a également été prescrite pour les sujets affichant des symptômes d'urgence mictionnelle. Douze mois après l'accouchement, la prévalence de l'incontinence urinaire a été évaluée à partir d'un questionnaire postal. Une fois de plus, un nombre important de sujets soit, 132 sujets du groupe témoin (35 %) et 93 sujets du groupe traitement (25 %) ont abandonné l'étude avant l'évaluation finale. Les résultats montrent une prévalence de l'IU significativement plus faible dans le groupe expérimental que dans le groupe témoin (59.9 % contre 69.5 %, $p = 0.037$) douze mois après l'accouchement [Glazener, 2001].

Tableau II.1 : Sommaire des essais cliniques randomisés portant sur le traitement de l'incontinence urinaire d'effort postnatale persistante.

	Wilson P., 1998	Glazener C., 2001
Méthodologie	ECR évaluateur masqué randomisation par strates (parité, type d'accouchement # d'épisode d'IU)	ECR évaluateur masqué randomisation par strates (parité, # d'épisode d'IU type d'accouchement)
Population	N =230 GE =117 GT =113 symptômes d'IU 3 mois pp	N = 747 GE =371 GT =376 symptômes d'IU 5 mois pp
Intervention	GE : A. EPP quotidien + 4 visites avec physiothérapeute enseignement avec périnéomètre B :cônes C :EPP et cônes GT : programme d'EPP standard pré et postnatale	GE : EPP quotidien + 3 visites avec infirmière enseignement verbal rééducation mictionnelle à 7 et 9 mois (au besoin) GT : information pp standard
Outils de mesure	prévalence de l'IU <i>Pad test</i> de 24 h	prévalence de l'IU
Résultats	prévalence de l'IU GE :50 % GT :76 % ($p = 0.0003$) <i>Pad test</i> : pas de différence	prévalence de l'IU GE :59.9 % GC :69.0 % ($p = 0.037$)
Abandon	GE :52 % GT :22 %.	GE :25 % GT :35 %

GE : groupe expérimental, GT : groupe témoin, EPP : exercices du plancher pelvien, PP : postpartum,

En conclusion, les deux ECR présentés montrent que la pratique des exercices du plancher pelvien ont un effet certain sur la prévalence de l'IU, douze mois après l'accouchement. Par ailleurs, les taux d'abandon y sont très élevés. Il est possible que l'intervention thérapeutique en ait été la cause. Dans les deux ECR, les programmes d'exercices à domicile utilisés étaient très contraignants et ne tenaient pas compte des principes d'entraînement musculaire ni du protocole suggéré par l'ICI comprenant trois séries de huit à douze contractions maximales du plancher pelvien d'une durée de six à huit secondes chacune à un rythme de trois à quatre fois par semaine [Wilson, 2002].

Il est possible que cette charge de travail quotidienne ait été trop grande pour les sujets à l'étude, des femmes primipares ou multipares avec jeunes enfants. Wilson note d'ailleurs que la raison principale d'abandon des sujets à l'étude est le manque de temps [Wilson, 1998].

De plus, l'intervention thérapeutique comportait des exercices actifs du plancher pelvien à faire à domicile sans la supervision étroite d'un professionnel de la santé. Or, les preuves indiquent que les exercices actifs du plancher pelvien pratiqués sous la supervision d'un physiothérapeute sont plus efficaces dans le traitement de l'IU que les exercices actifs du plancher pelvien pratiqués sans supervision [Wilson, 2002]. Ainsi, le manque de supervision pourrait avoir affecté la motivation et l'observance des sujets, ce qui pourrait également expliquer le haut taux d'abandon observé dans ces études.

Il est donc permis de croire que l'effet potentiel d'une rééducation du plancher pelvien tenant compte des principes de la physiologie de l'exercice, comparable à celui suggéré par l'ICI, sous la supervision d'un physiothérapeute pourrait être plus important que celui démontré dans ces études tout en montrant un plus faible taux d'abandon.

En 1995, nous avons publié une étude pilote visant à déterminer l'effet des traitements physiothérapeutiques supervisés (exercices avec *biofeedback* et ENS) chez la clientèle postnatale souffrant d'IUE persistante trois mois après l'accouchement [Dumoulin, 1995]. Bien que l'étude portait sur un très petit nombre de sujets (huit femmes souffrant d'IUE tel que démontré par un *Pad test* de 20 minutes) et qu'aucun groupe témoin n'y ait pris part, les résultats étaient prometteurs. Ainsi, après huit semaines de traitements, trois sujets montraient une réduction de l'IUE et les cinq autres étaient continents au *Pad test* de 20 minutes, ce qui laissait supposer que ce type de traitement pouvait être efficace pour traiter l'IUE postnatale persistante [Dumoulin, 1995]. Les limites des deux essais cliniques randomisés portant sur l'IU persistante trois mois et plus après l'accouchement et le potentiel du traitement proposé dans l'étude pilote de 1995 rendent pertinente l'élaboration d'un ECR sur l'effet des interventions physiothérapeutiques dans le traitement de l'IUE post-partum persistante.

2.4 CONSTATS ET HYPOTHÈSES :

La présente revue de la littérature amène les constats suivants :

- Jusqu'à 24 % des femmes souffrent d'une IUE persistante après l'accouchement.
- Le plancher pelvien joue un rôle important dans le maintien de la continence urinaire postnatale. Il n'existe actuellement aucune mesure étalon de la force du plancher pelvien.
- Les interventions physiothérapeutiques de l'IUE sont efficaces dans le traitement de l'IUE chez la femme.
- Les interventions physiothérapeutiques supervisées sont plus efficaces que les interventions physiothérapeutiques non supervisées.
- Les interventions physiothérapeutiques supervisées sont efficaces dans la prévention de l'IUE postnatale mais leur efficacité dans le traitement de l'IUE postnatale persistante n'a pas été démontrée.
- Enfin, selon des données préliminaires, le renforcement des muscles abdominaux profonds pourrait faciliter le renforcement des muscles du plancher pelvien.

Trois principales hypothèses de recherche seront mises à l'essai dans cette thèse, soit :

2.4.1 Hypothèse 1

Les interventions physiothérapeutiques supervisées sont plus efficaces que l'absence d'intervention pour le traitement de l'IUE postnatale persistante.

2.4.2 Hypothèse 2

Les interventions physiothérapeutiques supervisées combinées à des exercices de renforcement des muscles abdominaux profonds sont plus efficaces que les interventions physiothérapeutiques supervisées seuls.

2.4.3 Hypothèse 3

L'amélioration de l'incontinence est associée à une amélioration concomitante de la force du plancher pelvien.

CHAPITRE III - PROBLÉMATIQUE

3.1 OBJECTIF GÉNÉRAL

L'objectif général de la thèse est a) de comparer entre eux et à un groupe témoin, deux traitements physiothérapeutiques pour le traitement de l'IUE postnatale persistante; b) de mieux comprendre la relation entre le renforcement des muscles du plancher pelvien et la réduction de l'IUE. L'amélioration de l'incontinence devrait être associée à une amélioration concomitante de la force du plancher pelvien. C'est sur cette prémisse que se basent les traitements physiothérapeutiques de l'IUE, puisqu'une forte contraction des muscles du plancher pelvien est nécessaire à la compression de l'urètre et à l'augmentation de la pression intra-urétrale afin de prévenir les fuites d'urines lors d'une augmentation brutale de la pression intra-abdominale.

3.2 OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

Les objectifs spécifiques sont les suivants :

1. Développer un nouvel outil de mesure afin de mesurer directement et objectivement la force des muscles du plancher pelvien (un dynamomètre).
2. Évaluer la fidélité des mesures obtenues à partir du dynamomètre du plancher pelvien.

3. Comparer les interventions physiothérapeutiques supervisées à l'absence d'intervention dans le traitement de l'IUE postnatale persistante.
4. Comparer les interventions physiothérapeutiques combinées à des exercices de renforcement des muscles abdominaux profonds aux interventions physiothérapeutiques seuls dans le traitement de l'IUE postnatale persistante.
5. Evaluer l'effet de ces interventions physiothérapeutiques sur les propriétés contractiles des muscles du plancher pelvien afin d'établir si l'amélioration de l'incontinence est associée à une amélioration concomitante de la force du plancher pelvien.

3.3 PROBLÉMATIQUES SPÉCIFIQUES DES TROIS ARTICLES

3.3.1 Problématique du premier article

Afin de répondre au premier objectif, le premier article présente le développement d'un nouvel outil de mesure du plancher pelvien. Comme en fait état la section 2.3.2, aucune des mesures existantes (bilan digital, mesure dynamométrique, périnéomètre à pression ou périnéomètre électromyographique) n'est considérée comme une mesure étalon. Certaines mesures montrent des faiblesses importantes tant au niveau de leur fidélité que de leur validité. D'autres n'ont été présentées que brièvement et n'ont pas été évaluées quant à leurs propriétés psychométriques. Il apparaît donc essentiel de développer une mesure de la force du plancher pelvien ayant les propriétés psychométriques nécessaires pour pouvoir juger des effets d'un traitement de l'IUE postnatale basée sur le

renforcement du plancher pelvien. Ainsi, dans ce premier article, les caractéristiques originales (uniques) et les applications cliniques de ce nouvel outil de mesure sont présentées. Par la suite, l'étalonnage ou calibrage du dynamomètre évalue la linéarité, la fidélité (en anglais, *repeatability*), l'hystérésis ainsi que la capacité du dynamomètre de mesurer la force du plancher pelvien indépendamment du bras de levier. Finalement, les sources potentielles d'erreur ainsi que les limites de l'instrument y sont discutées.

3.3.2 Problématique du second article

Le second article vise le deuxième objectif, soit d'évaluer la fidélité des mesures obtenues à partir du dynamomètre du plancher pelvien chez les femmes primipares ou multipares souffrant d'IUE postnatale persistante. Cette approche se fonde sur une vision réaliste de la fidélité d'une mesure pour une population concernée. Ainsi, il est impératif d'évaluer la fidélité des mesures prises à partir du dynamomètre pour une population donnée avant de l'utiliser, dans l'étude principale, comme outil de mesure auprès de la même population. La fidélité inter-répétition et la fidélité inter-séance (*test-retest*) des mesures de force maximale et de vitesse maximale de contraction (ou TMDF pour taux maximal de développement de la force) seront évaluées à différentes ouvertures du dynamomètre. La fidélité inter-séance (*test-retest*) de la mesure d'endurance sera évaluée quant à elle à une seule ouverture dynamométrique.

3.3.3 Problématique du troisième article

Le troisième article couvre les objectifs 3, 4 et 5. Ainsi, il compare les traitements physiothérapeutiques supervisés entre eux et à un groupe témoin dans le traitement de l'IUE postnatale persistante dans le cadre d'un ECR. Les limites des deux seuls ECR portant sur l'IU postnatale persistante, l'effet potentiel des traitements proposés dans notre étude pilote de 1995 ainsi que les données préliminaires sur le renforcement des muscles abdominaux profonds, discutés à la section 2.3.3.2, nous incitent à poursuivre la recherche sur l'IUE postnatale persistante. Cette comparaison permettra d'identifier le traitement le plus efficace pour réduire l'IUE postnatale persistante. Finalement, le présent article évalue l'impact de ces programmes de traitements physiothérapeutiques supervisés sur les propriétés contractiles des muscles du plancher pelvien afin d'établir si l'amélioration de l'incontinence est associée à une amélioration concomitante de la force du plancher pelvien. Ici, le nouveau dynamomètre est utilisé comme outil de mesure.

CHAPITRE IV - MÉTHODOLOGIE

En plus d'une série de tests de calibration faits en laboratoire, deux collectes de données distinctes ont été réalisées. Le premier article présente les résultats des tests de calibration. Le deuxième article présente les résultats de la première collecte de données et le troisième article, ceux de la deuxième collecte de données. La méthodologie utilisée étant décrite de façon exhaustive dans chacun des trois articles, l'objectif du présent chapitre est essentiellement de donner un aperçu général de la population cible, de l'échantillon, des protocoles de traitement et des instruments de mesure et de présenter les principales analyses statistiques effectuées dans le cadre de l'étude principale, laquelle est décrite dans le troisième article. La procédure utilisée et l'analyse des données y sont exposées de façon plus détaillée.

4.1 POPULATION CIBLE

La population à l'étude est formée de femmes primipares ou multipares souffrant d'IUE. Elles ont été recrutées à la Clinique d'obstétrique-gynécologie de l'Hôpital Sainte-Justine à l'aide d'un questionnaire maison sur l'IUE. Les critères d'inclusion étaient les suivants :

1. être âgée de moins de 45 ans;
2. être pré-ménopausée;

3. avoir des fuites urinaires au moins une fois par semaine, trois mois et plus après le dernier accouchement;
4. perdre 5 grammes d'urine et plus lors du *Pad test* de 20 minutes;
5. vouloir participer à l'étude.

Les critères d'exclusion étaient les suivants :

- 1) présenter une incontinence urinaire avant la première grossesse;
- 2) avoir subi une ou plusieurs chirurgies pour l'incontinence urinaire;
- 3) présenter une maladie neurologique, psychiatrique ou toute autre condition médicale importante pouvant interférer avec l'évaluation ou le traitement;
- 4) être enceinte;
- 5) être incapable de comprendre des instructions en français ou en anglais;
- 6) présenter une contraction involontaire du detrusor à la cystométrie;
- 7) avoir un résidu vésical de 50 ml et plus;
- 8) présenter une infection urinaire active;
- 9) présenter un prolapsus urogénital cliniquement significatif (PopQ > stade 2) [Bump, 1996].

Toutes les femmes ont fourni leur consentement écrit avant de participer à l'étude et le protocole a été approuvé par les comités d'éthique de l'Hôpital Sainte-Justine.

Voir l'annexe A.

4.2 ÉCHANTILLON

Une technique d'échantillonnage probabiliste stratifié a été utilisée dans cette étude. Pour ce faire, la population cible a été divisée en quatre strates en fonction du résultat du *Pad test* et du nombre d'accouchements. Les quatre strates étaient : 1) perte urinaire modérée au *Pad test* (5 à 10 g); 2) perte urinaire allant de sévère à majeure au *Pad test* (plus de 10 g); 3) primiparité; 4) multiparité. Par la suite, trois sous-échantillons représentant les deux groupes expérimentaux et le groupe témoin ont été formés au hasard à partir d'une liste provenant d'une table de nombre aléatoire [Pocock, 2000]. Ici, la stratification se justifie pour des raisons théoriques. En effet, la sévérité de l'incontinence et le nombre d'accouchements sont des facteurs pouvant influencer les résultats des traitements physiothérapeutiques [Wilson, 2002]. La stratification a donc permis d'assurer une représentation adéquate de chaque sous-population dans chacun des groupes à l'étude.

Les évaluateurs et physiothérapeutes participant aux traitements n'avaient pas accès à la procédure d'échantillonnage. De plus, les participantes avaient comme consigne de ne pas divulguer aux évaluateurs à quel groupe elles appartenaient, ni leurs résultats au *Pad test* ou leur parité au physiothérapeute chargé de les traiter. L'investigateur principal (CD) ne prenant part ni à l'évaluation ni au traitement, attribuait les participantes à leur groupe en suivant la liste générée avant le début de l'étude à partir de la table de nombre aléatoire.

4.3 PROTOCOLE DE TRAITEMENT

Au total, 62 patientes ont été réparties dans les trois groupes de l'étude, soit 19 dans le groupe de rééducation du plancher pelvien, 23 dans le groupe de rééducation du plancher pelvien et des abdominaux profonds, dite « rééducation combinée » et 20 dans le groupe témoin.

4.3.1 Protocole de traitement du groupe de rééducation du plancher pelvien

Les femmes du groupe de traitement du plancher pelvien ont participé à des séances de traitement hebdomadaires d'une durée d'une heure sous la supervision d'une physiothérapeute expérimentée pendant huit semaines consécutives. Le protocole de traitement du plancher pelvien proposé dans cette étude reflète la pratique physiothérapique actuelle en Amérique du Nord, y compris l'utilisation de modalités telles que l'électrostimulation et la rétroaction biologique, ou *biofeedback* [Fantl, 1992]. Chaque séance débutait par 15 minutes d'électroneurostimulation du plancher pelvien, suivies de 25 minutes d'exercices actifs du plancher pelvien avec *biofeedback*, comprenant des exercices de renforcement et de rééducation neuromotrice (*motor relearning exercises*). Un programme d'exercices à domicile à pratiquer cinq jours par semaine à l'aide d'instructions standardisées venait compléter le protocole de traitement de cette étude.

Le protocole de traitement a été divisé en deux étapes de quatre semaines pour permettre une progression dans le traitement. L'appareil de stimulation électrique

et de *biofeedback* utilisé pour les traitements appliqués pendant cette étude est l'« *Urostim Unit* », distribué par la société Laborie Medical Technologies*¹.

L'électroneurostimulation du plancher pelvien a été réalisée au moyen d'une sonde intravaginale à usage unique, constituée d'une bougie de plastique munie de deux électrodes. Pour ce traitement, la participante était couchée sur le dos, genoux fléchis. La sonde, enduite d'un lubrifiant conducteur, était introduite dans le vagin.

Les caractéristiques du courant utilisé étaient les suivantes :

- type de courant : biphasique rectangulaire;
- fréquence : 50 Hz;
- durée d'impulsion : 0.25 millisecondes;
- durée travail/repos : 6 s/18 s pour la première étape du traitement et 8 s/24 s pour la deuxième [Dumoulin, 1995];
- intensité du courant : la plus élevée possible selon la tolérance de la participante et suffisante pour provoquer une contraction musculaire sans inconfort. Pour augmenter la force de la contraction induite par l'appareil, une contraction active de la participante était demandée [Laycock, 1992].

Après l'électroneurostimulation, la participante passait à la séance d'exercices du plancher pelvien avec *biofeedback*. La sonde intravaginale munie d'électrodes permettait de recueillir les potentiels électriques du plancher pelvien pendant la contraction afin d'objectiver le travail musculaire.

¹ Laborie Medical Technologies inc. 2101, boulevard Lapinière, Brossard, Québec, Canada, J4W 1L7

Tout au long du traitement, la participante pouvait voir l'écran de l'unité informatisée « *Urostim Unit* ». Pour la première étape (semaines 1 à 4), les exercices étaient faits en position couchée dorsale, genoux fléchis. Pour la seconde étape (semaines 4 à 8), la participante effectuait les exercices en position debout. Le programme d'exercices appliqué dans le cadre de cette étude était conforme aux recommandations de l'ICI en ce qui a trait aux nombres de contractions/jour et aux nombres de sessions/semaine. [Wilson, 2002].

4.3.2 Protocole de traitement du groupe de rééducation combinée

De leur côté, les femmes du groupe expérimental de rééducation combinée ont pris part à des séances de traitement hebdomadaires d'une durée de 1 h 30 sous la supervision d'une physiothérapeute expérimentée pendant huit semaines consécutives. Chaque séance se déroulait selon le même protocole que pour le groupe de rééducation du plancher pelvien mais comportait en plus un entraînement des muscles abdominaux profonds d'une durée de 30 minutes.

Le protocole d'entraînement de la musculature abdominale profonde est basé sur le travail de C. Richardson et collègues [Richardson, 1998]. Divisé en quatre étapes d'une durée de deux semaines chacune, ce protocole permet une progression dans l'entraînement. La première phase a pour objectif de permettre l'identification, la facilitation et le recrutement isolé de la musculature abdominale profonde. La seconde phase vise la rééducation du contrôle musculaire en accroissant l'endurance et en amalgamant le travail à des positions plus fonctionnelles. La troisième phase a pour but de renforcer les muscles

abdominaux plus superficiels tout en maintenant le contrôle des muscles transverses. Finalement, la quatrième phase en est une de rééducation fonctionnelle, basée sur des gestes fonctionnels comme se pencher, tousser et faire des «*jumping jacks*», tout en contrôlant et en coordonnant les muscles abdominaux. Une fois de plus, un programme d'exercices à domicile à pratiquer cinq jours par semaine à l'aide d'instructions standardisées vient compléter la programmation.

Sept physiothérapeutes ont suivi une formation théorique et pratique de 4 h dans laquelle les protocoles de traitement ainsi que les protocoles d'exercices standardisés étaient présentés.

4.3.3 Protocole du groupe témoin

Les femmes du groupe témoin ont participé à huit séances hebdomadaires de massage du cou, du dos et des extrémités, administré par une étudiante en physiothérapie. Les participantes de ce groupe ont reçu la consigne de ne pas faire d'exercices de renforcement du plancher pelvien pour la durée de leur participation au groupe témoin. Cependant, après leur participation au groupe témoin, elles ont été réparties de façon aléatoire dans l'un ou l'autre des groupes expérimentaux.

4.4 INSTRUMENTS DE MESURE

Les instruments de mesures utilisés dans l'étude principale ont servi à établir les mesures suivantes :

- mesure objective des fuites urinaires – *Pad test* de 20 minutes modifié avec standardisation du volume vésical [Hahn, 1991];
- mesure de la fonction musculaire du plancher pelvien avec le nouveau dynamomètre du plancher pelvien [Dumoulin, 2003];
- mesure subjective des fuites urinaires avec le *Urogenital Distress Inventory* [Shumaker, 1994; Beaulieu 1999];
- mesure du retentissement des symptômes sur la qualité de vie avec le *Incontinence Impact Questionnaire* [Shumaker, 1994; Beaulieu 1999];
- mesure subjective de la gravité de la problématique urinaire avec l'échelle visuelle analogue [Stach-Lempinen, 2001].

4.4.1 *Pad test* de 20 minutes modifié avec standardisation du volume vésical

Ce court test permet de quantifier de façon objective les pertes d'urine sur une période de 20 minutes. Une serviette hygiénique, préalablement pesée, est portée par la participante tout au long du test pour recueillir l'urine perdue. Le test débute par le remplissage vésical (250 ml). Ensuite, la patiente pratique quelques

exercices simples, soit marcher pendant dix minutes, monter et descendre des marches d'escalier.

Par la suite, elle accomplit les activités suivantes :

- se lever d'une chaise à 10 reprises;
- en position debout, tousser vigoureusement à 10 reprises;
- courir sur place pendant une minute;
- se pencher pour ramasser un objet sur le sol à cinq reprises;
- se laver les mains sous l'eau d'un robinet ouvert à fond, pendant une minute;
- sauter sur place pendant une minute.

À la fin du test, la serviette hygiénique est pesée de nouveau. Un gain d'un gramme ou moins n'est pas pris en compte puisqu'il peut être causé par la sudation ou les pertes vaginales. Un gain entre 2 et 10 g indique une incontinence modérée, entre 10 à 50 g, une incontinence sévère; plus de 50 g, une incontinence majeure.

