

2ml. 3109.1

Université de Montréal

11488459
v. 024

La fonction musculaire du plancher pelvien chez les femmes continentes et atteintes d'incontinence urinaire à l'effort

par
Mélanie Morin

Programme de sciences biomédicales, École de réadaptation
Faculté de médecine

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures
En vue de l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.)
En sciences biomédicales
Option réadaptation

Août 2003

© Mélanie Morin, 2003



W
4
U58
2004
v.024

U58 2004

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**

Ce mémoire intitulé :

La fonction musculaire du plancher pelvien chez les femmes continentales et atteintes d'incontinence urinaire à l'effort

Présenté par :

Mélanie Morin

A été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

**Bertrand Arsenault
Président-rapporteur**

**Daniel Bourbonnais
Directeur de recherche**

**Denis Gravel
Co-directeur**

**Marie-Claude Lemieux
Co-directrice**

**Hélène Moffet
Membre du jury**

Mémoire accepté le : 12 novembre 2003

SOMMAIRE

Il a été suggéré que l'intégrité des muscles du plancher pelvien (PP) contribue au maintien de la continence. Toutefois, les incapacités musculaires reliées à l'incontinence n'ont pas encore été caractérisées. L'objectif de l'étude était de comparer la fonction musculaire du PP chez les femmes continentales et les femmes atteintes d'incontinence urinaire à l'effort (IUE). Trente femmes continentales ainsi que 59 femmes souffrant d'IUE, âgées entre 21 et 44 ans, ont été recrutées à l'hôpital Ste-Justine. Un spéculum instrumenté a permis d'évaluer différents paramètres statiques de la fonction musculaire du PP : 1) forces passives (N) à des ouvertures vaginales de 19 et 24 mm (diamètre antéro-postérieur), 2) forces maximales (N) réalisées en 10 s à des ouvertures vaginales de 19 et 24 mm, 3) taux de changement de la force (N/s) et nombre de contractions lors d'un protocole de contractions rapides répétées ayant une durée de 15 s et finalement, 4) endurance absolue (N*s) lors d'une contraction maximale maintenue pour une période de 90 s. Les paramètres 3) et 4) ont été réalisés à une ouverture vaginale de 19 mm. Des analyses de covariances ont été réalisées afin de contrôler l'effet des variables confondantes (âge et nombre d'accouchements) lors de la comparaison entre la fonction musculaire du PP des femmes continentales et de celles atteintes d'IUE. Aucune différence significative entre les deux groupes n'a été observée concernant la force maximale à l'ouverture de 19 (p=0,229) et 24 mm (p=0,671). Les femmes continentales ont démontré des forces passives supérieures aux deux ouvertures vaginales (p<0,001). Lors du protocole de contractions rapides répétées, le taux de changement de force et le nombre de contractions réalisées étaient inférieurs chez les incontinentes (p<0,01). L'endurance absolue, évaluée à partir de l'aire sous la courbe de force, était moindre chez les incontinentes (p<0,001). En conclusion, la fonction musculaire du PP semble déficiente chez les femmes atteintes d'IUE. L'évaluation de la fonction musculaire du PP ne devrait donc pas se limiter à l'évaluation de la force maximale. D'autres

paramètres musculaires distinguant les femmes continentes et incontinentes devraient être inclus dans l'évaluation du PP.

MOTS CLÉS : musculature du plancher pelvien, incontinence, force maximale, endurance, force passive, vitesse de contraction, dynamométrie, réadaptation, urologie, gynécologie, santé des femmes

SUMMARY

It has been hypothesized that the integrity of the pelvic floor muscles (PFM) contributes to urinary continence. However, muscle alterations associated with incontinence have not been yet characterized. The purpose of the study was to compare the PFM function in continent and stress urinary incontinent women using dynamometric measurements. Thirty continent women and 59 women suffering from stress urinary incontinence (SUI), aged between 21-44, were recruited at Ste-Justine Hospital. An instrumented speculum was used to assess different static parameters of the PFM function: 1) passive force (N) at 19 and 24 mm of vaginal aperture (antero-posterior diameter), 2) maximal strength (N) performed in a 10 s effort at both apertures, 3) rate of force development (N/s) and number of contractions during a protocol of rapidly repeated contractions lasting 15 s and finally, 4) absolute endurance (N*s) recorded in a sustained maximal contraction over a 90-s period. The parameters described in 3) and 4) were assessed at the 19-mm aperture. Analyses of covariance were used to control the confounding variables of age and parity when comparing the PFM function in continent and incontinent women. No significant differences between the two groups were found for maximal strength at the 19-mm ($p=0.229$) and 24-mm ($p=0.671$) vaginal apertures. Continent women demonstrated a higher passive force at both openings ($p<0.001$). In the protocol of rapidly repeated contractions, a lower number of contractions performed and lower values of the maximal rate of force development were found in incontinent subjects ($p<0.01$). Lower absolute endurance, estimated from the area under the force curve (N*s), was found in incontinent subjects ($p<0.001$). In conclusion, the PFM function appears impaired in incontinent women. The assessment of PFM should not be restricted to maximal strength but should also include other parameters that discriminate between continent and incontinent women.