Le *Pad test* de 20 minutes offre une bonne reproductibilité et une bonne validité lorsqu'il est effectué avec un volume vésical standardisé [Hahn, 1991]. Par contre, il est critiqué pour sa sous-estimation de la sévérité de l'incontinence urinaire [Artibani, 2002]. Hahn et Fall ont d'ailleurs montré qu'il existe une différence entre la perception des symptômes par le patient et le résultat du *Pad test* chez 12 % des patients [Hahn, 1991]. Afin de mieux démontrer les fuites d'urine chez une population jeune et active, les sauts sur place du *Pad test* d'origine de 20 minutes ont été remplacés par 10 «*jumping jacks*».

4.4.2 Mesures dynamométriques du plancher pelvien

Le dynamomètre développé au début du présent programme de recherche a été utilisé pour mesurer la fonction musculaire du plancher pelvien. Il est constitué d'une unité centrale informatisée et d'une unité périphérique, le spéculum dynamométrique. Celui-ci est constitué de deux branches : une branche d'appui (branche supérieure) et une branche munie de deux paires de jauges de contrainte montées en différentiel (branche inférieure). Les deux branches peuvent se rapprocher ou s'éloigner au moyen d'une vis sans fin. La distance entre les deux branches est étalonnée de façon à mesurer l'ouverture de la cavité vaginale antéropostérieure ainsi que les forces actives et passives à différentes ouvertures vaginales. Le spéculum dynamométrique introduit dans le vagin peut mesurer la force du plancher pelvien dans une piste déterminée (ouverture du vagin/longueur du muscle). De plus, le montage en différentiel des jauges permet d'obtenir une mesure de force indépendante du bras de levier et donc de la position des branches dans la cavité vaginale par rapport au plancher pelvien. Ceci assure l'exactitude et la fidélité des mesures répétées. Les propriétés psychométriques du nouvel instrument ont été étudiées dans les deux premières études du programme de recherche. D'abord, les tests de calibration effectués pendant la première étude ont montré que le dynamomètre mesure les forces appliquées sur ces branches avec exactitude [Dumoulin, 2003]. Ensuite, la deuxième étude a permis d'évaluer la fidélité inter-répétition et inter-séance de cet instrument et qui a été jugée satisfaisante [Dumoulin, sous presse]. Finalement, la validité de trait (*face validity*) du dynamomètre a également été évaluée. Pour ce faire, les forces musculaires obtenues par le dynamomètre ont été corrélées

avec les forces musculaires obtenues à partir du bilan digital. La corrélation modérée entre les deux instruments qui a été observée (Rho de Spearman = 0.432 ; $p < 0.01$) donne une indication de la symétrie de la validité de construit des deux instruments [Morin, sous presse].

Étant donné le fort pourcentage de femmes ayant de la difficulté à contracter leur plancher pelvien [Benvenuti, 1987], l'enseignement de la contraction musculaire du plancher pelvien était fait par l'évaluatrice au moyen d'un toucher vaginal. Lorsque la capacité de la participante à contracter son plancher pelvien était confirmée, l'évaluation dynamométrique pouvait débuter.

Dans un premier temps, la calibration du dynamomètre était vérifiée avec un poids étalon. Ensuite l'évaluatrice (MM) préparerait l'instrument pour la mesure en recouvrant chaque branche d'un condom et en lubrifiant chacune avec un gel hypoallergène.

La participante adoptait ensuite la position décubitus dorsal, hanches et genoux fléchis, pieds à plat sur une table gynécologique conventionnelle. Pour assurer le positionnement adéquat du dynamomètre, l'évaluateur devait introduire les deux branches rapprochées du dynamomètre dans le vagin selon un axe antéropostérieur jusqu'à ce qu'un marquage sur la branche supérieure du dynamomètre soit au niveau de l'entrée du vagin. De cette façon, les branches du dynamomètre étaient insérées dans le vagin à une profondeur de 5 cm, permettant ainsi l'évaluation du plancher pelvien, situé approximativement à 3.5 cm de l'ouverture vaginale [Bo, 1992]. Pour s'habituer à l'instrument et assurer son

confort pendant la prise de mesure à 19 mm d'ouverture vaginale, la participante devait commencer par faire deux à trois contractions maximales du plancher pelvien (essai de pratique).

Pour l'évaluation de la fonction musculaire du plancher pelvien, une série de trois mesures différentes étaient prises.

a) Mesure de force maximale à une ouverture de 19 mm

Dans un premier temps, on demandait à la participante, de relâcher son plancher pelvien pour permettre aux tissus périnéaux de s'adapter à l'ouverture dynamométrique. On demandait ensuite à la participante de produire une contraction maximale du plancher pelvien comme pour l'évaluation vaginale (avec la consigne de retenir les urines et les gaz) [Chiarelli, 1981]. Celle-ci avait 10 secondes pour atteindre son niveau d'effort maximal et pouvait cesser la contraction d'elle-même au moment où elle jugeait avoir atteint ce niveau. L'évaluatrice prodiguait des encouragements verbaux standardisés tout au long de l'effort. La participante se voyait demander trois contractions maximales espacées d'un intervalle de repos de deux minutes. La force maximale (la valeur de force maximale moins la valeur de la ligne de base) a été extraite des courbes de force pour chacun des trois essais et la moyenne a été utilisée dans les analyses statistiques. L'évaluatrice séparait ensuite les branches du dynamomètre pour obtenir une ouverture vaginale antéropostérieure de 24 mm.

b) Mesure de force maximale à une ouverture de 24 mm

Après une pause de 2 minutes pour permettre aux tissus périnéaux de s'adapter à cette nouvelle ouverture dynamométrique, l'évaluatrice prenait trois mesures de forces maximales en respectant le même protocole qu'à l'ouverture minimale (19 mm). Après la prise de mesure, les branches du dynamomètre étaient à nouveau rapprochées pour permettre la dernière mesure à une ouverture vaginale antéropostérieure de 19 mm.

c) Taux maximal de développement de la force (TMDF)

Finalement, après un repos de deux minutes, pour permettre une fois de plus aux tissus périnéaux de s'adapter à cette nouvelle ouverture dynamométrique, on demandait à la participante de contracter rapidement le plancher pelvien et de maintenir la contraction pour une durée de 90 secondes. La pente de la contraction, ou taux maximal de développement de la force, était extraite de la courbe aux fins d'analyses statistiques ultérieures.

Toutes les mesures prises étaient enregistrées sur ordinateur à l'aide d'une carte d'acquisition (National Instruments) et d'un programme informatisé d'acquisition de données (Lab View, National Instruments).

4.4.3 Questionnaires

Deux questionnaires ont permis l'évaluation des symptômes de l'incontinence urinaire ainsi que leur retentissement sur la qualité de vie des participantes. L'évaluation des symptômes était faite par l'utilisation de la version canadienne française de l'*Urogenital Distress Inventory (UDI)*, un questionnaire en 19 points portant sur les symptômes vésico-sphinctériens [Beaulieu, 1999]. L'évaluation du retentissement psychologique des symptômes d'incontinence urinaire était faite au moyen de la version canadienne française de l'*Incontinence Impact Questionnaire (IIQ)*, comprenant 26 questions portant sur les activités de la vie quotidienne, les interactions sociales, l'activité sexuelle et la perception de soi [Beaulieu, 1999]. Ces deux questionnaires, présentant de bonnes qualités psychométriques (fidélité, validité, sensibilité), ont été utilisés dans plusieurs essais cliniques randomisés et sont maintenant recommandés par l'*International Consultation on Incontinence* [Donavan, 2002]. Finalement, l'importance du problème urinaire, telle que perçue par le sujet, a été évaluée par une échelle analogue visuelle (VAS) présentant également de bonnes qualités psychométriques [Stach-Lempinen, 2001].

Le *Pad test*, les questionnaires ainsi que les tests de fonction musculaire du plancher pelvien ont été administrés par les deux évaluateurs (infirmière et physiothérapeute) lors de l'évaluation initiale et dans la semaine suivant la fin des traitements.

4.5 PRINCIPALES ANALYSES STATISTIQUES UTILISÉES

Dans un premier temps, il a fallu vérifier l'équivalence des trois groupes quant à l'âge, au nombre de grossesses et à l'indice de masse corporelle et en ce qui concerne les résultats au *Pad test*, au *IIQ*, à l'*UDI*, à l'évaluation de la fonction musculaire et à l'évaluation *VAS*. Puis, une comparaison entre le groupe témoin et chacun des deux groupes expérimentaux a été faite à l'aide du *Mann-Whitney test*. Dans un deuxième temps, les valeurs différentielles (la valeur pré-traitement moins la valeur post-traitement) ont été utilisées pour calculer les changements dans chacun des trois groupes à l'aide du *Wilcoxon Signed Ranks test*. Finalement, les valeurs différentielles ont été comparées entre les groupes pour chacune des mesures afin de déterminer la présence d'un changement différent entre les trois groupes à la suite du traitement. Pour ce faire, le *Kruskal-Wallis test* a été utilisé, suivi du *Mann-Whitney test*. Cette analyse en trois étapes a été répétée pour comparer les deux groupes expérimentaux après l'ajout des participantes du groupe témoin [Neter, 1974].

CHAPITRE V - ARTICLE 1 : DEVELOPPEMENT D'UN DYNAMOMETRE MESURANT LA FORCE ISOMETRIQUE DU PLANCHER PELVIEN

Development of a dynamometer for measuring the isometric force of the pelvic floor musculature

Chantal Dumoulin, PT, PhD (candidate)^{1,2}, Daniel Bourbonnais, OT, PhD^{1,2},
Marie-Claude Lemieux, MD, FRCS(c)^{3,4}

1. École de réadaptation, Université de Montréal, Montréal, QC, Canada
2. Centre de recherche interdisciplinaire en réadaptation, site Institut de réadaptation de Montréal, Montréal, QC, Canada
3. Département d'obstétrique-gynécologie, Hôpital Maisonneuve-Rosemont, Montréal, QC, Canada
4. Faculté de médecine, Université de Montréal, Montréal, QC, Canada

Publié dans *Neurourology & Urodynamics* 22 (7)2003:648-653.

5.1 ABSTRACT

Aims. The aim of this study was to design and develop a dynamometer providing a direct measurement of pelvic floor muscle strength. **Material and Methods.** Two pairs of strain gauges were mounted on the moveable branch of a dynamometric speculum allowing measurements at different vaginal apertures. Linearity, repeatability, independence of the site of application of the resultant force to the lower branch of the speculum and hysteresis were tested by means of *in vitro* calibration studies. **Results.** The linearity proved excellent over a range of 0 to 15 N with regression coefficients close to unity between imposed loads and voltage outputs. The slopes and intercepts of the regression lines were not significantly different between repeated sessions, indicating the high reliability of these *in vitro* measurements. The slopes and intercepts of the calibrations using the same repertoire of loads imposed at three locations on the moving branch of the dynamometer were not significantly different, confirming that the force measurement is independent of the site of the force application. Hysteresis was considered to be minimal. **Conclusion.** This study demonstrates that the dynamometer provides reliable measurements. The new device thus appears to have conceptual and measuring advantages over conventional methods and seems to be a very promising instrument for measuring pelvic floor strength.

5.2 INTRODUCTION

Since the purpose of physical therapy treatment of stress urinary incontinence (SUI) is to strengthen pelvic floor muscles (PFM), reliable direct measurement of the strength of the musculature is essential for assessing the effects of such treatment. Until now, physiotherapists have relied on either digital assessment or indirect sources of measurement such as surface electromyography (EMG) and pressure perineometry for this purpose [Shull, 1999].

Digital assessment is widely used because of its simplicity and low cost but has the disadvantage of being based on the subjective estimation of strength by an evaluator [Shull, 1999]. Even if digital examination is mandatory to teach pelvic floor muscle contraction correctly, it does not demonstrate the inter-rater reliability qualities of a clinical research instrument [Bo, 2001].

Although less subjective than digital assessment, surface EMG measurements remain an indirect indicator of muscle strength. The principal weakness of this approach is that recordings from an intra-vaginal surface EMG do not ensure absence of cross-talk coming from the electrical activity of other skeletal musculature [Peschers, 2001].

Pressure measurements also provide an indirect indicator of muscle strength. Any increase in abdominal pressure, such as during coughing or a Valsalva manoeuvre, or even with active contraction of the hip adductors or abdominal muscles may influence the pressure reading [Shull, 1999; Peschers, 2001]. Thus,

pressure will increase without any indication of the origin of the applied force on the probe, which affects the validity of the measurement.

Recognizing the importance of direct measurements of the pelvic floor strength for evaluation of the effects of SUI treatment aimed at strengthening the PFM, we have recently designed and developed a dynamometer for this purpose which offers unique features compared to existing apparatus [Caufriez, 1993; Rowe, 1995; Sampsel, 1998]. The objective of this paper is to describe the new dynamometer design. The originality of this dynamometer, its characteristics and clinical application will be presented.

5.3 MATERIALS AND METHODS

5.3.1 General description of the dynamometer

The new PFM dynamometer comprises a dynamometric speculum and a computerized central unit.

5.3.2 Dynamometric speculum

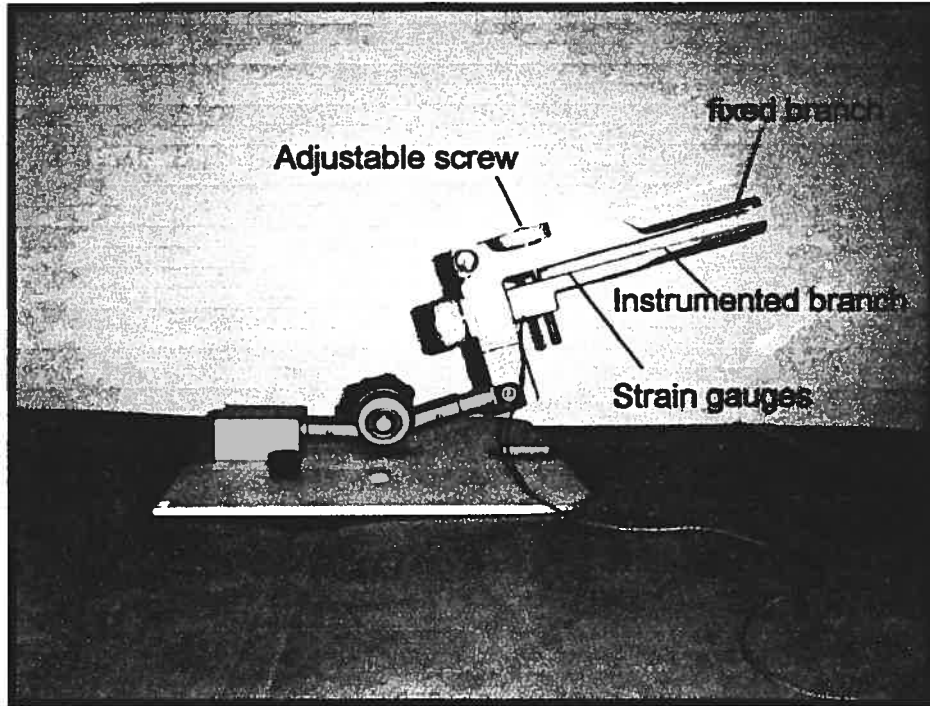
The speculum (Figure 5.1) comprises two aluminum branches. When the upper branch of the speculum is fixed, the other branch can be slowly opened by an adjustable screw allowing the pelvic floor forces to be measured at different introital vaginal antero-posterior diameters. The distance between the two branches can be adjusted from minimum (5mm) to 40mm. Once the aperture has been determined, a second screw fixes the moveable branch of the speculum during measurement.

The resultant forces exerted by the PFM on the speculum is measured on the cantilever principle using two pairs of strain gauges (EA-13-125PC-350) glued on each side of the moveable lower branch of the speculum. PFM contraction induces a strain which is measured by the gauges, causing the electrical resistance to change; the latter, in turn, is measured as a voltage variation. The strain gauges are mounted in a Wheatstone bridge, using a differential arrangement [Avril, 1984; Bourbonnais, 1993] such that only the voltage difference between the two opposite pairs of strain gauges is measured. Under these conditions, the voltage difference remains constant wherever the same force is applied on the branch of the speculum. This ensures that the force is measured independently of its exact site of application to the lower branch of the speculum in the vagina (Figure 5.2).

5.3.3 Central Unit

The central unit consists of a laptop computer (Toshiba Satellite Celeron 400 MHz) and a PCMCIA acquisition card (DAQCard-700 by National Instruments Corporation). Voltage values from the strain gauge amplifiers (Analog Devices model 2B31) are digitized at a frequency of 50 Hz. The voltage values are then converted into units of force using the factor obtained during the calibration procedure. A computer program (Numeri) was developed to present the PFM force measurements in written data and graph form (Fig. 5.3).

Figure 5.1 : Dynamometric speculum



5.3.4 Originality of the Dynamometer

The originality of this dynamometer is revealed in the following features:

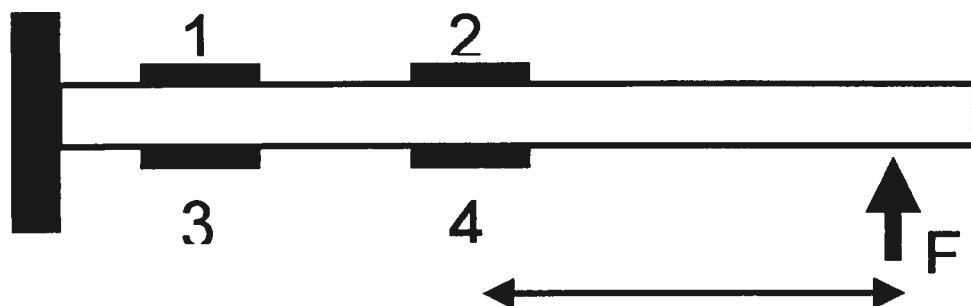
1. The dynamometer is designed to take direct measurements of the PFM strength at different openings of the speculum, thereby allowing measurement at different muscle lengths. In studies of human muscular strength, it is well known that the maximum force varies with muscle length [Lieber, 1992]. In general, the highest contraction force occurs at the greatest possible muscle length, while, conversely, the contraction force is weakest at short muscle length [Di Nubile, 1991]. To be able to differentiate weak from strong muscle or identify the effect of treatment on muscle strength, measurements in static evaluation are generally taken at a

muscle length where maximal force can be expected [Gravel, 1990], The new dynamometer design offers this possibility.

2. The new dynamometer is designed to take direct measurements of the pelvic floor passive strength (baseline or passive resistance given by the PFM) at a given opening of the speculum. Introital vaginal aperture is often increased after vaginal delivery [Small, 1990] and is associated with a reduction in PFM strength [Schussler *et al.* in Schussler, 1994]. The evaluation of PFM passive strength at a given introital vaginal antero-posterior diameter (Fig. 5.4) is a parameter that could add to the understanding of USI secondary to PFM weakness.

Figure 5.2 : Strain gauge

a) Spatial arrangement of the strain gauges depicted from the side of the lower branch of the dynamometer. Two pairs of gauges (1 and 3) (2 and 4) are mounted in a differential arrangement to monitor the force (F) exerted in vertical axis. This arrangement ensures that the force (F) is measured independently of the exact site of the application of the force ie: independently of the value of x.



b) The two pairs of strain gauges are connected to a full Wheatstone bridges as illustrated.

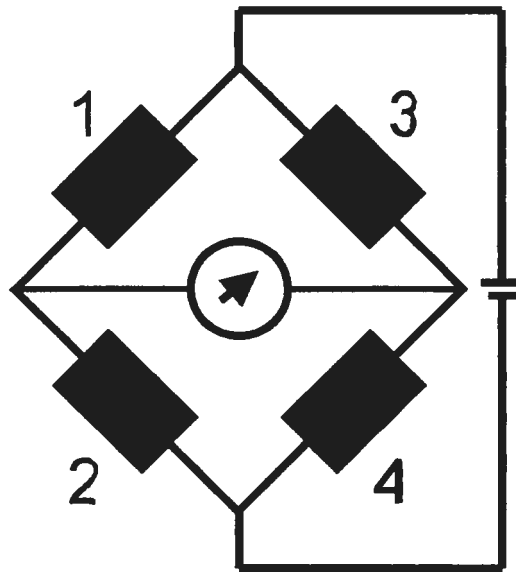
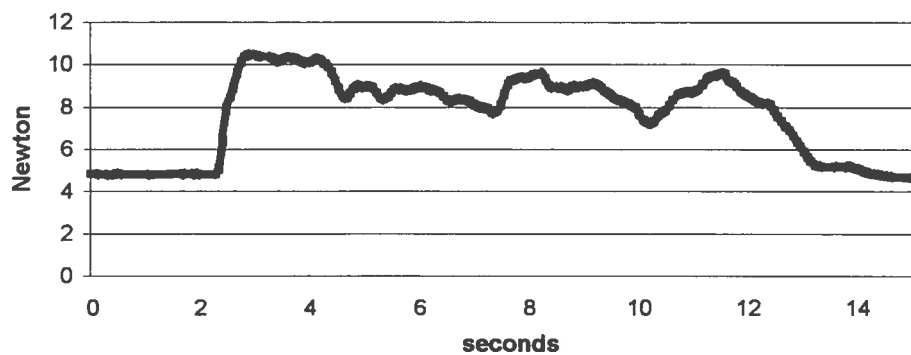


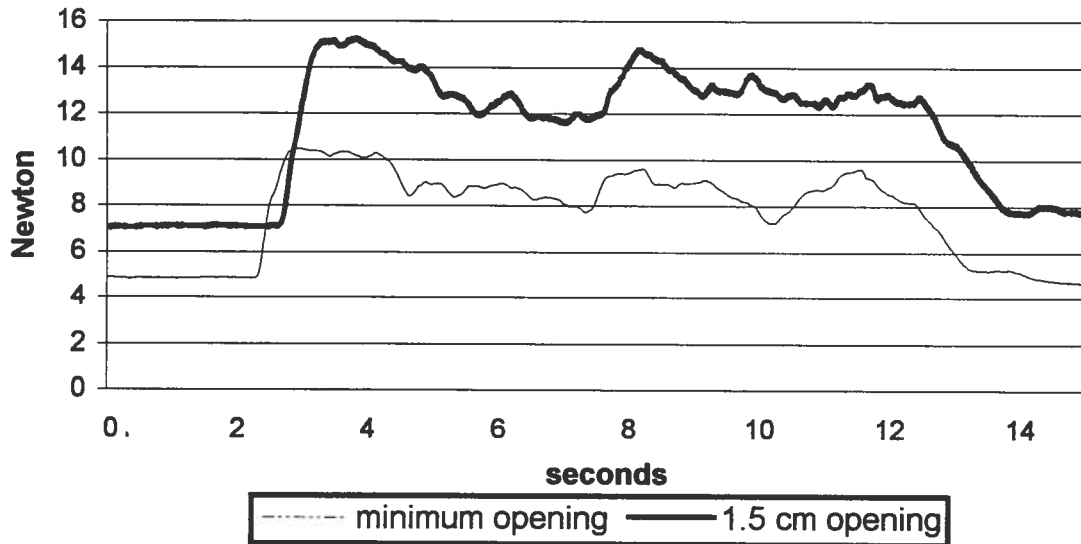
Figure 5.3 : Recording of pelvic floor passive strength (baseline) and maximal strength.



5.3.5 Clinical Application

For the evaluation of the PFM function, the patient adopts a supine position, hips and knees flexed and supported, feet flat, on a conventional gynecologist's table. The evaluator prepares the instrument to be used for the measurement by covering each branch with a latex condom and lubricating it with a hypo-allergen gel. Then the two branches of the measuring device are brought to minimum and inserted into the vaginal cavity in an antero-posterior axis to a depth of 5cm. According to Bo et al., the muscular mass of the pelvic floor is located some 3.5cm from the opening of the vaginal cavity [Bo, 1992]. The 5cm depth therefore allows the perivaginal portion of the pelvic floor to squeeze the lower branch of the dynamometer while the upper branch presses underneath the pubic bone to provide stability. In this position (with the branches of the dynamometer closed), the evaluator can measure the passive and active force of the PFM (baseline and maximal muscular strength respectively). The next step is to separate the two branches using a screw so that measurements can be taken at different dynamometer openings. For example, PFM strength can be taken first with both dynamometer branches at minimum opening (5mm), then with a 1.5cm opening between the two branches of the speculum (Figure 5.4). All trials are recorded on a portable computer (central unit). At the end of the measurement session, the condoms are discarded and the dynamometric speculum is disinfected.

Figure 5.4 : Recording of a pelvic floor passive strength (baseline) and maximal strength at 2 different dynamometer openings (minimum opening, and at 1.5 cm opening) in a single subject.



5.3.6 Calibration

The dynamometer was assessed for linearity, repeatability, ability to measure the resultant force independently of its point of application on the branch of the speculum, and hysteresis.

1. The linearity of the dynamometer was tested by applying increasingly greater loads (0 to 15 N), using ten calibrated loads, on the instrumented branch of the speculum and measuring the voltage output given by the dynamometer. The range of loads was chosen to cover the range of force of the PFM as measured in a pilot study of continent and incontinent women [Morin, 2000]. Linear regression analysis was used to compute the factors (slope and intercept) converting the force value to a voltage output.

2. To evaluate repeatability, the loading protocol was repeated twice with the same loading technique. The calibration results were then fitted to two linear-regression equations. To evaluate whether these two equations were significantly different, we used a simple statistical method to compare simple linear regression equations. The slopes and elevations of the two linear-regression functions were compared using a method that involved the use of a Student's t , in a fashion analogous to that of testing for differences between two population means [Zar, 1984].

3. To verify that the differential arrangement of the gauges ensures that the force is measured independently of its exact site of application to the lower branch of the speculum, successive loading of the transducers using the same loading technique was done at distances of 2.5, 3.5 and 4.5 cm from the tip of the lower branch of the speculum. Again, the calibration results were fitted with linear regression equations and the slopes and elevations of the linear regression function at 2.5 cm and 4.5 cm were compared to the 3.5 cm linear regression function [Zar, 1984].

4. The hysteresis was computed by dividing the maximum difference in voltage output between the two loading conditions by the maximum scale output recorded with the highest load. The result is reported as a percentage.

The methods, definitions and units of this study conform to the standards recommended by the International Continence Society, except where specified [Abrams, 1988].

5.4 RESULTS

5.4.1 Linearity

The voltage output for a loading trial at 3.5 cm was characterized by a simple linear regression function, $y = ax + b$, where $a = 19.807 \text{ N/v}$ and $b = 0.037 \text{ N}$. The values of the coefficient of determination (R^2) was 0.999. Therefore, the voltage output of the strain gauges during the imposed force was observed to be highly linear over a range of 0 to 15 N.

5.4.2 Repeatability

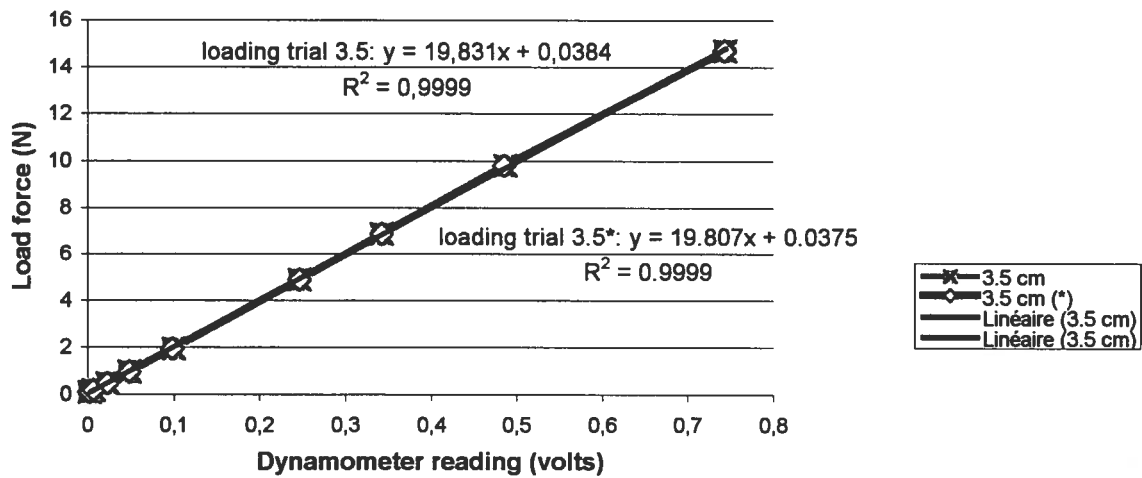
The voltage output for the two successive loading trials at 3.5 cm was characterized by an x/y plot of the two sets of measurements and by two simple linear regression functions, as presented in Figure 5.5. The slope and elevation of both regressions were not significantly different [$t = -0.12$; $P > 0.50$ and $t = -0.1$; $P > 0.50$] respectively.

5.4.3 Independence of the site of application of the resultant force to the lower branch of the speculum:

The x/y plot, the regression equation and the coefficients of determination for calibrations at three different locations on the moving branch of the dynamometer (2.5 cm, 3.5 cm and 4.5 cm) were computed and are presented in Figure 5.6. Furthermore, the slopes and elevation of two linear regression functions (2.5 cm and 4.5 cm) were compared to the slope of the 3.5-cm linear regression. The slope and elevation at 2.5 cm were not different from those measured at 3.5 cm [$t = 0.21$ $P > 0.50$; $t = -0.27$ $P > 0.50$] respectively. Similarly, the slope and elevation at 4.5

cm were not different from those at 3.5 cm [$t = -0.004$ $P > 0.50$; $t = 0.036$ $P > 0.50$] respectively.

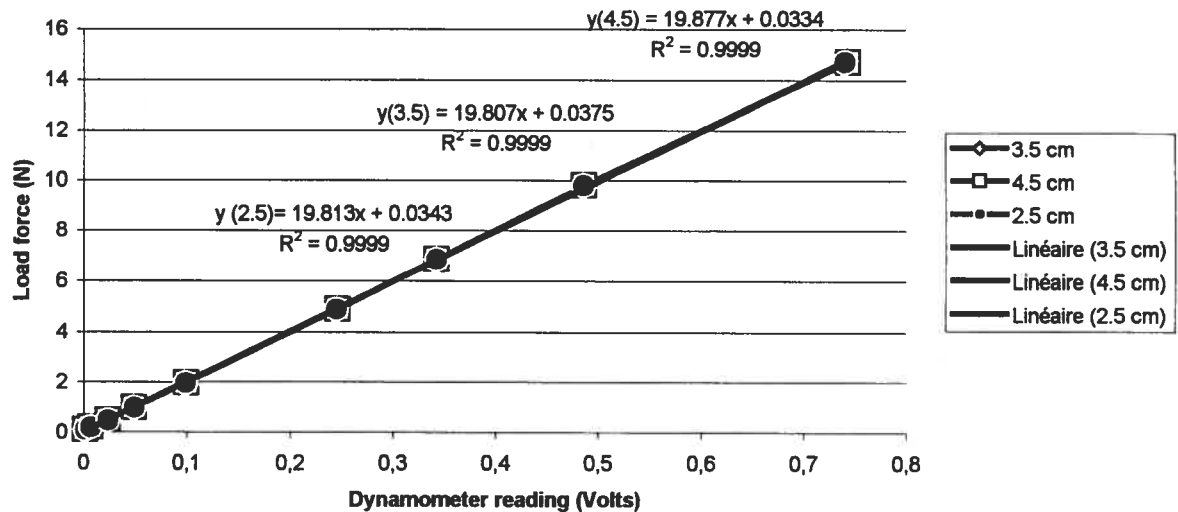
Figure 5.5 : Repeatability. Voltage output of the strain gauges during imposed force for two successive loading trials at 3.5 cm. Results of each loading trial when fitted with a first-order linear regression.



5.4.4 Hysteresis:

The device exhibited minimal hysteresis of 0.00006%. Furthermore, the output of the strain gauges was found to drift by less than 0.003 N in one hour of continuous service.

Figure 5.6 : Independence of site of the application. Slopes and regressions obtained for calibrations at 3 different locations on the moving branch of the dynamometer (3.5 cm , 4.5 cm and 2.5 cm). The results of each loading trial were then fitted with a first order linear regression.



5.5 DISCUSSION :

The calibration results suggest that the voltage outputs of the apparatus are linearly related to applied forces. Repeated calibration with dead weights has shown that the force measurements are also repeatable. Furthermore, calibration performed by applying forces at different locations on the moving branch of the dynamometer confirms that the measurement is independent of the site of application of the resultant force.

5.5.1 Sources of error:

The strain exerted on a single pair of strain gauges mounted on a cantilever structure will vary according to the distance between the site of application of the force and the location of the gauges. In this case, the site of application of force needs to be known in order to calibrate the arrangement. Since the intra vaginal location of the PFM varies across subjects and is difficult to determine, it could constitute an important source of error in the PFM force measurement. However, this source of error was eliminated by using two pairs of strain gauges in a differential arrangement, which makes the measurements independent of the point where force is applied on the lower branch of the dynamometer.

Another source of error is the orientation of the force of the PFM relative to the longitudinal axis of the dynamometer branch. If the resultant force is not oriented perpendicular to the branch of the dynamometer, only a component of the force will be measured. This component will vary as a co-sinusoidal function of the angle from the perpendicular line. We identified two error components which could change the perpendicular orientation of force with respect to the dynamometer branch. First, the error component related to the natural orientation of the PFM pulling action with respect to the natural angle of the vagina. Based on anatomical evidence [DeLancey, 1988], we assume that the orientation of the PFM pulling action is perpendicular to the natural angle of the vagina (angle between the horizontal and longitudinal axes of the vagina). Second, the error component related to the orientation of the dynamometer in the vagina. During dynamometric evaluation, the branches of the speculum are carefully inserted into the vagina to ensure that they will follow the natural longitudinal axis of the vagina. However, if

the orientation of the branches did not respect the longitudinal axis of the vagina, it would change the perpendicular orientation of the force of the PFM with respect to the branch of the dynamometer. In order to evaluate this error component, we tested the PFM maximal strength in one subject using different angulations of the dynamometer. Maximum PFM strengths were similar between the different angulations tested within 5° of the natural vaginal angle. However, when dynamometer angulations differed by 10° from the natural vaginal orientation, the subjects reported discomfort and the PFM strength measurements were much lower. This suggests that pain will influence strength measurements. Considering that measurements must be taken without patient discomfort, we assume that maximum angulation errors in relation to the natural vaginal orientation are small, probably 10° at most. We identified that a shift of 10° will introduce a maximal error of 1.5 % ($\cos 10^\circ$) on the force measurement.

5.5.2 Potential use of the dynamometer

Dynamometers are valuable tools for the assessment of muscle function [Bohannon, 1990]. The new dynamometer has several advantages over other devices for measuring PFM strength. First, as opposed to manual testing, it provides an objective measurement of the pelvic floor muscle strength. Second, this dynamometer provides a direct indication of PFM strength as opposed to EMG and pressure measurements. The new dynamometer may prove to be a useful tool for evaluating PFM directly and more accurately than ever achieved before.

Finally, there is also some evidence to suggest that the dynamometer could be used in a rehabilitation setting to enhance PFM strength by providing feedback during PFM training.

5.5.3 Limits of the device:

Although the supine position does not represent the position in which SUI generally happens, dynamometric measurements in this position offer better stabilization than a more representative position of SUI signs and symptoms, namely standing. In terms of clinical use, the dynamometer does not lend itself to measuring muscle forces in women presenting an unperforated hymen, significant organ prolapse, excessive vaginal scarring or PFM hypertonicity, which would affect insertion of the dynamometer branches into the vagina.

5.6 CONCLUSION

This study demonstrates that the dynamometer accurately measures forces applied to its instrumented branch. The new device thus appears to have considerable conceptual and measurement advantages over conventional methods and seems to be a very promising instrument for measuring PFM strength.

CHAPITRE VI - ARTICLE 2 : FIDELITE DES MESURES DYNAMOMETRIQUES DES MUSCLES DU PLANCHER PELVIEN

Reliability of dynamometric measurements of the pelvic floor musculature

Chantal Dumoulin, PT, PhD (candidate)^{1,2}, Denis Gravel, PT, PhD^{1,2}, Daniel Bourbonnais, OT, PhD^{1,2}, Marie-Claude Lemieux, MD, FRCS(c)^{3,4}, Mélanie Morin, PT, MSc^{1,2}

1. École de réadaptation, Université de Montréal, Montréal, QC, Canada
2. Centre de recherche interdisciplinaire en réadaptation, site Institut de réadaptation de Montréal, Montréal, QC, Canada
3. Département d'obstétrique-gynécologie, Hôpital Maisonneuve-Rosemont, Montréal, QC, Canada
4. Faculté de médecine, Université de Montréal, Montréal, QC, Canada

Sous presse dans *Neurourology & Urodynamics*.

6.1 ABSTRACT

Aims: The objective of this study was to evaluate the reliability of strength and endurance dynamometric measurements of the pelvic floor musculature (PFM).

Materials and Methods: Twenty-nine female participants, primipara and multipara, aged between 27 and 42 and presenting different severity levels of stress urinary incontinence (SUI), participated in the study. They were evaluated using a new pelvic floor dynamometer, an instrumented speculum based on strain-gauged technology. Strength and endurance evaluations were repeated in three successive sessions, each followed by a four-week period. Maximal strength values were recorded at three dynamometer openings (5 mm, 1 cm and 1.5 cm between the two dynamometer branches). The maximal rate of force development (MRFD) and percentage of strength lost after 10 s and 60 s were computed from the endurance trial. The generalizability theory was applied to estimate the reliability of the PFM measurements. The reliability was quantified by the index of dependability and the corresponding standard error of measurement (SEM) for one and the mean of three trials performed in one session for the strength measurements and one trial completed in one session for the MRFD and endurance measurements. **Results:** For the maximal strength measurements, the largest coefficient of dependability was obtained at the 1-cm opening, with a value of 0.88. The corresponding SEM reached 1.49 N. The reliability of the MRFD was also very good with a coefficient of 0.86 and an SEM of 0.056 N/s. The reliability was minimally affected by the number of trials. The strength loss measurements at 10 s and 60 s were unreliable, with coefficient values of 0.38 and 0.10 respectively. **Conclusion:** The results of the present study indicate that the reliability of the strength parameters (maximal strength and MRTD measurements) was high enough for future investigations on pelvic floor rehabilitation programs.

6.2 INTRODUCTION

Maintenance of urinary continence is multifactorial but depends mainly on detrusor control and the urethral closing function [DeLancey, 1988]. The integrity of the pelvic floor muscle (PFM) is of paramount importance in urethral closing [DeLancey, 1988]. PFM exercises are thought to facilitate and strengthen the PFM, thereby improving urethral pelvic force and preventing urinary leakage during any abrupt increase in abdominal pressure [DeLancey, 1988]. The involvement of PFM in urinary continence emphasizes the need for scientific information on its contractile properties.

A literature review identified many methods to assess the PFM function. Digital muscle evaluation using various scoring systems [Worth, 1986; Laycock, 1992; Brink, 1994] has been criticized for its lack of reliability and sensitivity in the measurement of PFM strength for scientific purposes [Bo, 2001]. Intra-vaginal pressure as well as perineal electromyography measurements during pelvic floor muscle contraction have shown limitations because they do not selectively record the pelvic floor muscle strength [Hahn, 1996; Peschers, 2001].

Recognizing the importance of direct measurements of the pelvic floor strength for evaluating the effects of SUI treatment aimed at strengthening the PFM, we recently developed a pelvic floor muscle dynamometer. In an earlier study, this dynamometer demonstrated excellent transducer properties during *in vitro* calibration and was deemed acceptable by continent and incontinent women [Dumoulin, 2001; Dumoulin, 2003].

Whatever type of methods used to obtain the measurements, the reliability of the information collected is a key component of the assessment process. Portney and Watkins [Portney, 1993] have stated that reliability is fundamental to all aspects of clinical research because, without it, it is impossible to have confidence in the data collected or draw rational conclusions from it. Reliability refers to the extent to which there is consistency in the responses upon repeated applications of the measurement protocol. Repeated applications may be obtained by multiple trials in the same session (intra-session reliability), by measurements over time (test-retest reliability or inter-occasion reliability) or by different raters (inter-rater reliability) [Dittmar, 1997].

The objective of the present study was to evaluate a) the intra-session reliability, the inter-session (test-retest) reliability of strength measurements and b) the inter-session (test-retest) reliability of endurance measurements of the pelvic floor musculature taken with a new dynamometer in young parous women suffering from SUI.

6.3 MATERIAL AND METHODS

6.3.1 Patients

A total of 29 female participants, nine primipara and 20 multipara, between 27 and 42 years old, were recruited during their annual visit to the Maisonneuve-Rosemont obstetrics-gynecology clinic. After completing a questionnaire on SUI, patients reporting symptoms of SUI as defined by the *Standardization of Terminology of Lower Urinary Tract Function Report* (complaints of involuntary leakage on effort,

on exertion, or on sneezing or coughing) [Abrams, 2002] for more than six months after delivery, were evaluated by the uro-gynecologist.

The exclusion criteria were pregnancy, important organ prolapse (PopQ > stage II) [Bump, 1996], active urine or vaginal infection, excessive vaginal scarring preventing dynamometer insertion, degenerative neurological disorder or any other disease that may interfere with force measurement of the pelvic floor. Of the 29 participants in the study, 17 reported episodes of involuntary leakage from the urethra when coughing or sneezing or during physical exertion or effort but did not demonstrate any involuntary leakage in the provocative stress test [Schull *et al.* in Abrams, 1999]. The other women (n=12) reported the same symptoms as previously but had involuntary leakage from the urethra in the provocative stress test in the standing position. All gave written consent to participate in the study and the Ethics Committee of the Maisonneuve-Rosemont Hospital approved the study.

It should be pointed out that the planned study population (young parous women suffering from SUI) was chosen in terms of the future application of the dynamometric method, since the reliability of a measuring device is intimately linked to the population to which it will be applied [Streiner, 1995].

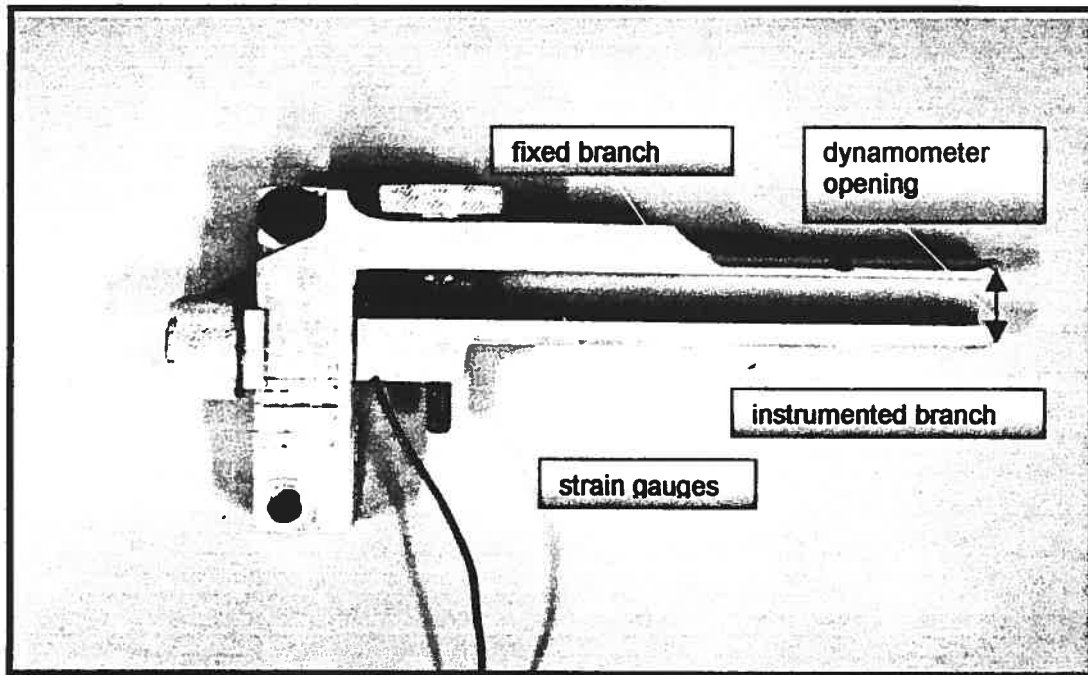
6.3.2 Instrumentation

A new dynamometer designed to measure the static force of the pelvic floor musculature was used in the present study. Details of this dynamometer were presented in an earlier paper [Dumoulin, 2003] and the description here will be

limited to characteristics relevant to the study.

The dynamometer is composed of a dynamometric speculum and a computerized central unit. The speculum comprises two aluminum branches. One branch is fixed while the other, equipped with strain gauges, can be moved by an adjustable screw allowing static forces to be measured at different vaginal apertures (Fig. 6.1). Thus, the dynamometer design allows the PFM strength to be measured at different muscle lengths. The central unit consists of customized strain gauge amplifiers (Analog Devices, model 2B31), a laptop computer (Toshiba Satellite Celeron 400 MHz) and a PCMCIA analog-to-digital acquisition card (DAQCard-700 by National Instruments Corporation). The voltage values from the strain gauge amplifier are digitized at a frequency of 50 Hz and converted into units of force (N) using the factor obtained during the calibration procedure [Dumoulin, 2003]. During the experimental session, it is possible to display the strength recording. If acceptable, the data are stored on hard disk for further processing.

Figure 6.1 : Dynamometric speculum



6.3.3 Experimental Protocol

6.3.3.1 Design of the study

To evaluate the test-retest reliability, the participants were evaluated for their PFM strength on three different days, each separated by a 4-week period. According to Mawdsley, when dynamometric tests are separated by two weeks or more, the strength values are not influenced by the potential training effect associated with the measurement itself [Mawdsley, 1982]. Moreover, the choice of a four-week period between measurements was preferred because it corresponds to a complete menstrual cycle. Although it has not been documented for the pelvic floor muscles, the influence of the hormonal cycle has been shown to affect the strength in women's forearm musculature [Petrofsky, 1980]. Therefore, to

eliminate possible fluctuation in the strength value related to the menstrual cycle and further eliminate the reduction in the strength value related to abdominal and pelvic pre-menstrual pain, the measurements were repeated at the same time during the menstrual cycle, excluding the pre-menstrual and actual menstrual period.

During each evaluation session, three trials of PFM strength were taken at each of three different openings of the pelvic floor dynamometer (5 mm, 1.0 cm and 1.5 cm between the dynamometer branches). These speculum opening, correspond to vaginal apertures of 19 mm, 24mm and 29 mm respectively if the thickness of the speculum branches, 6 mm for the upper branch and 8 mm for the lower one, is added to the distance between the two branches. The women were instructed to relax their PFM to allow the passive force to be recorded over a period of 15 s. The mean value was considered as an index of PFM tonicity. The trials were separated by a 2-min rest period to avoid fatigue, as suggested for dynamometric testing of the limb muscles [Caldwell, 1974]. Six different opening sequences (O1 = 5 mm, O2 = 1.0 cm and O3 = 1.5 cm) were used (O1,O2,O3 - O1,O3,O2 - O2,O3,O1 - O2,O1,O3 - O3,O1,O2 - O3,O2,O1). These sequences were randomly assigned across participants to balance the potentially confounding effect of the previous openings. Nevertheless, for a specific subject, the same sequence was used in all three sessions. Beside the strength measurements, one measurement of the endurance was taken at the 1-cm opening of the dynamometer at the end of each session.

6.3.3.2 Pre-measurement methodology

The participants adopted a supine lying position, hips and knees flexed and supported, feet flat, on a conventional gynaecologist's table. Prior to insertion of the dynamometer, the evaluator, an experienced physical therapist, gave detailed instructions about contracting the pelvic floor musculature. The participants were asked to squeeze and lift the pelvic floor musculature as if preventing the escape of flatus and urine while breathing out [Laycock, in Schussler, 1994]. Then, using vaginal palpation, the evaluator verified the patient's understanding of how to contract the PFM. Pre-evaluation instruction was mandatory since many studies have shown that PFM contraction may be difficult to perform and that more than 30% of women fail to do it correctly at their first attempt [Benvenuti, 1987].

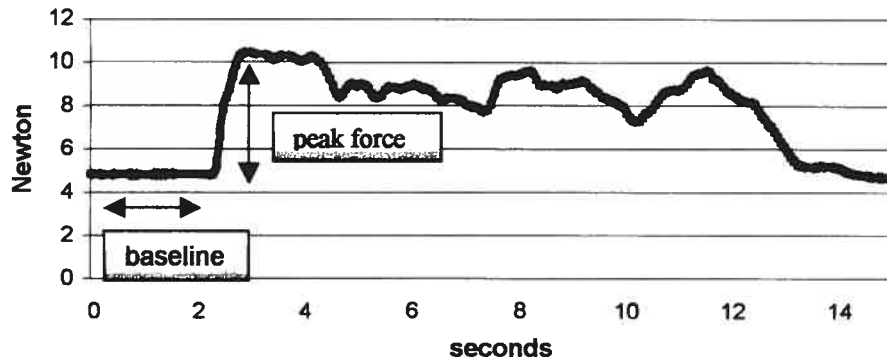
Subsequently, the evaluator prepared the instrument by covering each branch of the speculum with a condom and lubricating it with a hypo-allergen gel. The two branches of the measuring device were brought to minimum opening and the dynamometer was inserted into the vaginal cavity in an antero-posterior axis to a depth of 5 cm (upper branch calibrated at 5 cm). According to Bo, the muscular mass of the pelvic floor is located some 3.5 cm from the opening of the vaginal cavity [Bo, 1992]. The 5-cm depth therefore allows the peri-vaginal portion of the pelvic floor to squeeze the lower branch of the dynamometer while the upper branch presses underneath the pubic bone to provide stability.

6.3.3.3 PFM measurement methodology

In the position described earlier and with 5 mm between the branches of the dynamometer, a practice trial was carried out. The evaluator then separated the

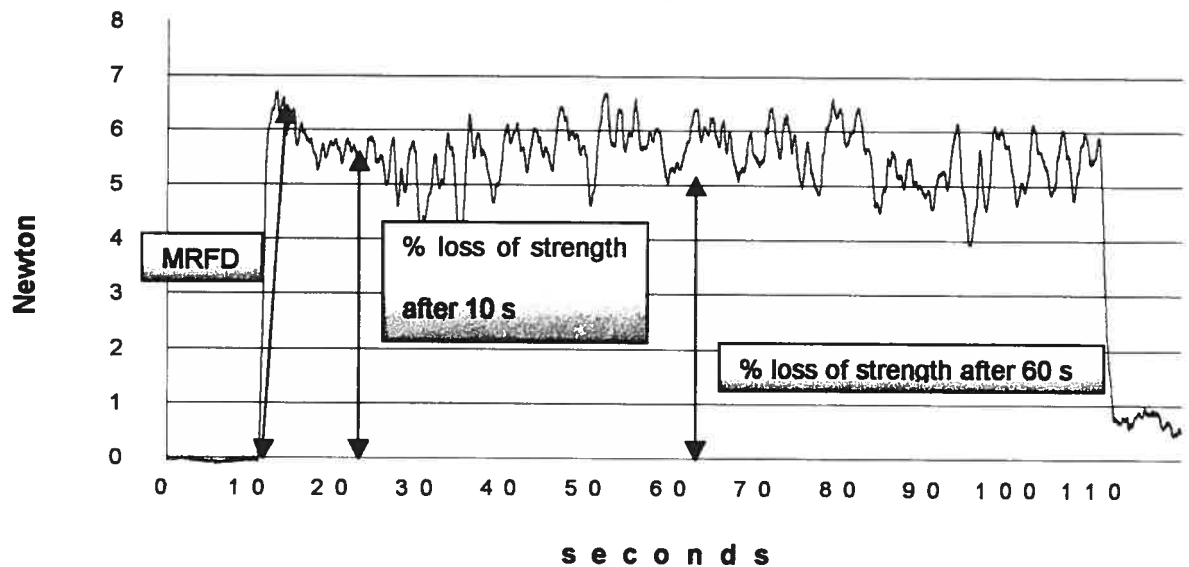
two branches with the screw to obtain the appropriate opening. Before the effort, a passive recording was made in order to have a baseline value. Participants were instructed to contract their PFM as hard as they could over a 10-s period. The rapidity of the PFM contractions were not prescribed by the evaluator. Hood has shown that, when the experimenter asks for a rapid contraction, the maximum strength in the skeletal muscle is less than when the subject increases her muscle tension at her own pace [Hood, 1965]. Standard verbal encouragement was given throughout the effort. Figure 6.2 presents a sample recording of a maximal PFM strength measurement.

Figure 6.2 : Recording of a maximal PFM strength measurement



The endurance measurement consisted of a 1-min maximum contraction with standardized verbal encouragement. The participants were instructed to contract as hard and fast as possible while breathing in and out for 1 min. Figure 6.3 presents a recording of a PFM endurance measurement. After the evaluation session, the condoms were discarded and the dynamometer was disinfected.

Figure 6.3 : Recording of a PFM endurance measurement



6.3.4 Strength and endurance parameters

The maximum PFM strength value was calculated for each strength trial as the peak force value obtained during the effort minus the baseline value recorded just before the beginning of the PFM contraction (Fig. 6.2). The speed of contraction was quantified by the maximal rate of force development (MRFD). This parameter was the maximal slope (N/s) computed from the endurance curve in the region between the baseline value and the maximum strength value (seen in Fig. 6.3). The reason for using the endurance curve to measure the MRFD is because the instruction given in the strength trials did not encourage a rapid contraction as opposed to the instruction given in the endurance trials. The results of the MRFD will be reported with the strength data because this muscle parameter is known to be associated with the peak value [Stoohart, 1973; Nadeau, 1997]. After correction for the baseline value, the endurance parameters are the percentage loss in

strength after 10 s and 60 s relative to the maximal force recorded during the trial (Figure 6.3).

6.4 STATISTICAL ANALYSIS

Reliability was estimated separately for the peak forces recorded at each opening, for MRFD and for each endurance parameter. The reliability was evaluated using the generalizability theory [Shavelson, 1991], a statistical approach based on analysis of variance. The first step of this theory, known as the G-study, computes all possible sources of variance components associated with the participants, trials, days and their interactions using the data collected in the study. The next step, the D-study, calculates the expected reliability for a particular combination of days and trials. In the present study, the reliability is reported for a D-study involving a) one and the mean of three trials obtained in one day for the strength measurements and b) one trial obtained in one day for the parameter obtained from the endurance tests. The reliability is quantified by two reliability indices, namely the index of dependability (Φ), a statistic similar to the classical intra-class correlation coefficient of type 2 for absolute agreement [McGraw, 1996], and the standard error of measurement (SEM). The former is computed as the ratio of the subject variance to the total variance, i.e. the sum of the subject variance and the absolute error variance. The latter includes systematic errors associated with trials and days as well as random errors due to interactions between participants, trials and days. It is computed as the square root of the absolute error variance. The maximum value of (Φ) is 1 when no error is present. The standard error of measurement

(SEM) gives the error of measurement in force units. It will also be reported as a percentage of the mean value.

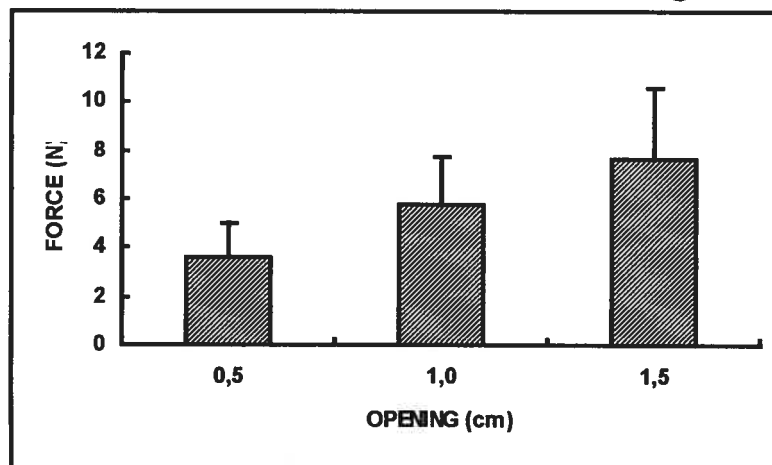
As a complementary analysis to the reliability study, statistical comparisons between the three openings were performed using a repeated analysis of variance. For this analysis, the overall mean value across trials and days for each opening represents the score for each subject. Post-hoc contrasts were used to find the exact source of difference between openings.

6.5 RESULTS

6.5.1 Maximal Strength data

The overall average across trials and days for each dynamometer opening are presented in Figure 6.4. The analysis of variance ($F = 63.944$, $p < 0.000$) and post-hoc contrasts confirm that the PFM strength varies with the dynamometer opening, increasing significantly from the 5-mm opening to the 1.5-cm.

Fig. 6.4 : Pelvic floor muscle maximal strength at 3 dynamometer openings



As expected, the results of the G-study reported in Table VI.I show that the largest source of variance for all openings is related to the subject component (S). The percentage of the total variance attributable to the systematic effect of days (D) and trials (T) was small, with values less than 0.89%. The interaction between subjects and days (S x D) was the main source of error variance, with percentages ranging between 10% and 25%. Finally, the residuals (S x D x T) reach percentage values of less than 6%. In Table VI.II, the dependability indices found in the D-study indicate good to very good reliability. The highest coefficient (0.88) is obtained for the 1-cm opening and the SEM at this position (1.49) is not very different from the lowest SEM calculated at the 5-mm opening (1.22). When expressed as a percentage of the mean strength, the SEM is smallest at the 1-cm opening, with a value of 21%.

For the MRFD, the results of the reliability study (second column, Table VI.IV) were very comparable to the results found for the peak strength value recorded at the 1-cm opening. More specifically, the subject's variance represented about the same percentage of the total variance, the day factor determined almost no variance and the percentage related to the interaction between participants and day (S x D) was of the same magnitude. In Table VI.V, the dependability index found in the D-study indicates good to very good reliability. The coefficient (0.86) is similar to the one obtained for the peak strength value recorded at the 1-cm opening.

6.5.2 Endurance data

The pelvic floor endurance measurements on days 1 and 2 are presented in Table VI.III. A review of the mean endurance measurements in this table does not support the existence of an effect of days. Table VI.IV gives the percentage of total variance for each component derived from the G-study. The results show that the subject variance represents 39% and 10% of the total variance for the 10-s and 60-s endurance tasks, respectively. The percentage attributable to days is small for all measurements while interaction between subject and days is the source of major error variance, with percentages between 61% and 90%. In Table VI.V, the dependability indices found for a D-study for the 10-s and 60-s endurance tasks indicate low reliability, with values of 0.38 and 0.10 respectively.

Table VI.I : Result of the G-study for strength measurement at the different dynamometer openings. Percentage of the total variance calculated for each variance components.

	DYNAMOMETER OPENING		
	0 cm	1.0 cm	1.5 cm
Subject (S)	68.40	86.29	74.39
Day (D)	0.89	0.00	0.00
Trials (T)	0.03	0.07	0.08
S x D	25.10	10.59	22.68
S x T	0.47	0.15	0.75
D x T	0.00	0.00	0.02
S x D x T	5.12	2.90	2.08

Table VI.II : Dependability indexes (Φ), standard error of measurements (SEM) and SEM in percentage of mean force for the strength measurements at different dynamometer openings for a D-study design involving one and the mean of three trials in one day.

	DYNAMOMETER OPENING		
	0 cm	1.0 cm	1.5 cm
One trial, one day			
Φ	0.69	0.86	0.74
SEM (Newton)	1.30	1.62	2.78
SEM (% of mean force)	33	23	33
Mean of three trials, one day			
Φ	0.71	0.88	0.76
SEM (Newton)	1.22	1.49	2.11
SEM (% of mean force)	30	21	24

Table VI.III : Maximal rate of force development (MRFD) and pelvic endurance measurements descriptive statistics (mean \pm 1 SD).

	ENDURANCE MEASUREMENTS		
	MRFD	Lost of strength % after 10 seconds	Lost of strength % after 60 seconds
Day 1	0.216 \pm 0.158	42 \pm 15	42 \pm 21
Day 2	0.214 \pm 0.148	45 \pm 24	43 \pm 23

Table VI.IV : Result of the G-study for MRFD and endurance measurements.

Percentage of the total variance calculated for each variance component.

	ENDURANCE MEASUREMENTS		
	MRFD	Lost of strength % after 10 seconds	Lost of strength % after 60 seconds
Subject (S)	86.36	38.85	10.36
Day (D)	0.00	0.00	0.00
S X D	13.64	61.15	89.73

Table VI.V : Dependability indexes (Φ) and standard error of measurements (SEM) for the MRFD and endurance measurements for a D-study design involving one trial in one day

	ENDURANCE MEASUREMENT		
	MRFD	Lost of strength % after 10 seconds	Lost of strength % after 60 seconds
Φ	0.86	0.38	0.10
SEM (N/s or %)	0.056 N/s	15.71 %	20.75 %

6.6 DISCUSSION

6.6.1 Strength measurements

The results indicate that the peak maximum strength (peak force value obtained during the effort minus the baseline value) increases with the dynamometer

opening. This relationship was expected because the magnitude of tension increases with muscle length up to the optimal length [Lieber, 1992]. The low maximal strength value obtained at shorter lengths may make it difficult to demonstrate a difference in muscle strength before and after a PFM rehabilitation program, or even between continent and incontinent women. This could partially explain the disagreement in the literature regarding the difference in PFM strength between incontinent and continent women, with some authors arguing that there is a significant difference in PFM maximum strength in continent as opposed to incontinent women [Hahn, 1996; Morkved, 2002] and others saying there is no significant difference [Theofrastous, 1997; Boyington, 2000].

In the G-study of the reliability analysis, the largest percentage of variance for the peak strength values and MRFD variables was related to differences among participants. This explains the high computed dependability indices calculated in the D-studies because the variation between participants (subject variance: S) is much greater than other sources of variance. The small percentages of the total variance associated with the day factor mean that no systematic differences existed across days and supports our design premise that no systematic important change would take place in the subject over a one-month period. Of additional interest is the finding that the patient-day interaction was the major error variance component. The interpretation of this finding is that some patients demonstrated higher PFM strengths on the first day, while others produced greater values on the second. This random error of the day factor across participants must be taken into consideration in clinical trials involving comparison of treatments.

Having found no systematic differences across trials (T), and low random variance (S x T) across trials in the strength evaluation, it can be concluded that no fatigue or learning occurs across trials. Moreover, a representative estimate of the patient strength may be the value of one trial. The gain of using the mean of three trials instead of one trial is a decrease of 2% or 0.13 N of the total variance.

The results of this study indicate that the dynamometer opening affects the reliability of pelvic floor measurements. In Table VI.II, the dependability indices found in the D-study indicate lower reliabilities at the 5-mm and 1.5-cm openings than at 1 cm. The lower coefficient at 5 mm between dynamometer branches can be explained by the smaller subject variance, as the muscle strength is at its lowest at this dynamometer opening. At the same time, the absolute variance error also decreases albeit not proportionally to the decrease in subject variance. In fact, the SEM, which is the root square value of the absolute error variance, represents about 30% of the mean strength at this opening. The lower reliability at 1.5 cm may be associated with the patient's discomfort at large dynamometer openings, a variable that could have influenced their capacity to produce a stable maximum voluntary contraction across trials or days.

The highest reliability is found at the 1-cm dynamometer opening with a coefficient of 0.88 and a corresponding SEM of 1.49 N. Expressed as a percentage of the mean strength value at the 1-cm opening, this SEM is the lowest across all openings, with a value of 20%. Consequently, the pelvic floor strength measured before and after conservative treatments of SUI in young parous women should be taken at a dynamometer opening of 1 cm (24 mm vaginal aperture). In judging the

effect of SUI treatment in a group of patients, taking into consideration the error of measurement, the average difference between the pre- and post- pelvic floor strength measurements must be higher than the SEM of 1.49 N found at this opening. To apply this last finding to the interpretation of individual scores, it is common to calculate confidence intervals around a subject's score from the SEM [Crocker, 1986]. Thus, if a subject's score (mean of three trials) is 7 N and the SEM is 1.49 N, we are 95% confident that the true score of the subject lies between 4.1 ($7 - [1.96 \times 1.49]$) and 9.9 ($7 + [1.96 \times 1.49]$).

The reliability of the MRFD measurements was very similar to those found for the peak strength values. This was expected because the MRFD is correlated positively with the peak value in limb strength testing [Stothart, 1973; Nadeau, 1997]. This parameter is probably very important because it indicates the patient's capacity to quickly recruit muscles when intra-abdominal pressure varies rapidly, as during coughing or laughing.

6.6.2 Endurance measurements

The percentage of variance components computed in the G-study of endurance measurements (Table VI.IV) demonstrated that the total error variance exceeds the subject variance. This condition necessarily determines low reliability, as in fact was found in the D-study. The error variance is more random than systematic because the variance attributable to the interaction between subject and day (S x D) is high while the variance of the day factor (D) is small. Observations of the participants' endurance profiles (Fig. 6.3) show strong fluctuations in pressure over the test period, which can, in part, explain the random error across days. It is

hypothesized that these fluctuations are the manifestation of repeated recruitment and failure of muscle fibers to maintain a PFM contraction for long durations.

The endurance protocol used in the present study appears unable to characterize the endurance of pelvic floor muscles reliably. The protocol asks for the maximal tension to be held for over 60 s but this type of endurance seems impossible to measure because of the force instabilities recorded over time. In limb muscles, endurance is also measured by the time that a subject is able to maintain a percentage of maximal tension [Petrofsky, 1980]. This sub-maximal approach should be explored in future research because it corresponds more to the endurance needs on a day-to-day basis.

6.6.3 Limits of the study

The present reliability study is closely linked to the population to which the measurement is to be applied, that is gravid young women aged between 27 and 42. Although this approach might be perceived as inefficient for assessing reliability in general, we believe that it is based on a realistic view of the measurement for the population concerned and is not a limitation of reliability. A similar reliability study should be undertaken before dynamometer measurements are taken in older women.

Inter-observer reliability has not been addressed in the present paper because our current clinical trial involves just one evaluator. An inter-observer reliability study should therefore be undertaken for research protocols that involve more than one evaluator.

Lastly, the foregoing recommendation regarding the dynamometer opening to be used during pelvic floor strength measurements is based on the results of the present reliability study. Whether the strength measurement at the 1-cm dynamometer opening (24 mm vaginal aperture) correlates best with urinary incontinence measurements remains to be answered.

6.7 CONCLUSION

Measurements of maximum strength and speed of contraction (MRFD) showed very good test-retest reliability. It is proposed that measurements be done at a dynamometer opening of 1-cm (24 mm vaginal aperture) because the highest reliability and low SEM (% of mean value) are found at this opening. For group comparison and individual evaluation, one and multiple trials are recommended, respectively. To appreciate the effect of conservative treatments of SUI in young gravid women, an increase of 1.49 N for the strength and 0.056 N/s for the MRFD or more would demonstrate gain over the error of measurement.

CHAPITRE VII - ARTICLE 3 : TRAITEMENTS PHYSIOTHERAPIQUES MULTIMODAL POUR LE TRAITEMENT DE L'IUE POSTNATALE PERSISTANTE : UN ESSAI CLINIQUE RANDOMISE

Pelvic floor rehabilitation for persistant post-natal stess urinary incontinence: A single blind randomised controlled trial

Chantal Dumoulin, PT, PhD (candidate)^{1,2}, Marie-Claude Lemieux, MD, FRCS(c)^{3,4},
Daniel Bourbonnais, OT, PhD^{1,2}, Denis Gravel, PT, PhD^{1,2}, Mélanie Morin, PT,
MSc^{1,2}, Gina Bravo, PhD⁵

1. École de réadaptation, Université de Montréal, Montréal, Qc, Canada
2. Centre de recherche interdisciplinaire en réadaptation, site Institut de réadaptation de Montréal, Montréal, Qc, Canada
3. Département d'obstétrique-gynécologie, Hôpital Maisonneuve-Rosemont, Montréal, Qc, Canada
4. Faculté de médecine, Université de Montréal, Montréal, Qc, Canada
5. Département de Santé Communautaire, Faculté de Médecine, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Qc, Canada.

7.1 ABSTRACT

Objective : The aim of this study was to compare the effect of two multi-modal supervised pelvic floor muscle rehabilitation programs with a control condition in the treatment of persistent postnatal stress urinary incontinence. **Methods :** We conducted a single-blind randomized controlled trial. Sixty-two women with clinically detectable stress urinary incontinence were randomly assigned to eight weeks of multi-modal pelvic floor rehabilitation (n=20), multi-modal pelvic floor rehabilitation with abdominal muscle training (n=23) or a control condition (n=19). Women in the control group were further randomized to one of the experimental groups after participating. The primary outcome measure consisted of a 20-min pad test with a standardized bladder volume. The secondary outcome measures included a visual analog scale describing the perceived burden of incontinence, the Urogenital Distress Inventory questionnaire, the Incontinence Impact questionnaire and three pelvic floor muscle function measurements. **Results :** At follow-up, more than 70% of the women in the experimental groups were continent on pad testing but none of those in the control group. The pad test scores, the visual analog scale and the Urogenital Distress Inventory and Incontinence Impact questionnaires improved significantly in both treatment groups (all $p < 0.003$) whereas no changes were observed in the control group. The pelvic floor muscle function did not improve significantly, however, except in the pelvic floor-abdominal group where maximum strength taken at the 19-mm vaginal aperture showed significant improvement ($p = 0.017$). After reassigning the subjects of the control group to the two treatment groups (n=28, n=29), no statistical differences between these two groups were detected in any of the outcome measures (all $p > 0.30$).

Conclusion : Multi-modal supervised pelvic floor rehabilitation is an effective treatment in women with persistent postnatal stress urinary incontinence. However, the addition of abdominal training did not further improve the outcome of pelvic floor rehabilitation.

7.2 INTRODUCTION

Post-natal stress urinary incontinence (SUI) is an important social and hygienic health problem affecting between 3 and 24% of adult women [Viktrup, 1993; Wilson, 1996]. Those developing stress urinary incontinence during pregnancy or puerperium without remission three months after delivery have a very high risk of symptom persistence five years later [Viktrup, 2002]. Special attention should therefore be paid to this high-risk subgroup.

Pelvic floor muscle rehabilitation is generally recommended to reduce postnatal urinary incontinence. It involves graded muscle training, either alone or in combination with biofeedback, electrical stimulation and vaginal cones designed to rehabilitate and strengthen the pelvic floor muscle [Wilson, 2002]. Although pelvic floor muscle rehabilitation after childbirth has proven effective in the prevention of urinary incontinence [Morkved, 1997; Morkved, 2000; Meyer, 2001; Chiarelli, 2002; Morkved, 2003], few trials have addressed the treatment of persistent SUI in this postnatal population.

The effectiveness of this treatment was examined in two randomised controlled trials [Wilson, 1998; Glazener, 2001]. In Wilson's study [Wilson, 1998], the women in the treatment group saw the physical therapist on only four occasions and exercised at home on their own for nine months while those in Glazener's study [Glazener, 2001] saw the nurse on three occasions and exercised at home for only seven months. Although the prevalence of urinary incontinence was lower at 12

months post-partum in the treatment group of both trials, dropout rates were high (52% and 25%, respectively) [Wilson, 1998; Glazener, 2001].

It has been demonstrated that pelvic floor rehabilitation at home is less effective than when supervised by a trained physical therapist [Wilson, 2002]. We may therefore speculate that the potential effect of pelvic floor rehabilitation for persistent SUI may be higher, and the drop-out rate lower, if a supervised pelvic floor rehabilitation program is followed.

In addition, recent experimental data suggests that deep abdominal exercises may be used to improve the effect of the pelvic floor muscle rehabilitation program [Sapsford, 2001; Sapsford 2001*]. Although no clinical trial has yet evaluated the difference between pelvic floor rehabilitation with and without deep abdominal training, the latter has already influenced physical therapy in actual practice, especially with young parous women to whom deep abdominal muscle training is often proposed.

In this context, it seems important to carry out a randomized controlled trial in order to:

- 1) Assess the effect of supervised pelvic floor muscle (PFM) rehabilitation programs compared to the absence of treatment among women with persistent postnatal SUI;
- 2) Compare supervised PFM rehabilitation programs with and without deep abdominal muscle training in the treatment of persistent postnatal SUI.

7.3 MATERIALS AND METHODS

7.3.1 Subjects

Young parous women were recruited by means of a urinary incontinence questionnaire handed out at the obstetrics clinic of Sainte-Justine Hospital, during their annual gynecological visit. If incontinence was reported, the women were screened by telephone to determine their eligibility. To be eligible, participants had to be younger than 45, pre-menopausal, still presenting symptoms of SUI at least once a week, three months and more after their last delivery, and willing to participate in the study. Women who had experienced urinary incontinence prior to pregnancy or delivery, who had had previous surgery for stress incontinence, a neurological or psychiatric disease or a major medical condition, or who were on medication that could interfere with their evaluation or treatment were excluded. Pregnancy and inability to understand French or English instructions were also causes for exclusion.

A total of 120 potential participants who met the initial criteria were scheduled for evaluation by a gynecologist (MCL) and a nurse. After subjects emptied their bladder, the amount of residual urine was measured to exclude those with a high post-void residual urine volume. A modified 20-min pad test consisting of the standardized 20-min pad test [Artibani, 2002] with 10 jumping jacks [Dumoulin, 1995] replacing the 1 min of jumping exercises was then performed to confirm SUI. The bladder was refilled by catheter, with 250 mL of sterile water at room ambient temperature. The women wore a pre-weighed pad and, for a 10-min period, walked about and climbed stairs to the equivalent of 100 steps. For the remaining

period, the subjects performed the following activities: a) standing up from sitting, 10 times, b) coughing vigorously, 10 times, c) running on the spot for 1 min, d) bending to pick up a small object from the floor, 5 times, e) washing hands in running water for 1 min and f) doing 10 jumping jacks. The presence and severity of incontinence were appreciated by weighing the pad at the end of the test. When the urine loss was 5 g or more, a urodynamic evaluation was performed to exclude women with detrusor hyperactivity. Two-channel supine cystometry was performed using an 8-F double-lumen urodynamic catheter, a rectal balloon and temperature sterile water at a continuous filling rate of 60 mL/min up to maximum capacity or to a maximum of 500 mL. Vesical volumes were recorded for the first desire to void, a strong desire to void and cystometric capacity. The volume was reduced to 250 mL, the catheter was then removed, and coughing and Valsalva in both the lying and standing positions were requested to provoke SUI.

Candidates with urinary tract infection, moderate to severe uro-genital prolapse (PopQ > stage II) [Bump, 1996], involuntary detrusor contraction on cystometry, abnormal bladder function (residual volume more than 50 mL) or less than 5 g of leakage measured by the modified 20-min pad test were excluded from the study. The local ethics committee approved the study and all participants provided their written informed consent to participate. The study was conducted between January 2001 and April 2003.

Sixty-six women were randomly allocated to a pelvic floor rehabilitation group, a pelvic floor rehabilitation + abdominal training group or a control group. Stratified randomization was performed using a balanced block randomization schedule

generated from a table of random numbers [Pocock, 1983]. Subjects were stratified into four groups according to a) the results of the pad test (5 to 10 g of urine loss and more than 10 g of leakage) and b) parity (primipara and multipara), as severity of incontinence and parity are factors that may affect the outcomes of treatment [Wilson, 2002]. The evaluators and clinicians involved with the treatment groups had no access to the randomization procedure. Furthermore, the participants were asked to say nothing that could disclose their group allocation to the evaluators and the clinicians involved in the treatment. A research investigator, who was not involved in any intervention or outcome assessment, told participants their pre-established group allocation according to the randomization schedule.

7.3.2 Pelvic floor rehabilitation group

The women in the pelvic floor rehabilitation group followed weekly one-hour sessions under the supervision of an experienced physiotherapist for eight consecutive weeks. The proposed multimodal pelvic floor rehabilitation protocol strongly reflected the current North-American physiotherapy practice in that it includes electrical stimulation, biofeedback and home exercises [Fantl, 1992]. Each session consisted of a) 15-min electrical stimulation of the pelvic floor muscle followed by b) a 25-min pelvic floor muscle exercise program with biofeedback, which included strengthening and motor relearning exercises and c) a home exercise program. The treatment protocol was divided into two steps allowing progression of the treatment; each step lasted four weeks. The Urostim Unit by Laborie Medical Technologies¹ was used for the electrical stimulation and EMG biofeedback during the whole supervised treatment.

Electrical stimulation was given for 15 min with the participants in a supine lying position. The electrical parameters consisted of a biphasic intermittent current with a frequency of 50 Hz and a pulse width of 0.25 ms. The duty cycle was established as 6 s on/18 s off for the first step of the protocol and 8 s on/24 s off for the second step [Dumoulin, 1995]. Current was delivered through a vaginal probe¹ and its intensity was increased to the maximum participant tolerance to generate a pelvic floor muscle contraction without causing any pain or discomfort. For higher efficacy, the subject was asked to actively contract with the provoked pelvic floor muscle contraction [Laycock, 1992].

Pelvic floor muscle exercises with biofeedback: For the first step of the protocol (weeks 1 to 4), the women exercised in the supine lying position. Upon active contraction of the pelvic floor muscle, electromyography signals were recorded through the vaginal probe and displayed on the computer screen of the Urostim Unit acting as visual feedback for the subjects and thereby enhancing their motivation and effort. The first exercise consisted of three series of ten maximal sustained contractions, each 6 s in duration [Bo, 1999]. The second was a motor relearning exercise known as the "knack" [Miller, 1998]. Participants were asked to contract their pelvic floor muscle maximally and cough three times while maintaining the perineum lock or knack [Miller, 1998]. Three series of three repetitive coughs were done with a rest of 15 s between series. The last exercise aimed at pelvic floor muscle control and endurance. To do this, the women were asked to contract their pelvic floor muscle moderately for 6 s, then increase to maximal contraction and sustain it, again for 6 s, and, finally, return to a moderate

contraction for 6 s. Three series were performed, separated by a 36-s rest period [Dumoulin, 1995].

For the second step of the protocol (weeks 5 to 8), the women performed the same exercises in a standing position. To pursue the pelvic floor muscle training, the contraction duration in the maximal exercise was increased to 8 s. The motor relearning exercise remained the same. The last exercise was as follows: 8-s moderate contraction, 8-s maximal contraction and 8 s return to moderate effort, consecutively, with a 48-s rest between series. Finally, the same exercises were to be performed at home without visual feedback, once a day, five days a week.

7.3.3 Pelvic floor/abdominal rehabilitation group

The women in the pelvic floor/abdominal rehabilitation group followed weekly 90-min sessions under the supervision of an experienced physiotherapist for eight consecutive weeks. Each session consisted of the multimodal pelvic floor rehabilitation protocol described previously plus 30 min of deep abdominal muscle training.

The proposed deep abdominal training protocol was based on the work of Richardson et al. [Richardson, 1998]. A four-step exercise program, each step lasting two weeks, allowed progression in the training. In the first phase, a Stabilizer Pressure Biofeedback Unit² was used to favor isolation and facilitation of the transversus abdominis muscles. The second phase was aimed at re-educating the control of these muscles by increasing the holding time and incorporating the work into more functional positions. The third phase was aimed at training more

superficial abdominal muscles while maintaining control of the transversus abdominis muscles. Finally, the fourth step was the functional retraining phase, which involved functional exercises such as bending, coughing and doing jumping jacks with control and timing of the abdominal muscles. The complete program is available from the authors. Again, the exercises done during the physiotherapy sessions were to be performed at home without visual feedback, once a day, five days a week.

7.3.4 Control group

The women in the control group had eight weekly sessions of relaxation massage for the back and extremities by a physiotherapist. They were asked not to exercise their pelvic floor muscles during the control period. However, they were reintegrated in the treatment groups after their post-control evaluation for ethical considerations.

Five physiotherapists were trained to conduct both re-education programs. Each was trained by the Principal investigator (CD) in theoretical and practical sessions. They were instructed using a standardized procedure for the in-person treatment session and standardized written instructions for the home exercise program.

7.3.5 Outcome measures

The primary outcome measure consisted of a modified 20-min pad test with standardized bladder volume [Dumoulin, 1995]. The test was administered twice by a nurse-assessor unaware of the treatment allocation of the participant, once

during the initial evaluation and again the week after treatment ended. Participants with pad weight gains of less than 2 g were considered continent [Dumoulin, 1995].

The secondary outcome consisted of four different measures. The subject's perceived burden of incontinence was evaluated using a visual analog scale (VAS) which proved to be valid, reproducible and responsive to treatment for urinary incontinence in women [Stach-Lepinen, 2001]. Assessment of symptoms associated with incontinence was performed using the French version of the Urogenital Distress Inventory, a 19-item questionnaire about lower urinary tract symptoms [Shumaker, 1994; Beaulieu, 1999]. Assessment of the psychological impact of urinary incontinence was performed using the French version of the Incontinence Impact Questionnaire, 26 items focusing on daily living, social interaction, sex life and self-perception [Shumaker, 1994; Beaulieu, 1999]. Higher scores for these questionnaires indicate worse conditions. Both questionnaires have acceptable levels of reliability, validity and responsiveness and have been used in several clinical trials [Donavan, 2002].

Finally, a new static pelvic floor muscle dynamometer [Dumoulin, 2003] designed to evaluate the pelvic floor muscle function directly was used in this study. The psychometric properties of the measurements taken with the new device have been studied in young parous women in a large research program, which included an acceptability study, a test re-test reliability trial and a face validity study [Dumoulin, 2003; Dumoulin, in press]. Three muscle parameters were taken following a pre-established measurement protocol [Dumoulin in press]: the pelvic floor muscle maximum strength value with dynamometer branches brought to

minimum (19 mm of vaginal aperture), the pelvic floor maximum strength at 24 mm of vaginal aperture and the maximal rate of force development or the rapidity of the pelvic floor contraction. All secondary outcome measures were taken during the pre-treatment physiotherapy evaluation and during the post-intervention evaluation, the week after the intervention ended.

7.3.6 Statistical analysis

Intention-to-treat analyses were done for all randomized patients including those who dropped out. For these analyses, the missing follow-up data were replaced by the subject's baseline scores. The primary analysis was done on data from treated participants, excluding those without a final evaluation of the outcome variables. First, the experimental and control groups were compared for background (age, BMI, parity) and outcome variables in order to determine the comparability of the groups at baseline. A nonparametric Kruskal-Wallis test was used because several outcome variables were not normally distributed. The Mann-Whitney test was then used to detect differences between the control group and each experimental group. Pre- and post-treatment scores for primary and secondary outcome measures were used to calculate changes in each of the three groups with the Wilcoxon Signed Rank test. Finally, the difference scores (pre – post-tx scores) for the experimental and control groups were compared in order to determine the difference between the three groups. Again, the Kruskal-Wallis test was performed. The Mann-Whitney test was then used to detect differences between the control group and each experimental group. This three-step analysis was repeated for a comparison between the two treatment groups after reassigning the participants from

the control group. Two-sided P values < 0.05 were considered statistically significant.

All analyses were performed using SPSS version 11.0³.

7.4 RESULTS

Of the 120 women evaluated clinically, 53 were not eligible, one refused and 66 patients were randomized. Four did not complete the study. Two dropped out because of pregnancy, one because of time constraints, the fourth because of an appendectomy. After adding patients from the control group to the two treatment groups, five subjects dropped out, one because of exacerbation of genital herpes, another because of pregnancy and the other three because of job change.

The characteristics of the three groups were comparable at baseline (Table VII.I). Furthermore, the outcome measures at baseline were not significantly different between the three groups (Table VI.II).

Table VI.I : Background characteristics

<i>Characteristics</i>	<i>Pelvic floor group</i> (n = 20)	<i>Pelvic floor/ abdominal group</i> (n = 23)	<i>Control group</i> (n = 19)	<i>P values</i>
<i>Age (years)</i>	35.65 (4.34)	36.17 (3.56)	35.79 (4.06)	0.802
<i>Body mass index (kg/m²)</i>	24.87 (3.14)	23.30 (5.27)	24.56 (4.07)	0.469
<i>Parity</i>	2.11 (0.66)	2.09 (0.85)	2.11 (0.96)	0.995

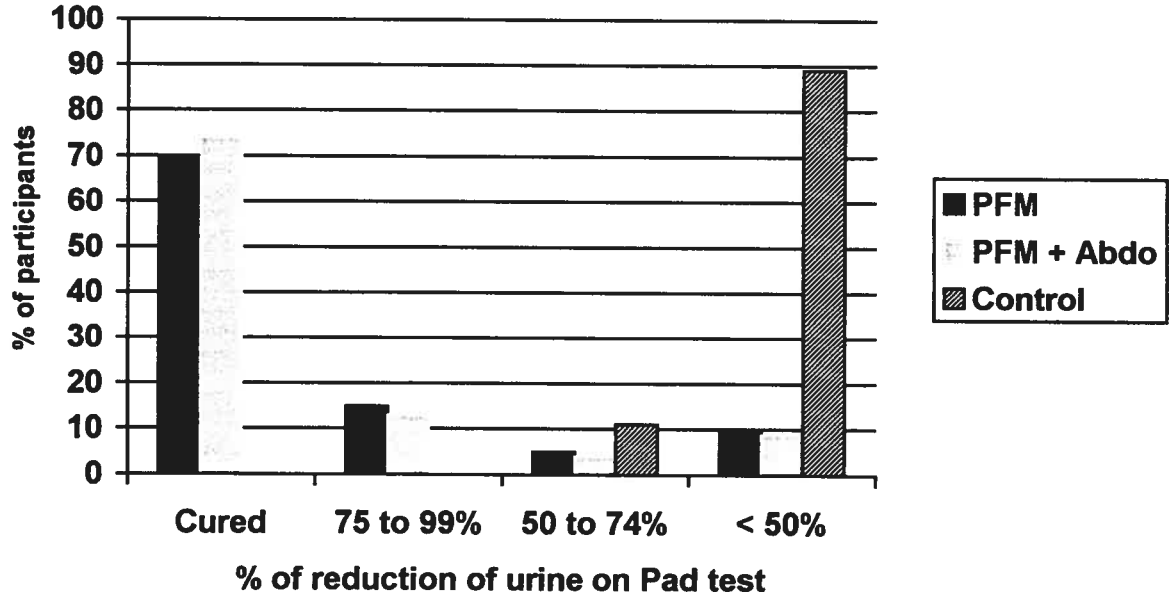
³ SPSS Inc., Chicago, IL.

TABLE VI.II : Outcome variables at baseline

Outcome	Pelvic floor group (n = 20)	Pelvic floor/ abdominal group (n = 23)	Control group (n = 19)	P values
Pad test (g)	26.28 (40.34)	28.61 (32.22)	26.39 (25,34)	0.870
VAS (/10)	7.11 (1.79)	6.34 (2.62)	6.4 (2.01)	0.768
UDI (/57)	13.10 (6.03)	10.30 (5.19)	12.44 (6.80)	0.483
IIQ (/90)	26.10 (15.29)	18.83 (13.93)	21.00 (18.60)	0.173
PFM maximum strength value at 19mm vaginal aperture (N)	3.64 (1,95)	3.62 (1.51)	4.05 (2.43)	0.767
PFM maximum strength value at 24 mm vaginal aperture (N)	5.63 (2.93)	5.50 (3.51)	5.72 (3.25).	0.952
MRFD (N/s)	3.39 (2.06)	3.55 (2.59)	4.43 (2.78)	0.636

Pad test scores improved significantly ($p < 0.001$) in both the pelvic floor and the pelvic floor-abdominal treatment groups but not in the control group ($p = 0.243$). More than 70% of the women in both treatment groups (14/20 in the pelvic floor, 17/23 in the pelvic floor/abdominal group) showed objective cure as defined by less than 2 g urine on the pad test, while none were cured in the control group (Figure 7. 1). About 90% (17/19) of the women in the control group showed a leakage reduction of less than 50% of the initial value while only 10% and 9% showed a similar leakage in the respective pelvic floor and pelvic floor/abdominal treatment groups (Figure 7.1).

Figure 7.1 : Objective cure after treatment (< 2 g of leakage on the pad test with standardized bladder volume).



The VAS, UDI and IIQ scores improved significantly (all $p < 0.002$) in both treatment groups but not in the control group. Finally, PFM maximum strength taken at 19-mm vaginal aperture improved significantly ($p = 0.017$) in the pelvic floor-abdominal group. However, the other PFM muscle parameters (maximum strength value taken at 24-mm vaginal aperture and maximum rate of force development) did not improve significantly in any of the three groups.

Statistical analyses to detect statistically significant differences in the difference scores (pre-post scores) across the three groups showed such differences for all outcome measures (all $p < 0.028$) except in the PFM function tests. In addition, there were statistically significant differences for the pad test scores, the VAS, UDI and IIQ in two compared groups: control vs. pelvic floor (all $p < 0.019$) and control vs. pelvic floor/abdominal (all $p < 0.021$) (Table VII.III).

Table VII.III : Mean change (SD) in outcome variables from baseline to post-treatment

Outcome	Pelvic floor group (n = 20)	Pelvic floor/ abdominal group (n = 23)	Control group (n = 19)	P value
Pad test (g)	23.83 (40.61)	21.17 (20.22)	2.83 (9.017)	0.000* (1,3) 0.001* (2,3) 0.000*
VAS (/10)	3.52 (1.33)	2.81 (1.21)	0.005 (0.56)	0.000* (1,3) 0.000* (2,3) 0.001*
UDI (/57)	6.68 (6.99)	5.43 (5.52)	1.50 (7.59)	0,027* (1,3) 0.018* (2,3) 0.020*
IIQ (/90)	15.89 (12.39)	10.95 (10.55)	- 0.77 (11.98)	0.000* (1,3) 0.000* (2,3) 0.000*
PFM maximum strength value at 19mm vaginal aperture (N)	0.09 N (1.71)	1.29 N (2.08)	- 0.10 N (1.86)	0.060
PFM maximum strength value at 24mm vaginal aperture (N)	1.03 N (2.67)	1.98 (4.31)	- 0.47 (2.01)	0.109
MRFD N/s	0.25 N/s (2.25)	1.15 N/s (3.02)	-0.51 N/s (2.08)	0.213

Reallocation of the control group: After randomly reassigning the control group patients to one or the other of the experimental groups, thereby increasing the number of subjects in both groups (n=28, n=29 respectively), the outcome measures at baseline were still not significantly different between the two treatment groups (Table VII.IV).

Table VII.IV : Outcome variables at baseline in the secondary analysis

Outcome	Pelvic floor group	Pelvic floor/ abdominal group	P value
	(n = 28)	(n = 29)	
Pad test (g)	22.62 (34.29)	29.59 (31.42)	0.303
VAS (/10)	7.04 (2.06)	6.39 (2.56)	0.490
UDI (/57)	12.25 (5.54)	10.17 (4.95)	0.325
IIQ (/90)	23.61 (16.73)	20.17 (14.67)	0.482
PFM maximum strength value at 19 mm vaginal aperture (N)	3.74 N (2.36)	3.61 (1.55)	0.898
PFM maximum strength value at 24mm vaginal aperture (N)	5.52 N (3.27)	5.0 (3.39)	0.886
MRFD (N/s)	3.91 N (3.48)	3.64 N (2.53)	0.901

Comparing the pad test scores before and after treatment for each group, these improved significantly in both treatment groups ($p < 0.000$). The VAS, UDI and IIQ scores likewise improved significantly (all $p < 0.000$) in both treatment groups. For the PFM function, only the PFM maximum strength taken at a vaginal aperture of 19 mm improved significantly in the pelvic floor/abdominal group ($p < 0.001$) with all other PFM function parameters tending to be higher after treatment in this treatment group. However, the PFM function parameters did not change or even show a tendency to change after treatment in the pelvic floor muscle group.

Finally, no statistically significant differences between the two treatment groups' difference scores were detected in the pad test difference scores ($p = 0.185$), VAS ($p = 0.536$), UDI ($p = 0.961$) and IIQ ($p = 0.349$), maximum strength at 24 mm of vaginal aperture ($p = 0.814$) or MRFD ($p = 0.181$) (Table VII.V) except for the maximum strength at 19 mm of vaginal aperture ($p = 0.013$).

The results of the intention-to-treat analyses, where virtually the same as those of the treatment analysis for all outcomes.

Table VII.V : Mean change (SD) in outcome variables from baseline to post-treatment in the secondary analysis

Outcome	Pelvic floor group (n = 28)	Pelvic floor/ abdominal group (n = 29)	P value
Pad test (g)	20.65 (34.38)	23.52 (22.68)	0.185
VAS (/10)	3.37 (2.40)	2.86 (2.38)	0.536
UDI (/57)	6.26 (6.41)	5.65 (5.07)	0.961
IIQ (/90)	14.44 (12.60)	11.51 (11.28)	0.349
PFM maximum strength value at 19mm vaginal aperture (N)	-0.03 (1.92)	1.50 N (1.97)	0.013*
PFM maximum strength value at 24mm vaginal aperture (N)	0.87 (2.68)	1.43 N (4.53)	0.814
MRFD N/s	-0.27 (2.78)	1.65 (3.68)	0.181

7.5 DISCUSSION

Multimodal supervised pelvic floor rehabilitation reduces persistent postnatal SUI. This study demonstrates that multimodal supervised pelvic floor rehabilitation programs are more effective than no treatment at all in parous women with persistent SUI. Our results corroborate those from the randomized control trials of Wilson et al. [Wilson, 1998] and Glazener et al. [Glazener, 2001], who found that pelvic floor rehabilitation after childbirth significantly reduces persistent SUI. In-depth comparison between the results of the present and the previous study is difficult, because outcome measures as well as the training protocol differed between studies.

Nevertheless, it is important to point out that marked objective and subjective improvement in continence status was observed after only eight weeks of pelvic floor rehabilitation with high adherence to treatment. Our dropout rate was only 6% compared to 52% in Wilson's study and 25% in Glazener. In addition, more than 30% of the withdrawals from Wilson's study were related to time constraints and work [Wilson, 1998]. Considering that postnatal women today have time constraints related to work and family obligations and that a shorter intervention time appears to increase patient adherence, the present multimodal supervised pelvic floor rehabilitation presents advantages over longer-term pelvic floor rehabilitation treatment.

Many factors may have contributed to the marked objective and subjective improvement in continence status observed in a shorter period of time. First, pelvic floor muscle exercises conducted under the close supervision of a trained

professional have proven more effective than home pelvic-floor exercises [Wilson, 2002]. The present protocol with the use of electrical stimulation, biofeedback in conjunction with pelvic floor muscle training and timed pelvic floor contractions may possibly have contributed to rapid continence improvement. It has been demonstrated that both electrical stimulation and biofeedback facilitate awareness and coordination of the pelvic floor muscles during strength training [Berghmans, 1998; Reckemeyer, 2002]. In addition, the use of timed pelvic floor muscle contraction, the so-called knack, has proven to effectively prevent urinary leakage after a week of training [Miller, 1998]. Conversely, urinary incontinent parous women may present asymmetrical and uncoordinated pelvic floor muscle contractions following partial denervation of the pelvic floor [Deindl, 1994]. The proposed multi-modal protocol may have influenced the continence of the young parous women in our study more effectively and rapidly. The relative contribution of each factor cannot be determined in our study, however.

Although objective and subjective continence outcomes improved significantly after implementation of the two pelvic floor rehabilitation programs, it appears that these effects are not related directly to changes in the pelvic floor muscle function. In the pelvic floor exercise group, no changes in the strength parameters were observed at either of the two openings while in the pelvic floor-abdominal group, increase in strength was noted only at the 19-mm opening. Thus, factors other than strength and MRFD may have contributed to continence. The theory of pelvic floor muscle rehabilitation to treat urinary incontinence is based on neuro-muscular changes that may occur after specific strength training [Wilson in Abrams, 2002]. It has been proposed that regular strength training will increase the muscle volume

[Dinubile, 1991] and/or enhance recruitment and discharge frequency of motor units. As hypertrophy is a slow process, starting after many weeks of training [Dinubile, 1991], the duration of the present training protocol was probably too short to determine significant changes in muscle volume. Better activation of motor units (recruitment and frequency), which can also determine higher strength values after training, was not investigated as such but the lack of coherent changes in strength across groups do not support this possibility. Consequently, motor learning phenomena not related to change in maximal strength, such as better timing of the pelvic floor contraction and increased perception of pelvic muscle contraction encouraged by the present rehabilitation protocol, may have contributed to the change in continence status. It is also possible that other parameters, such as muscle tonus and muscle endurance, not measured in the present study, were involved, which could explain changes in the outcome results. However, the results do not exclude the possibility that strength may have increased substantially in some individuals and determined positive effects in the outcome. Furthermore, It can be argued that the small sample size in this part of the study (n=20, n=23 and n=19) was a limiting factor and that any non-significant results may be due to type II errors. A larger sample size would be needed to make a good pelvic floor muscle function comparison between groups.

Finally, the present post-treatment results suggest that the addition of abdominal training does not further improve the outcome of pelvic floor muscle rehabilitation. At this point, time and resource constraints will determine which treatment to choose.

7.6 CONCLUSION

The results of this study clearly indicate that supervised multimodal pelvic floor muscle rehabilitation is more effective than the absence of treatment in women with persistent stress urinary incontinence. The addition of abdominal training did not further improve the outcome of pelvic floor rehabilitation, however.

CHAPITRE VIII - DISCUSSION

8.1 DISCUSSION DE L'ARTICLE 1

Les résultats de calibrage indiquent que les tensions de sortie de l'appareil sont en relation linéaire avec les forces appliquées. Des calibrages répétés avec des poids étalons ont montré que les mesures de force sont également reproductibles. De plus, le calibrage effectué par l'application de forces en différents points de la branche mobile du dynamomètre confirme que la mesure est indépendante du point d'application de la force.

8.1.1 Sources d'erreur

a) Point d'application de la force

La contrainte exercée sur une paire de jauges montées en porte-à-faux varie en fonction du moment de la force, soit la distance qui sépare ces jauges du point d'application de la force. Le point d'application de la force doit donc être connu en vue du calibrage du dispositif. Étant donné que la position intravaginale du plancher pelvien varie d'un sujet à l'autre et qu'elle est difficile à déterminer, la distance entre le point d'application de la force et les jauges sera variable, influençant ainsi la mesure. Cette source d'erreur a été éliminée en utilisant un montage par compensation des signes. En utilisant deux paires de jauges de contrainte et un montage approprié dans un pont de Wheatstone, les mesures deviennent indépendantes du point d'application de la force sur la branche inférieure du dynamomètre.

b) Orientation de la force

L'orientation de la force du plancher pelvien par rapport à l'axe longitudinal de la branche du dynamomètre constitue une autre source d'erreur. Si la force résultante n'est pas orientée perpendiculairement à la branche du dynamomètre, la mesure ne portera que sur une des composantes de la force exercée. Cette composante est modulée par une fonction cosinusoidale de l'angle d'inclinaison par rapport à la perpendiculaire de la branche du dynamomètre. Deux composantes d'erreur qui pourraient modifier l'orientation perpendiculaire de la force par rapport à la branche du dynamomètre, ont été identifiées. La première est liée à l'orientation naturelle de la traction exercée par le plancher pelvien par rapport à l'inclinaison du vagin. À la lumière des données anatomiques de DeLancey [DeLancey, 1988], nous avons établi que la traction du plancher pelvien s'exerce perpendiculairement à l'angle naturel du vagin (angle formé par les axes horizontal et longitudinal de la cavité vaginale) éliminant ainsi cette source d'erreur potentielle. Voir section 2.2.2. La deuxième composante d'erreur découle de l'orientation du dynamomètre dans le vagin. Lors d'une évaluation dynamométrique, les branches du spéculum sont introduites délicatement dans le vagin afin de s'assurer qu'elles suivent l'axe longitudinal naturel de la cavité. Toutefois, si les branches n'étaient pas placées dans l'axe longitudinal du vagin, l'orientation perpendiculaire de la force du plancher pelvien par rapport à la branche du dynamomètre en serait modifiée. Pour évaluer cette composante d'erreur, nous avons testé la force maximale du plancher pelvien chez un sujet avec différentes inclinaisons du dynamomètre. Les valeurs obtenues étaient similaires pour les différents angles testés dans une fourchette de 5° par rapport à l'angle naturel du vagin. Toutefois, lorsque l'inclinaison du dynamomètre

s'éloignait de 10° par rapport à l'orientation naturelle du vagin, le sujet ressentait un inconfort et les mesures de force du plancher pelvien étaient beaucoup plus basses. Cela tend à indiquer que la douleur est un facteur déterminant dans les mesures de force. Considérant que les mesures doivent être prises sans inconfort pour la patiente, nous avons établi que l'erreur maximale pouvant découler de l'inclinaison par rapport à l'angle naturel du vagin est faible, probablement de 10° tout au plus. Nous avons calculé qu'un écart de 10° introduit une erreur de 1.5 % ($\cos 10^\circ$) dans la mesure de la force. En conclusion, seule l'erreur liée à l'orientation du dynamomètre dans le vagin, et calculée à 1.5 % au maximum, pourra affecter la mesure dynamométrique du plancher pelvien.

8.1.2 Usage potentiel du dynamomètre

Les dynamomètres sont des instruments valables pour évaluer la fonction musculaire [Bohannon, 1990]. Nos résultats montrent que le nouveau dynamomètre présente de nombreux avantages par rapport à d'autres instruments pour mesurer la force du plancher pelvien. Premièrement, comparativement à l'évaluation manuelle, il procure une mesure objective de la force du plancher pelvien. Deuxièmement, ce dynamomètre fournit une indication directe de la force mesurée, contrairement aux mesures électromyographiques ou aux mesures de pression. Le nouveau dynamomètre se révélera utile pour fournir une mesure de la force musculaire du plancher pelvien plus directe et plus précise que jamais auparavant.

8.1.3 Limites de l'appareil

Pour ce qui est de l'utilisation clinique du dynamomètre, mentionnons qu'il ne se prête pas aux mesures de force musculaire chez les femmes présentant un hymen imperforé, une descente d'organes importante, des cicatrices importantes aux parois vaginales ou une hypertonicité du plancher pelvien, pouvant nuire à l'introduction des branches de l'appareil dans le vagin.

En conclusion, les résultats de l'étude de calibrage démontre que le nouveau dynamomètre mesure avec précision les forces appliquées sur ses tiges instrumentées. Le nouvel appareil semble donc comporter des avantages considérables sur les plans conceptuel et fonctionnel par rapport aux méthodes conventionnelles de mesure et s'avère un outil très prometteur pour évaluer la force du plancher pelvien.

8.2 DISCUSSION DE L'ARTICLE 2

8.2.1 Mesures de force

8.2.1.1 effet de l'ouverture sur la force musculaire

Les résultats de l'étude de fidélité des mesures dynamométriques du plancher pelvien indiquent que la force maximale augmente avec l'ouverture du dynamomètre. Cette relation n'est pas surprenante puisque la tension musculaire s'accroît avec la longueur du muscle jusqu'à sa longueur optimale [Lieber, 1992]. Le niveau de force maximale obtenu avec des longueurs moindres est plus bas et peut, par conséquent, rendre difficile la démonstration d'une différence dans la force musculaire avant et après un programme de rééducation du plancher pelvien

ou même entre les femmes continentes et incontinentes. Cela pourrait expliquer en partie les divergences notées dans la littérature quant à l'écart de force du plancher pelvien entre les femmes incontinentes et continentes, certains auteurs parlant d'une différence notable de la force maximale du plancher pelvien entre ces deux groupes [Hahn, 1996; Morkved, 2002] et d'autres ne relevant aucune différence significative [Theofrastous, 1997; Boyington, 2000].

8.2.1.2 fidélité de la mesure

Dans l'étude G (généralisabilité) de l'analyse de fidélité, le pourcentage de variance le plus élevé des valeurs de force maximale était attribuable aux différences entre les participantes (variance inter-sujets : S). C'est ce qui explique les indices de dépendabilité élevés calculés dans les études D (décision) parce que la variation entre les participantes est beaucoup plus importante que les autres causes de variance. Le faible pourcentage de la variance totale associé au facteur jour indique qu'aucune différence systématique ne s'est manifestée entre les jours, ce qui tend à corroborer notre prémisse conceptuelle selon laquelle aucun changement systématique important ne survient chez les sujets sur une période d'un mois. Il est également intéressant de souligner que l'interaction patient-jour s'est révélée la principale composante d'erreur de variance. Ceci indique que la force maximale peut augmenter, rester stable ou diminuer d'un jour à l'autre, et ce, de manière aléatoire entre les participantes. Cette erreur associée au facteur jour doit être prise en considération dans les essais cliniques visant à démontrer les effets d'un traitement.

L'absence de différence systématique entre les essais ($T(\text{trial})$) et la faible erreur aléatoire ($S \times T$) observée dans l'évaluation de la force sur l'ensemble des essais nous permettent de déduire qu'aucun phénomène de fatigue ou d'apprentissage n'intervient pendant les essais. Par ailleurs, cela indique qu'un seul essai peut suffire à établir une estimation représentative de la force d'une patiente. L'utilisation de la moyenne de trois essais plutôt qu'un seul essai permet une diminution supplémentaire de 2 % de la variance totale. En terme de valeurs dynamométriques, ceci correspond à seulement 0.13 N.

8.2.1.3 Effet de l'ouverture sur la fidélité de la mesure

Les résultats de cette étude indiquent que l'ouverture du dynamomètre influence la fidélité des mesures de la force du plancher pelvien. Dans le tableau VI.II, les indices de dépendabilité trouvés à l'étude D indique une moins grande fidélité à 5 mm et 1.5 cm d'ouverture du dynamomètre par rapport à l'ouverture de 1 cm. L'indice le plus faible à 5 mm d'ouverture peut s'expliquer par la plus faible variance des sujets (valeur du numérateur dans le calcul des indices), puisque la force musculaire est à son plus bas niveau avec ce réglage du dynamomètre. Parallèlement, la variance totale (dénominateur dans le calcul des indices), diminue également, mais proportionnellement moins que la diminution de la variance des sujets. Il en résulte une diminution de l'indice. L'erreur type de la mesure (ETM) représente environ 30 % de la force moyenne à cette ouverture. De même, la moins grande fidélité des mesures obtenues avec l'ouverture de 1.5 cm peut être liée à l'inconfort ressentie par les patientes avec des ouvertures plus grandes du dynamomètre, une variable confondante qui pourrait avoir influencé

leur capacité à produire une contraction volontaire maximale de façon stable dans l'ensemble des essais et des jours.

8.2.1.4 Ouverture suggérée

C'est l'ouverture du dynamomètre de 1 cm qui assure la plus grande fidélité des mesures, avec un indice de 0.88 et une erreur type correspondante de 1.49 N. Exprimée comme un pourcentage de la valeur moyenne de force à 1 cm d'ouverture, cette erreur type vaut, 20 % et elle est la plus basse pour l'ensemble des ouvertures. Conséquemment, les mesures de force du plancher pelvien effectuées avant et après des traitements conservateurs de l'IUE chez les jeunes femmes primipares et multipares devraient se faire avec une ouverture de dynamomètre de 1 cm (ouverture vaginale de 24 mm). Pour évaluer l'effet d'un tel traitement chez une patiente, en tenant compte de l'erreur de mesure, il faut que la différence moyenne entre les mesures de force du plancher pelvien avant et après le traitement soit supérieure à l'erreur type de 1.49 N (erreur type observée pour cette ouverture). Si l'on souhaite appliquer cette dernière constatation à l'interprétation de scores individuels, il est possible de calculer des intervalles de confiance de part et d'autre du score d'un sujet à partir de l'erreur type de mesure [Crocker, 1986]. Ainsi, pour un sujet dont le score (moyenne de trois essais) est de 7 N et l'erreur type de mesure de 1.49 N, nous pouvons être certains à 95 % que son vrai score se situe entre 4.1 ($7 - [1.96 \times \text{ETM}]$) et 9.9 ($7 + [1.96 \times \text{ETM}]$).

8.2.2 Mesures de taux maximal de développement de la force

La fidélité des mesures du taux maximal de développement de la force (TMDF) était très similaire à celle observée pour les valeurs de force maximale. Cette

similitude était attendue puisque des tests de force des membres inférieurs [Stoohart, 1973; Nadeau, 1997] ont établi une corrélation positive entre le TMDF et la force maximale. Ce paramètre est probablement d'une grande importance car il témoigne de la capacité du sujet à contracter ses muscles rapidement lors d'augmentations brusques de la pression intra-abdominale, comme dans les cas de toux ou de rire.

8.2.3 Mesures d'endurance

Le pourcentage des composantes de variance calculées dans l'étude G sur les mesures d'endurance (Tableau VI.IV) montre que la variance totale excède la variance des sujets. Cette situation se traduit nécessairement par une moins grande fidélité, comme l'indiquent en effet les résultats de l'étude D. La variance est plus aléatoire que systématique car la variance attribuable à l'interaction sujet-jour (S x D (*Day*)) est élevée alors que la variance du facteur jour (D) est faible. L'examen des profils d'endurance des participantes (Fig. 6.3) révèle des fluctuations de la force musculaire tout au long de la période de test, ce qui pourrait expliquer en partie l'erreur aléatoire décelée entre les jours. Une hypothèse proposée veut que ces fluctuations soient la manifestation de défaillances répétées des fibres musculaires en vue de maintenir la contraction du muscle du plancher pelvien sur de longues périodes.

Le protocole d'endurance utilisé dans la présente étude et qui correspond aux mesures d'endurance du plancher pelvien suggérées dans les écrits [Laycock, 1992] semble incapable de caractériser fidèlement l'endurance des muscles du plancher pelvien. Le protocole exige le maintien de la tension maximale pendant

plus de 90 secondes mais ce type d'endurance apparaît impossible à mesurer à moments fixes, soit à 10 s et 60 s, en raison des instabilités de force enregistrées tout au long du test. Par ailleurs, dans les muscles des membres supérieurs, l'endurance est aussi évaluée en fonction de la durée pendant laquelle un sujet peut maintenir un pourcentage de la tension maximale [Petrofsky, 1980]. Cette approche sub-maximale devrait être explorée dans des recherches ultérieures car elle reflète davantage les besoins réels d'endurance du plancher pelvien dans les activités quotidiennes.

8.2.4. Limites de l'étude

La présente étude de fidélité est étroitement liée à la population à laquelle les mesures sont appliquées, c'est-à-dire les femmes primipares ou multipares âgées entre 27 et 42 ans. Bien que cette approche puisse être perçue comme inefficace pour évaluer la fidélité de manière générale, elle se fonde sur une vision réaliste de la mesure pour la population concernée et ne constitue pas une limite de la fidélité.

La question de la fidélité inter-observateurs n'est pas abordée dans le présent article étant donné que l'étude clinique actuelle ne fait appel qu'à un seul évaluateur. Une étude de fidélité inter-observateurs devrait donc être réalisée pour tout protocole de recherche comprenant plusieurs évaluateurs.

Finalement, la recommandation susmentionnée concernant l'ouverture de dynamomètre à utiliser pour évaluer la force du plancher pelvien repose sur les résultats de la présente étude de fidélité. Quant à savoir si la mesure de la force obtenue avec une ouverture de dynamomètre de 1 cm (ouverture vaginale de 24 mm) offre la meilleure corrélation avec les mesures d'incontinence urinaire, il s'agit d'une question sans réponse. Elle fera l'objet ultérieurement d'une étude de corrélation entre les mesures de force du plancher pelvien à différentes ouvertures de dynamomètre et les mesures d'incontinence urinaire.

En conclusion, les mesures de force maximale et de TMDF ont démontré une très bonne fidélité *test-retest* pour l'évaluation des jeunes femmes primipares et multipares souffrant d'IUE. L'ouverture de dynamomètre préconisée pour effectuer les mesures est de 1 cm, en raison de la fidélité accrue et de l'erreur type de mesure (% de la valeur moyenne) réduite obtenues avec ce réglage.

8.3 DISCUSSION DE L'ARTICLE 3

8.3.1 Efficacité des interventions physiothérapeutiques supervisées

Cette étude démontre que les traitements physiothérapeutiques supervisés sont efficaces pour le traitement de l'IUE postnatale persistante. Nos résultats corroborent ceux des essais cliniques randomisés de Wilson *et al.* [Wilson, 1998] et de Glazener *et al.*, [Glazener, 2001], auprès de la même clientèle. Une comparaison approfondie des résultats de la présente étude avec ceux des études mentionnées précédemment est toutefois difficile à faire car divers aspects,

notamment la mesure de l'incontinence urinaire de même que le protocole de rééducation, varient d'une étude à l'autre.

8.3.1.1 Traitement de courte durée

Il importe néanmoins de signaler que l'amélioration objective et subjective de la continence urinaire a été observée après seulement huit semaines de traitement et ce avec une grande observance du traitement. Notre taux d'abandon était seulement à 6 % comparativement à 37 % dans l'étude de Wilson et à 28 % dans celle de Glazener [Wilson, 1998 : Glazener, 2001]. De plus, plus de 30 % des abandons dans l'étude de Wilson étaient liés aux contraintes de temps et au travail [Wilson, 1998]. Étant donné qu'aujourd'hui plus de femmes avec de jeunes enfants ont des contraintes professionnelles en sus de leurs obligations familiales, et qu'une intervention plus courte augmente l'observance du traitement, la présente intervention physiothérapique multimodale comporte des avantages certains par rapport aux interventions physiothérapiques de longue durée.

8.3.1.2 Aspect multimodal de la rééducation

Plusieurs facteurs peuvent avoir contribué aux changements de la condition urinaire, observés en un court laps de temps. Premièrement, il a été démontré que les exercices actifs du plancher pelvien pratiqués sous la supervision d'un physiothérapeute sont plus efficaces que les exercices actifs du plancher pelvien pratiqués sans supervision [Wilson, 2002]. De plus, le présent protocole en lui-même, combinant la stimulation électrique et le *biofeedback* à l'entraînement des muscles du plancher pelvien et à des contractions synchronisées du plancher pelvien, pourrait possiblement avoir contribué à l'amélioration rapide de la

continence. Il a été démontré que la stimulation électrique et la rétroaction biologique facilitent la conscience et la coordination des contractions du plancher pelvien et constitue une source de motivation pendant l'entraînement [Wilson, 2002]. Par ailleurs, le recours aux contractions synchronisées du plancher pelvien (« *knack* ») a démontré son efficacité à empêcher les pertes d'urine après une semaine d'entraînement [Miller, 1998]. Les femmes souffrant d'incontinence urinaire en période postnatale présentent une faiblesse musculaire importante du plancher pelvien [Allen, 1990] ainsi qu'une contraction asymétrique et incoordonnée de ce muscle [Deindl, 1994]. La réadaptation multimodale proposée aura possiblement facilité l'apprentissage moteur des sujets à l'étude. La contribution relative de chacune des modalités ne peut par ailleurs être établie, de par la méthodologie de notre étude.

8.3.1.3 Efficacité de traitement

Pour un pourcentage élevé de sujets de l'étude, le traitement physiothérapeutique multimodal s'est traduit par une résolution de l'incontinence (attestée par une perte de moins de 2 grammes au *Pad test* de 20 minutes). Cette proportion était de 70 % dans le groupe de rééducation du plancher pelvien et de 74 % dans le groupe de rééducation combinée. Les ECR portant sur les traitements physiothérapeutiques de l'IUE chez la femme de tous âges dans de la revue systématique de Cochrane affichent des résultats beaucoup plus bas, avec un taux de guérison maximal situé entre 44 et 56 % ou un taux combiné de guérison et d'amélioration d'environ 65 % après la rééducation du plancher pelvien [Hay Smith, 2001]. À ce jour, nous ne pouvons dire si les résultats prometteurs actuels de notre étude se traduiront par une guérison ou une amélioration à long terme de

postnatale persistante. Il convient donc de les interpréter avec précaution. Toutefois, la rééducation multimodale du plancher pelvien avec supervision présente un avantage indéniable dans le traitement de l'IUE postnatale persistante immédiatement après le traitement en ce qui concerne l'observance et le taux de guérison. Un suivi d'une durée d'un an est actuellement en cours et les résultats à long terme devraient être disponibles dans les années à venir.

8.3.2 Efficacité des interventions physiothérapeutiques supervisées combinées à des exercices de renforcement des muscles abdominaux profonds

À notre connaissance, la présente étude est le premier ECR à comparer la rééducation du plancher pelvien avec ou sans renforcement des muscles abdominaux. Il en ressort qu'il ne semble pas y avoir de différences entre l'un ou l'autre traitement quant à leur effet sur l'IUE postnatale persistante, notamment dans les résultats au *Pad test* ou des questionnaires *IIQ* et *UDI* ainsi que du *VAS*. Même si nous ne disposons pas encore de données de suivi à long terme après l'arrêt du traitement et que, de ce fait, nous ne pouvons nous prononcer sur les effets à long terme, les résultats actuels n'appuient pas l'ajout au traitement multimodal d'exercices des abdominaux profonds étant donné l'absence de supériorité démontrée de même que le temps et les ressources supplémentaires exigés.

8.3.3 Amélioration de la continence et amélioration de la force du plancher pelvien

Bien que les résultats objectifs et subjectifs de la continence aient connu une amélioration sensible après l'application des deux programmes de rééducation du plancher pelvien, il apparaît que ces changements ne sont pas directement reliés à des changements dans la fonction musculaire du plancher pelvien. Dans le groupe de rééducation du plancher pelvien seul, aucun changement n'a été observé dans les paramètres de force mesurés avec les deux ouvertures tandis que dans le groupe de rééducation combinée, une augmentation de la force a été notée seulement avec l'ouverture à 19 mm. Ces résultats semblent contredire le mécanisme d'action des traitements physiothérapeutiques de l'IUE voulant que l'augmentation de la force musculaire du plancher pelvien améliore la continence [Hay-Smith, 2001].

À ce sujet, la recension des écrits révèle des données conflictuelles, certaines études faisant état de changements significatifs de la force musculaire du plancher pelvien après un programme de rééducation ayant réduit l'incontinence urinaire [Bo, 1990; Wilson, 1998], d'autres n'en ayant relevé aucun [Burns 1988; Miller, 1998]. Toutefois, l'utilisation d'instruments de mesure ne fournissant qu'une mesure indirecte (périnéomètre pression) ou subjective (bilan digital) de la force du plancher pelvien [Burns 1988; Bo, 1990; Wilson, 1998; Miller, 1998] pourraient avoir influencé les résultats dans un premier temps. Le nouveau dynamomètre prend une mesure directe et objective de la force musculaire du plancher pelvien [Dumoulin, 2003]. De plus, il montre une bonne fidélité de ses mesures lors de l'application d'un protocole de mesure standardisé chez les femmes souffrant

d'IUE postnatale persistante [Dumoulin, sous presse]. La qualité des mesures obtenues n'est donc pas la cause de cette contradiction.

Une piste d'explication pourrait se trouver dans la spécificité de l'entraînement. En effet, celle-ci suppose qu'une plus grande augmentation de la force est observée lorsque l'évaluation reproduit les conditions de l'entraînement, soit le type de contraction utilisé, la longueur musculaire et la vélocité du travail [Enoka, 2002]. Ainsi, le renforcement musculaire dans sa deuxième phase (de la 5^{ème} à la 8^{ème} semaine) a été effectué dans la position debout, une position autre que la position d'évaluation et qui amène une pression gravitationnelle supplémentaire sur le plancher pelvien pouvant influencer la longueur musculaire dans laquelle l'entraînement se fait. Il est possible que l'augmentation de la force musculaire ait été plus grande si l'exercice avait été poursuivi en position décubitus dorsal pendant tout le traitement ou inversement, si la mesure avait été prise en station debout suite à un entraînement dans cette position. L'étude dynamométrique de la force du plancher pelvien étant relativement récente, il faudra tester cette hypothèse ultérieurement.

Une autre hypothèse suggère que des facteurs autres que la force et le TMDF pourraient contribuer à la continence. La théorie de la rééducation du plancher pelvien comme traitement de l'incontinence urinaire s'appuie sur des changements neuromusculaires pouvant intervenir après un entraînement de force spécifique [Dinubile, 1991]. Il a été suggéré qu'un entraînement de force régulier accroît le volume du muscle [Dinubile, 1991] et/ou améliore la fréquence de recrutement et de décharge des unités motrices. L'hypertrophie étant un processus lent qui ne

débute qu'après de nombreuses semaines d'entraînement [Dinubile, 1991], notre protocole était vraisemblablement de durée trop courte pour provoquer une augmentation significative du volume musculaire. Une meilleure activation des unités motrices (recrutement et fréquence), qui peut également se traduire par un accroissement des mesures de force après le traitement, n'a pas fait l'objet d'une investigation propre mais l'absence de changements cohérents du point de vue de la force d'un groupe à l'autre ne corrobore pas cette possibilité. Par conséquent, des phénomènes d'apprentissage moteur non reliés à une variation de la force maximale, comme une meilleure synchronisation de la contraction du plancher pelvien et une perception accrue de cette contraction, encouragés par le présent protocole de rééducation, pourraient avoir contribué aux changements observés dans l'état de la continence.

Il se peut par ailleurs que d'autres paramètres musculaires, comme le tonus, la résistance passive et l'endurance, non mesurés dans la présente étude, soient intervenus dans les changements révélés dans les résultats. Toutefois, les résultats n'excluent pas que la force pourrait avoir augmenté de manière substantielle chez certains sujets et entraîné un effet positif sur les résultats. On pourrait également objecter que la taille réduite de l'échantillon de cette partie de l'étude ($n=20$, $n=23$ et $n=19$) constituait un facteur limitatif et que les résultats non significatifs pourraient découler d'une erreur de type II.

En conclusion, l'amélioration significative de la continence urinaire sans amélioration concomitante de la force musculaire, telle qu'évaluée par notre protocole d'évaluation avec un instrument montrant de bonnes propriétés

psychométriques, incite à poursuivre l'évaluation de la musculature du plancher pelvien. L'évaluation d'autres paramètres de la fonction musculaire avant et après le traitement physiothérapeutique de l'IUE permettront de mieux comprendre les mécanismes d'action des traitements physiothérapeutiques de l'incontinence.

CHAPITRE IX - CONCLUSION

Les traitements physiothérapeutiques supervisés sont efficaces dans le traitement de l'IUE postnatale persistante. Par ailleurs, la rééducation combinée du plancher pelvien et des muscles abdominaux n'est pas plus efficace que la rééducation du plancher pelvien seule. Finalement, l'amélioration de la continence urinaire ne semble pas être associée à une amélioration concomitante de la force du plancher pelvien, telle que mesurée par un outil de mesure de la force du plancher pelvien présentant de bonnes propriétés psychométriques. L'amélioration d'autres paramètres musculaires pourrait être importante dans le traitement de l'IUE postnatale persistante. Il apparaît nécessaire de poursuivre l'évaluation dynamométrique de la fonction musculaire du plancher pelvien afin de mieux comprendre les mécanismes d'action des traitements physiothérapeutiques de l'IUE.

RÉFÉRENCES

- Abrams P., Blaivas J., Stanton S., Anderson J. The standardization of the terminology of lower urinary tract function recommended by the International Continence Society. *Neurourology and Urodynamics* 1988; 7:404-26.
- Abrams P., Cardozo L., Fall M., Griffith D., Rosier P., Ulmsten U., Kerrebroeck P., Victor A., Wein A. The standardization of terminology of lower urinary tract function: Report from the standardization sub-committee of the International Continence Society. *Neurourology and Urodynamics* 2002; 21:167-178.
- Abrams P., Khoury S., Wein A. Editors. *Incontinence. First international consultation on incontinence.* 1st Edition. UK: Health Publication Limited 1999.
- Abrams P, Cardozo L., Khoury S., Wein A. editor(s). 2002*. *Incontinence. Second international consultation on incontinence.* 2nd Edition. UK: Health Publication Ltd.
- Aksac B., Isikoglu M., Aksac E. Biofeedback and pelvic floor exercises for the rehabilitation of urinary stress incontinence. *Gynecologic and Obstetric Investigation* 2003; 56(1):23-7.
- Allen R., Hosker G., Smith A. Warrel D. Pelvic floor damage and childbirth: a neurophysiological study. *British Journal of Obstetrics and Gynecology* 1990; 97:770-779.
- Artibani W., Andersen JT., Gajewski JB., Ostergard S., Raz S., Tubaro A., Khullar V., Klarskov P., Rodriguez L. Imaging and other investigations. In Abrams P, Cardozo L., Khoury S., Wein A. editor(s). 2002. *Incontinence. Second international consultation on incontinence.* 2nd Edition. UK: Health Publication Ltd.: 425-477.
- Avril J. *Encyclopédie d'analyse de contrainte.* Vishay Micromesures, Malakoff, Paris, France. 1984: 277-298.
- Basmajian J. The next clinical revolution—behavioral medicine. *Journal of the American Osteopathic Association* 1985 Sep; 85(9):592-4.
- Beaulieu S., Collet JP., Tu LM., Macrammalla E., Wood-Dauphinee S., Corcos J. Performance of the Incontinence Impact Questionnaire in Canada. *Canadian Journal of Urology* 1999; 6(1):692- 699.23.
- Bélanger AY. *Evidence-based guide to therapeutic physical agents.* Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore MD.:2002.

- Benvenuti F., Caputo G., Bandinelli S., Mayer F., Biagini C., Somavilla A. Reeducative treatment of female genuine stress incontinence. *American Journal of Physical Medicine* 1987; 66 (4):155-168.
- Berghmans L., Hendricks H., Bo K., Hay-Smith E. Conservative treatment of stress urinary incontinence in women: a systematic review of randomized clinical trials. *British Journal of Urology* 1998; 82:181-191.
- Blakeman PJ., Hilton P., Bulmer JN. Mapping oestrogen and progesterone receptors throughout the female lower urinary tract. *Neurourology and Urodynamics* 1996; 15:324-325.
- Bo K., Kvarstein B., Hagen R., Larsen S. Pelvic floor muscle exercises for the treatment of female stress urinary incontinence: II. Validity of vaginal pressure measurements. *Neurourology and Urodynamics* 1990; 9:479-487.
- Bo K. Pressure measurements during pelvic floor muscle contractions: The effect of different positions of the vaginal measuring device. *Neurourology and Urodynamics* 1992; 11:107-113.
- Bo K. Physiotherapy to treat genuine stress incontinence. *International Continence Survey* 1996; 6(2):2-8.
- Bo K., Talseth T., Holme I. Single blind, randomized controlled trial of pelvic floor exercises, electrical stimulation, vaginal cones and no treatment in the management of genuine stress incontinence. *British Medical Journal* 1999; 318:487-493.
- Bo K., Finckenhagen H. Vaginal palpation of the pelvic floor muscle strength: inter-test reproducibility and comparison between palpation and vaginal squeeze pressure. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica* 2001; 80(10):883-7.
- Bo K. Dynamic MRC of the pelvic floor muscles in an upright sitting position. *Neurourology and Urodynamics* 2001; 20:167-174.
- Bohannon R. Testing isometric limb muscle with dynamometers. *Physical and Rehabilitation Medicine* 1990; 2(2):75-86.
- Bourbonnais D., Duval P., Gravel D., Steele C., et al. A static dynamometer measuring multidirectional torques exerted simultaneously at the hip and knee. *Journal of Biomechanics* 1993; 26 (3): 277-283.
- Boyington A., Dougherty C. Pelvic muscle exercise effect on pelvic muscle performance in women. *International Urogynecology Journal and Pelvic Floor Dysfunction* 2000; 11:212-218.

- Brink, C., Sampsel, C., Wells, T., Diokno, A., Gillis, G. A digital test for pelvic muscle strength in older women with urinary incontinence. *Nursing Research* 1989; 38(4):196-199.
- Brink C., Wells T., Sampsel C., Taillie E., Mayer R. A digital test for pelvic muscle strength in women with urinary incontinence. *Nursing Research* 1994; 43:352-356.
- Bump R., Mattiasson A., Bo K., Brubaker L., DeLancey J., Karskov P., Shull B., Smith A. The standardization of terminology of female pelvic organ prolapse and pelvic floor dysfunction. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 1996; 175:10-17.
- Burgio K., Locher J., Zyczynski H., Hardin J., Singh K. Urinary incontinence during pregnancy in a racially mixed sample: characteristics and predisposing factors. *International Urogynecology Journal and Pelvic Floor Dysfunction* 1996; 7:69.
- Burns P., Pranikoff K., Reis J., Levy K. Effectiveness of biofeedback therapy for stress urinary incontinent female. *Neurology and Urodynamics* 1988;7(3):280-282.
- Caldwell L., Chaffin D., Dukes-Dobos F., Kroemer K., Laubach L. A proposed standard procedure for static muscle strength testing. *American Industrial Hygiene Association Journal* 1974; 25:201-206.
- Cardozo L., Cutner A. Lower urinary tract symptoms in pregnancy. *British Journal of Urology* 1997;80(suppl 1):14-23.
- Caufriez M. Post-partum: rééducation urodynamique. Tome 3. Maïte Collection, Bruxelles, Belgique: 1993.
- Caufriez, M. Thérapies manuelles et instrumentales en urogynécologie. Bruxelles, Belgique: 1998.
- Chiarelli P., O'Keefe D. Physiotherapy for pelvic floor. *Australian Journal of Physiotherapy* 1981; 27(4):103-108.
- Chiarelli P., Cockburn J. Promoting urinary incontinence in women after delivery: randomized controlled trial. *British Medical Journal* 2002; 324 (7348):1241.
- Christensen H., Lo Monaco M., Dahl K. Processing of electrical activity in human muscle during a gradual increase in force. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 1984 Sep; 58(3):230-9.
- Crocker L., Algina J. Introduction to classical & modern test theory. Fort Worth. Harcourt: 1986.

- Deindl F., Vodusek D., Hesse U., Shussler B. Pelvic floor activity patterns: comparison of nulliparous continent and parous urinary stress incontinent women. *British Journal of Urology* 1994; 73:413-417.
- De Kruif Y., Van Wege E. Pelvic floor muscle exercises therapy with myofeedback for women with SUI: a meta analysis. *Physiotherapy* 1996; 82(2):107.
- DeLancey J. Structural aspects of urethrovesical function in the female. *Neurourology and Urodynamics* 1988; 7:509- 518.
- DeLancey, J. Histology of the connection between the vagina and levator ani muscles. *Journal of Reproductive Medecine* 1990; 35(8):765-771.
- DeLancey J. Childbirth, continence, and the pelvic floor. *New England Journal of Medecine* 1993; 329:1956-1957.
- DeLancey J. Structural support of the urethra as it relates to stress urinary incontinence : the hammock hypothesis. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 1994; 170:1713-1720.
- DeLancey, J. Stress urinary incontinence : Where are we now, where should we go? *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 1996; 175:311-319.
- DeLancey J., Fowler C., Keane D., Macarak E., Mostwin J., Elbadawi A., Yamaguchi O., Lewis Wall L. Pathophysiology. In Abrams P., Khoury S., Wein A. editors. *Incontinence. First international consultation on incontinence.* 1st Edition. UK: Health Publication Limited. 1999: 227-294.
- DeLancey J., Gosling J., Creed K., Dixon J., Delmas V., Landon D., Norton P. Gross anatomy and cell biology of the lower urinary tract. In Abrams P., Cardozo L., Khoury S., Wein A. editors. *Incontinence. Second international consultation on incontinence.* 2nd Edition. UK: Health Publication Limited, 2002: 17-82.
- Dinubile NA. Strength training. *Clinics in Sports Medicine* 1991; 10:33-62.
- Dittmar S., Gresham G. Functional assessment and outcome measures for the rehabilitation health professional. Aspen Publication Gaithersburg, MD.: 1997.
- Donavan J., Badia X., Corcos J., Gotoh M., Kelleher C., Naughton M., Shaw C. Symptoms and quality of life assessment. In Abrams P, Cardozo L, Khoury S, Wein A, editors. 2002. *Incontinence. Second international consultation on incontinence.* 2nd Edition. UK: Health Publication Ltd: 267-317.
- Dougherty M., Abrams R., McKey P. An instrument to assess the dynamic characteristics of the circumvaginal musculature. *Nursing Research* 1986; 35(4):202-206.

- Dumoulin C., Seaborne DE., Quirion-De Girardi C., Sullivan J. Pelvic floor rehabilitation part II: Pelvic floor reeducation with interferential currents and exercise in the treatment of genuine stress incontinence in post-partum women; a cohort study. *Physical Therapy* 1995; Dec:43- 49.
- Dumoulin C. Reliability of dynamometric measurements of the pelvic floor musculature using the Montreal dynamometer. *Proceedings of the 2nd International Consultation on Incontinence*. Paris, France. 2001:48.
- Dumoulin C., Bourbonnais D., Lemieux MC. Development of a dynamometer for measuring the isometric force of the pelvic floor musculature. *Neurourology and Urodynamics* 2003; 22(7):648-653.
- Dumoulin C., Gravel D., Bourbonnais D., Lemieux MC., Morin M. Reliability of dynamometric measurements of the pelvic floor musculature. *Sous presse dans Neurourology and Urodynamics*.
- Enhörning G. Simultaneous recording of intravesical and intraurethral pressure. *Acta Chirurgica Scandinavica Supplementum*. 1961; 276 :1.
- Enoka R., Fuglevand A. Motor unit physiology: some unresolved issues. *Muscle Nerve* 2001; 24(1):4-17.
- Fall M., Lindstrom S. Electrical stimulation. A physiologic approach to the treatment of urinary incontinence. *Urological Clinics of North America* 1991 May; 18(2):393-407.
- Fantl J. and the Urinary Incontinence Guidelines Panel. Urinary incontinence in adults: clinical practice guidelines. AHCPR Pub. No 92-0038. Agency for health care policy and research, Public health service, US department of health and human services, Rockville, MD.: 1992.
- Glazener C., Herbison G., Wilson P., MacArthur C., Lang G., Gee H., Grant A. Conservative management of persistent postnatal urinary and fecal incontinence: randomized controlled trial. *British Medical Journal* 2001; 323(7313):593.
- Gravel D. Le renforcement musculaire: Une interprétation personnelle de la littérature (1^{ère} partie). *Revue de l'Association Canadienne de Physiothérapie* 1972; 24:190-197.
- Gravel D., Richards C., Filion M. Angle dependency in strength measurement of the ankle plantar flexors. *European Journal of Applied Physiology* 1990; 61:182-187.
- Gravel D. Le système musculaire en kinésiologie. Notes de cours REA-1100. Programme de physiothérapie, École de réadaptation. Université de Montréal: 1998.

- Gunnarsson M., Mattiasson A. Female stress, urge, and mixed urinary incontinence are associated with a chronic and progressive pelvic floor/vaginal neuromuscular disorder: an investigation of 317 healthy and incontinent women using vaginal surface electromyography. *Neurourology and Urodynamics* 1999; 18: 613-621.
- Haab F., Sebe P., Mondet F., Ciofu C. Functional anatomy of the bladder and urethra in females. In Corcos J., Schick E. editors. *The urinary sphincter* Marcel Dekker Inc. New York, NY: 2001:15-24.
- Handa V., Harris T., Ostergard D. Protecting the pelvic floor: obstetric management to prevent incontinence and pelvic organ prolapse. *Obstetrics and Gynecology* 1996; 88:470-478.
- Hahn I., Fall M. Objective quantification of stress urinary incontinence: A short reproducible provocative Pad-test. *Neurourology and Urodynamics* 1991; 10:475- 481.
- Hanh I., Milsom I., Ohlsson BL., Ekelund P. Uhlemann C., Fall M. Comparative assessment of pelvic function using vaginal cones, vaginal digital palpation and vaginal pressure measurements. *Gynecologic and Obstetric Investigation* 1996; 41:269-274.
- Hay-Smith E., Boyington A., Berghmans L., Hendriks H., de Bie R., Van Waalwijk Van Doorn E. Pelvic floor muscle training for urinary incontinence in women. *The Cochrane Library* 2001 Issue 3.
- Ho K., McMurray G., Bradding A., Noble J., Ny L., Andersson K. Nitric oxide synthase in heterogeneous population of intramural striated muscle fibers of human membranous urethral sphincter. *Journal of Urology* 1998; 159:1091.
- Hood L., Forward E. Strength variations in two determinations of maximal isometric contractions. *Journal of American Physical Therapy Association* 1965; 45:1046-1053.
- Hunskar S., Burgio K., Diokno AC., Herzog AR., Hjalmas K., Lapitan MC. Epidemiology and natural history of Uriary incontinence (UI). In Abrams P., Cardozo L., Khoury S., Wein A. editors. *Incontinence. Second international consultation on incontinence. 2nd Edition.* UK: Health Publication Limited. 2002: 165-195.
- Jolleys J. Reported prevalence of urinary incontinence in women in a general practice. *British Medical Journal* 1988; 296:1300- 1302.
- Kegel A. Progressive resistance exercise in the functionnal restoration of the perineal muscles. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 1948; 56:238-248.

- Kelleher C., Cardozo L., Toozs-Hobson P. Quality of life and urinary incontinence. *Current Opinion in Obstetrics and Gynecology* 1995 Oct; 7(5):404-8.
- Koelbl H., Mostwin J., Boiteux JP., Macarak E., Petri E., Schafer W., Yamaguchi O. Pathophysiology in Abrams P., Cardozo L., Khoury S., Wein A. editors. *Incontinence. Second international consultation on incontinence. 2nd Edition.* UK: Health Publication Limited. 2002: 205-241.
- Laycock J. Assessment and treatment of pelvic floor dysfunction. Doctoral dissertation. Postgraduate school of Biomedical Sciences, University of Bradford, Bradford, England: 1992.
- Lieber R. Skeletal muscle structure and function (Implications for rehabilitation and sports medicine). Williams and Wilkins, Baltimore MD: 1992.
- Mason L., Glenn S., Walton I., Appleton C. The prevalence of stress urinary incontinence during pregnancy and following delivery. *Midwifery* 1999; 15:120-128.
- Mawdsley R. Comparison of isokinetic measurements with test repetitions. *Physical Therapy* 1982; 62:169-172.
- Meyer S., Hohlfeld P., Achtari C., De Grandi P. Pelvic floor education after vaginal delivery. *Obstetrics and Gynecology* 2001; 97(5):673-677.
- Millard R. Bladder control a simple self-help guide. Maclennan and Petty, Sydney, Australia: 1987.
- Miller JM., Ashton-Miller JA., De Lancey JOL. A pelvic muscle precontraction can reduce cough-related urine loss in selected women with mild SUI. *Obstetrics and Gynecology* 1998; 46:870-874.
- Morin M., Dumoulin C., Bourbonnais D., Lemieux M.C. Force maximale du plancher pelvien chez les femmes présentant ou non une incontinence urinaire d'effort en période post-partum: une étude pilote. Rapport de stage d'étudiante de 1^{er} cycle, présenté à la Faculté de Médecine de l'Université de Montréal: 2000.
- Morin M., Dumoulin C., Bourbonnais D., Gravel D., Lemieux MC. Comparative assessment of pelvic floor maximal strength using vaginal digital palpation and dynamometric measurements. *Sous presse dans Neurourology and Urodynamics.*
- Morkved S., Bo K. The effect of postpartum pelvic floor muscle exercise in the prevention and treatment of urinary incontinence. *International Urogynecology Journal and Pelvic Floor Dysfunction* 1997; 8(4):217-22.

- Morkved S., Bo K. Prevalence of urinary incontinence during pregnancy and postpartum. *International Urogynecology Journal and Pelvic Floor Dysfunction* 1999; 10:394-8.
- Morkved S., Bo K. Effect of postpartum pelvic floor muscle training in prevention and treatment of urinary incontinence: a one-year follow up. *British Journal of Obstetrics and Gynaecology* 2000; 107(8):1022-1028.
- Morkved S., Salvesen K., Bo K., Eik-Nes S. Pelvic floor muscle strength and tickness in continent and incontinent nulliparous women. *Neurourology and Urodynamics* 2002; 21(4):358-359.
- Morkved S., BO K., Schei B., Salvesen K. Pelvic floor muscle training during pregnancy to prevent urinary incontinence: a single-blind randomized controlled trial. *Obstetrics and Gynecology* 2003 Feb; 101(2):313-9.
- Nadeau S., Gravel D., Arsenault A., Bourbonnais D., Goyette M. Dynamometric assessment of the plantar flexors in hemiparetic subjects: relations between muscular, gait and clinical parameters. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medecine* 1997; 29:137-146.
- Neter J., Kutner M., Natchtsheim C., Wasserman W. *Applied linear models*. Fourth edition. WCB McGraw-Hill, New York, NY. 1996.
- Netter, FH. *Interactive atlas of human anatomy*, Ciba Medical Education & Publications. 1995.
- Papa Petros P., Ulmstren U. Role of the pelvic floor in bladder neck opening and closure I: muscles forces. *International Urogynecology Journal and Pelvic Floor Dysfunction* 1997; 8:74-80.
- Papa Petros P., Ulmstren U. Role of the pelvic floor in bladder neck opening and closure II: vagina. *International Urogynecology Journal and Pelvic Floor Dysfunction* 1997; 8:69-73.
- Peattie A., Plevnik S. Cones versus physiotherapy as conservative management of genuine stress incontinence. *Neurourology and Urodynamics* 1989; 7:265-266.
- Peschers U., Schaer G., thuber C., Delancey J. Schuessler B. Changes in vesical neck mobility following vaginal delivery. *Obstetrics and Gynecology* 1996; 88;1001-1006.
- Peschers U., Schaer G., Delancey J., Schuessler B. Levator ani function before and after childbirth. *British Journal of Obstetrics and Gynaecology*. 1997 Sep; 104(9):1004-8.

- Peschers U., Gingelmaier A., Jundt K., Leib B., Dimpfl T. Evaluation of pelvic floor muscle strength using four different techniques. *International Urogynecology Journal and Pelvic Floor Dysfunction* 2001; 12:27-30.
- Petrofsky J., Phillips C. The effect of elbow angle on the isometric strength and endurance of the elbow flexors in men and women. *Journal of Human Ergology*. 1980; 9:125-131.
- Pocock S. *Clinical trials: A practical approach*. New York (NY):John Wiley & Sons Ltd: 1983.
- Portney L., Watkins M. *Foundation of clinical research: application to practice*. Appleton and Lange, Northwalk, CT. 1993.
- Prentice W. *Therapeutic modalities for allied health professionals* McGraw-Hill Health Professions Division. New York, NY: 1998.
- Reckemeyer I., Jundt K., Drinovac V., Dimpfl T., Peschers U. Pelvic floor re-education with electrical stimulation: how many women learn to contract? *Proceedings of the 32nd International Continence Society* 2002: 65-66.
- Richardson C., Jull G., Hodges P., Hides J. *Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in low back pain: scientific basis and clinical approach*. Churchill Livingstone, London, UK: 1998.
- Robinson D., Cardozo L. The menopause and HRT. Urogenital effects of hormone therapy. *Best Practactice and Research: Clinical Endocrinology and Metabolism* 2003 Mar; 17(1):91-104.
- Rockner G., Jonasson A. Olund A. The effect of mediolateral episiotomy at delivery on pelvic floor muscle strength evaluated with vaginal cones. *Acta Obstetricia et Gynecologica Scandinavica* 1991; 70:51-54.
- Rowe P. A new system for the measurement of pelvic floor muscle strength in urinary incontinence. In the 12th International Congress of the World Confederation for Physical Therapy Abstract book 1995: 1193.
- Rud T. Urethral pressure profile in continent women from childhood to hold age. *Acta Obstetricia Gynecologica Scandinavica* 1980;59:331.
- Sampsel C., Miller J., Mims B., DeLancey J., Aston-Miller J., Antonakos C. Effect of pelvic muscle exercise on transient incontinence during pregnancy and after birth. *Obstetrics and Gynecology* 1998; 91:406-412.
- Sandvik H., Hunskaar S., Vanvik A., Bratt H., Seim A, Hermstad R. Diagnostic classification of female urinary incontinence: an epidemiologic survey corrected for validity. *Journal of Clinical Epidemiology* 1995; 48:339.

- Sapsford R., Markweel S. Pelvic floor dysfunction in the Perinatal Period. In Sapsford R., Bollock-Saxton J., Markwell S. Editors. *Women's Health: A textbook for physiotherapists*. WB Saunders Compagny Ltd. London UK: 1998: 283-291.
- Sapsford R., Hodges P. Contraction of pelvic floor muscles during abdominal maneuvers. *Archives of Physical Medecine Rehabilitation* 2001; 82:1081-1088.
- Sapsford R., Hodges P., Richardson C., Cooper D., Markwell S., Jull G. Co-activation of the abdominal and pelvic floor muscles during voluntary exercises. *Neurourology and Urodynamics* 2001*; 20:31-42.
- Sato K. A morphological analysis of the nerve supply of the sphincter ani externus, levator ani and coccygeous. *Acta Anat. Nippon*. 1980; 44:187.
- Schick E. Jolivet-Tremblay M. Detection of quantification of urine loss: The pad weighing test. In Corcos J., Schick E. editors. *The urinary sphincter* Marcel Dekker Inc. New York, NY: 2001: 275-284.
- Schussler B., Anthuber C., Warrell. The pelvic floor before and after delivery. In Schussler B., Laycock J., Norton P., Stanton S. editors. *Pelvic floor re-education: principles and practice*. Springer-Verlag Ltd. London, UK 1994: 106-110.
- Shafik A. Levator ani muscle: new physioanatomical aspects and role in the micturion mechanism. *World Journal of Urology* 1999; 17:266-273.
- Shavelson R. *Generalizability Theory: a Primer. Volume 1*. Sage Publications Inc. Newbury Park, California USA. 1991: 9, 11-12, 27-28, 35.
- Shull B., Hurt G., Halaska M., Kinn A., Laycock J., Palmtag H., Reilly N., Zubieta R. Yong Y. Physical examination. In Abrams P., Khoury S., Wein A. editors. *Incontinence. First international consultation on incontinence*. 1st Edition. UK: Health Publication Limited 1999: 227-294.
- Shull B., Hurt G., Laycock J., Palmtag H., Yong Y., Zubieta R. Physical examination. In Abrams P., Cardozo L., Khoury S., Wein A. editors. *Incontinence. Second international consultation on incontinence*. 2nd Edition. UK: Health Publication Limited 2002: 373-388.
- Shumaker S., Wyman J., Uebersax J., Mc Clish D., Fantl J. Health-related quality of life measures for women with urinary incontinence: the Incontinence Impact Questionnaire and the Urogenital Distress Inventory. *Quality of Life Research* 1994; 3(5):291- 306.
- Simeonova Z., Bengtsson C. Prevalence of urinary incontinence among women at a Swedish primary health care center. *Scandinavian Journal of Primary Health Care* 1990; 8: 203.

- Small K., Wynne J. Evaluating the pelvic floor in obstetric patients. *Australian New Zealand Journal of Obstetrics and Gynecology* 1990; 30:41-44.
- Smith A., Hosker G., Warrell D. The role of pudendal nerve damage in the aetiology of genuine stress incontinence in women. *British Journal of Obstetrics and Gynaecology*. 1989;96:29-31.
- Stach-Lempinen B., Kujansuu E., aippala P., Metsänoja R. Visual analog scale, urinary incontinence severity score and 15D-psychometric testing of three different health related quality-of-life instruments for urinary incontinent women. *Scandinavian Journal of Urology and Nephrology* 2001; 35:476-483.
- Stoohart JP. Relationships between selected biomechanical parameters of static and dynamic muscle performance In *Biomechanics III* Cerquiglini S, Venerando A and Wartenweiler J. Karger, Editors. Basel: 1973.
- Streiner D., Norman G. Health measurement scales: a practical guide to their development and use. Second Edition. Oxford Medical Publications. Oxford, UK: 1995.
- Theofrastous J., Wyman J., Bump R. Effect of pelvic floor muscle training on strength and predictors of response in the treatment of urinary incontinence. *Neurourology and Urodynamics* 2002; 21:486-490.
- Viktrup L., Lose M., Rolff M. Barfoed K. The symptoms of stress incontinence caused by pregnancy or delivery in primiparas. *Obstetrics and Gynecology* 1992; 79:945-949.
- Viktrup L., Lose G., Rolf M., Barfoed K. The frequency of urological symptoms during pregnancy and delivery in the primipara. *International Urogynecology Journal and Pelvic Floor Dysfunction* 1993; 4: 27-30.
- Viktrup L. The risks of lower urinary tract symptoms five years after the first delivery. *Neurourology and Urodynamics* 2002; 21:2-29.
- Villet R., Salet-Lizee D., Zafiropulo M. L'incontinence urinaire d'effort de la femme. Masson, Paris, France: 2000.
- Weatherall M. Biofeedback or pelvic floor muscle exercises for female genuine stress incontinence: a meta-analysis of trials identified in a systematic review. *British Journal of Urology* 1999 Jun; 83(9):1015-6.
- Wilson PD., Herbisson RM., Herbisson GP. Obstetrics practice and the prevalence of urinary incontinence three months after delivery. *British Journal of Obstetrics and Gynaecology* 1996; 103:154-161.
- Wilson PD, Herbisson GP. A randomized controlled trial of pelvic floor muscle exercises to treat postnatal urinary incontinence. *International Urogynecology Journal and Pelvic Floor Dysfunction* 1998; 9:257-264.

Wilson P., Bo K., Bourcier A., Hay-Smith J., Staskin D., Wyman J., Nygaard I. Conservative treatment in women. In Abrams P., Khoury S., Wein A. Editors. Incontinence. First international consultation on incontinence. 1st Edition. UK: Health Publication Limited 1999: 227-294.

Wilson P., Bo K., Hay-Smith J., Staskin D., Wyman J., Nygaard I. Conservative treatment in women. In Abrams P., Cardozo L., Khoury S., Wein A. Editors. Incontinence. Second international consultation on incontinence. 2nd Edition. UK: Health Publication Limited, 2002: 571-623.

Worth A., Dougherty M., McKey P. Development and testing of the circumvaginal muscles rating scale. Nursing Research 1986; 35(3):166-168.

Zar J. Biostatistical analysis. Second Edition. Prentice-Hall, Inc. N.J. USA: 1984:

Zinner N., Sterling A., Ritter R. Role of inner urethral softness in urinary incontinence. Urology 1980;16:115.

ANNEXE A : CERTIFICATS D'ÉTHIQUE



FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

Je soussignée _____ consens par la présente à participer au projet de recherche suivant aux conditions décrites ci-dessous :

Titre du projet :

Efficacité d'une nouvelle approche de traitement de l'incontinence urinaire d'effort (IUE) chez la femme en période post-partum.

Responsables:

Chantale Dumoulin, physiothérapeute et étudiante au doctorat en Science Biomédicale, Faculté de Médecine, Université de Montréal, _____

Marie-Claude Lemieux, uro-gynécologue, département d'obstétrique-Gynécologie, Hôpital Maisonneuve-Rosemont, _____

Daniel Bourbonnais, Professeur Titulaire, École de réadaptation, Faculté de Médecine, Université de Montréal, _____

Personnes ressources:

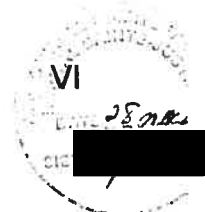
Claire Emond, Infirmière, coordonnatrice de recherche _____

Objectifs du projet:

L'incontinence urinaire à l'effort débutant dans la période post-partum est traitée en physiothérapie par des exercices de renforcement des muscles du plancher, de l'électrothérapie et de la rétroaction biologique. L'objectif du traitement est de renforcer les muscles du plancher pelvien et ainsi contrôler les fuites d'urine. Des données récentes suggèrent que le renforcement de muscles synergistes du plancher pelvien, en l'occurrence le transverse de l'abdomen (muscle abdominal profond) et les rotateurs externes de la hanche (muscle fessier) combiné à la rééducation conventionnelle du plancher pelvien pourrait être plus efficace (à court et long terme), dans le traitement de l'IUE post-partum. La présente étude a donc pour but d'évaluer l'efficacité de cette nouvelle approche physiothérapique de traitement de l'incontinence urinaire d'effort (IUE) chez la femme en période postnatale.

Nature de ma participation :

Dans un premier temps vous deviez compléter le questionnaire sur l'incontinence remis à la clinique d'obstétrique de l'Hôpital Sainte-Justine. Si vous aviez indiqué vouloir plus d'informations sur le projet de recherche en cours, une physiothérapeute communiquait avec vous par téléphone pour vous expliquer votre participation à l'étude. Elle vous précisait alors, votre éligibilité au projet. Pour être incluse dans l'étude vous devez avoir accouchée par voie vaginale 1, 2 ou 3 fois, être âgée de moins de 40 ans, 3) présenter des symptômes d'IUE 3 mois et plus après l'accouchement et 4) avoir un diagnostic médical d'IUE. Vous pouvez être exclus si vous avez de l'IUE avant votre ou vos grossesses, 2) êtes obèse (Indice de Masse Corporel supérieur à 28) 3) souffrir de constipation chronique, 4) avez des blessures neuromusculaires pouvant influencer l'état de votre plancher pelvien, 5) avez des maladies cardiovasculaires importantes, de prolapsus ou de cancer de l'utérus.



Suite à la conversation téléphonique avec la physiothérapeute, vous participerez à un examen diagnostique de l'TUE exécuté par le Dr Marie-Claude Lemieux, à l'Hôpital Maisonneuve-Rosemont pour confirmer l'TUE. Cet examen comprends un examen physique, une analyse et culture d'urine, ainsi qu'un examen urodynamique. Si l'examen diagnostique est positif, vous pourrez participer à l'étude sur les traitements de l'incontinence. Si l'examen diagnostique ne confirme pas d'TUE mais confirme une incontinence d'origine autre, le Dr Lemieux assurera votre suivis médical.

L'étude sur les traitements physiothérapeutiques de l'TUE est d'une durée de 10 semaines. Ceci comprend deux séances d'évaluations et 8 séances de traitement. Vous participerez à une séance d'évaluation pré-traitement effectué par une physiothérapeute expérimentée. Cette évaluation qui dure 2 heures comprend un pad test standardisé (test de la continence urinaire à l'effort), un questionnaire sur l'incontinence et la qualité de vie, une évaluation du déplacement du col de la vessie à l'effort et à la retenue (test du Qtips) ainsi qu'une évaluation instrumentale de la force musculaire du plancher pelvien. Une séance d'évaluation identique à l'évaluation pré-traitement sera répétée à la fin de l'étude soit lors de la 10^{ième} semaine (évaluation post-traitement).

Dans un deuxième temps on vous assignera de façon aléatoire, à un des 3 groupes à l'étude, soit le groupe de traitement conventionnel, le groupe de traitement conventionnel + la nouvelle approche de traitement et le groupe contrôle. Pour les deux groupes de traitements, 16 séances de thérapie seront données par une physiothérapeute expérimentée à raison de 2 fois la semaine pour une période de 8 semaines. Le 3^{ième} groupe recevra 8 séances de massages exécutés par une physiothérapeute expérimentée à raison de 1 fois la semaine pour une période de 8 semaines. Suite à l'évaluation post-traitement, le groupe contrôle recevra un traitement identique à celui du groupe 1. La durée des séances de traitement sera commune à 60 minutes pour les trois groupes. Suite à chacune des séances un programme d'exercice vous sera remis et vous devrez l'exécuter à la maison, cinq jours, semaine. Les séances d'évaluations et de traitements auront lieu au Local (à déterminer) à l'Hôpital Sainte-Justine. À chacune des séances, un montant de 10\$ vous sera remis pour les frais encourus et les contraintes subies.

Risques et bénéfices :

Les risques particuliers associés à cette étude sont la contamination et l'atteinte à l'intimité. Ces deux risques sont contrôlés dans l'étude par des procédures d'usage courant conforme aux normes de l'Hôpital Sainte-Justine. Votre participation au projet décrit ci-dessus permettra de traiter votre problème d'TUE, de mieux connaître votre musculature du plancher pelvien et d'apprendre à exécuter correctement les exercices de renforcement.

Confidentialité:

Les résultats de la recherche demeureront confidentiels et toute publication faisant suite à cette étude respectera le caractère confidentiel de votre participation.



Liberté de participation et retrait :

Votre participation au projet de recherche décrit ci-dessus est tout à fait volontaire. Il est également entendu que vous pourrez y mettre fin à tout moment.

Je certifie que l'on m'a donné verbalement tous les explications nécessaires, que l'on a répondu à toutes mes questions et laissé le temps voulu pour prendre ma décision. Il est entendu qu'en signant ce formulaire, je ne renonce nullement à mes droits légitimes.

Nom de l'intéressée

X _____
Signature de l'intéressée

Nom du témoin

X _____
Signature du témoin de la signature

Je soussignée, _____, certifie avoir expliqué au signataire intéressé les termes de la présente formule, avoir répondu aux questions qu'il m'a posées et à cet égard lui avoir indiqué qu'il reste à tout moment libre de mettre fin à sa participation au projet de recherche décrit ci-dessus.

Nom de l'assistant de recherche

X _____
Signature de l'assistant de recherche

Fait à _____, le _____ 19____.

ANNEXE B : CONTRIBUTIONS DES CO-AUTEURS

Article 1 : Development of a dynamometer for measuring the isometric force of the pelvic floor musculature.

Chantal Dumoulin, Daniel Bourbonnais et Marie-Claude Lemieux

Mme Chantal Dumoulin et Dr Daniel Bourbonnais ont rédigé le protocole de recherche. Mme Chantal Dumoulin a réalisé la collecte et l'analyse des données et a rédigé l'article. Dr. Daniel Bourbonnais et Dr Lemieux ont révisé le manuscrit. Dr Daniel Bourbonnais a encadré l'ensemble du processus.

Article 2: Reliability of dynamometric measurements of the pelvic floor musculature.

Chantal Dumoulin, Denis Gravel, Daniel Bourbonnais, Marie-Claude Lemieux et Mélanie Morin.

Les quatre premiers auteurs ont rédigé conjointement la demande de subvention et obtenu le financement pour réaliser le projet. Mme Chantal Dumoulin a rédigé le protocole spécifique à cette partie de la programmation de recherche et a réalisé la collecte de données. L'analyse des données a été faite par Mme Chantal Dumoulin et Dr Denis Gravel. Mme Chantal Dumoulin a rédigé l'article. Dr Denis Gravel, Dr Daniel Bourbonnais, Dr Marie-Claude Lemieux et Mme Mélanie Morin ont révisé le manuscrit. Dr Denis Gravel a encadré l'ensemble du processus.

Article 3: Multi-modal pelvic floor rehabilitation for persistent postnatal stress urinary incontinence: A single blind randomised controlled trial.

Chantal Dumoulin, Marie-Claude Lemieux, Daniel Bourbonnais, Denis Gravel, Mélanie Morin, Gina Bravo.

Les quatre premiers auteurs ont rédigé conjointement la demande de subvention et obtenu le financement pour réaliser le projet. Mme Chantal Dumoulin a rédigé le protocole spécifique à cette partie de la programmation de recherche avec la collaboration du Dr Gina Bravo. Mme Chantal Dumoulin, Mme Mélanie Morin et Dr Marie-Claude Lemieux ont réalisé conjointement la collecte de données. L'analyse des données et la rédaction de l'article ont été faites par Mme Chantal Dumoulin. Dr Daniel Bourbonnais, Dr Marie-Claude Lemieux, Dr Denis Gravel, Dr Gina Bravo et Mme Mélanie Morin ont révisé le manuscrit. Dr Daniel Bourbonnais a encadré l'ensemble du processus.