KEY WORDS : pelvic floor musculature, maximal strength, endurance, passive force, rapidity of contraction, dynamometry, rehabilitation, urology, gynecology, women's health.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	iii
SUMMARY	v
LISTE DES TABLEAUX	x
LISTE DES FIGURES	xi
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS	xii
DÉDICACE	xiii
REMERCIEMENTS	xiv

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION

1.1 Définition du problème	1-1
1.2 Objectif de l'étude	1-3

CHAPITRE 2 : RECENSION DE LA LITTÉRATURE

2.1 Anatomie et physiopathologie	2-1
2.1.1 Anatomie des muscles du plancher pelvien	2-1
2.1.2 Histologie des muscles du plancher pelvien	2-3
2.1.3 Mécanismes de maintien de la continence	2-4
2.2 Techniques d'évaluation des muscles du plancher pelvien	2-5
2.2.1 Évaluation digitale	2-5
2.2.2 Périnéométrie à pression	2-7
2.2.3 Électromyographie	2-8
2.2.4 Échographie	2-9
2.2.5 Résonance magnétique	2-10
2.2.6 Cônes vaginaux	2-10

2.2.7 Dynamométrie instrumentée	2-11
2.2.7.1 Dynamomètre de Rowe	2-11
2.2.7.2 Pince tonométrique de Caufriez	2-11
2.2.7.3 Spéculum instrumenté	2-12
2.2.7.4 Dynamomètre de Ashton-Miller	2-12
2.3 Fonction musculaire du plancher pelvien chez les femmes continentales et atteintes d'incontinence urinaire à l'effort	2-13
2.3.1 Force maximale	2-13
2.3.2 Autres paramètres	2-17

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE

3.1 Sujets	3-1
3.2 Évaluation initiale	3-2
3.3 Instrumentation	3-3
3.4 Évaluation de la fonction musculaire du plancher pelvien	3-5
3.5 Analyses statistiques	3-8

CHAPITRE 4 : RÉSULTATS

Article : Pelvic floor muscle function in continent and stress urinary incontinent women using dynamometric measurements	4-1
Abstract	4-2
Introduction	4-4
Materials and methods	4-5
Subjects	4-5
Instrumentation	4-7
Pelvic floor muscle function assessment	4-8
Statistical analysis	4-13

Results	4-14
Discussion	4-16
Conclusion	4-21
Acknowledgements	4-22
References	4-23

CHAPITRE 5 : DISCUSSION

5.1 Force maximale	5-1
5.2 Force passive	5-3
5.3 Taux de changement de force et nombre de contractions	5-4
5.4 Endurance absolue	5-5
5.5 Considérations cliniques et limites de l'étude	5-6

CHAPITRE 6 : CONCLUSION 6-1

CHAPITRE 7 : BIBLIOGRAPHIE 7-1

ANNEXE I : Certificats d'éthique A-1

ANNEXE II : Formulaires de consentement A-4

ANNEXE III : Questionnaire « *Urogenital distress inventory* » A-12

ANNEXE IV : Article complémentaire

Pelvic floor maximal strength using vaginal digital assessment
compared to dynamometric measurements A-15

ANNEXE V : Abrégé

Pelvic floor muscle strength using vaginal digital assessment
compared to dynamometric measurements A-39

ANNEXE VI : Abrégé

Dynamometric evaluation of pelvic floor muscle function in
continent and stress urinary incontinent women A-43

LISTE DES TABLEAUX

Tableau du mémoire :

Tableau I	Recension des écrits - Force musculaire maximale du plancher pelvien chez les femmes continentales et atteintes d'incontinence urinaire	2-14
Tableau II	Calculs des forces maximales	5-2

Tableaux de l'article :

Table I	Characteristics of women	4-14
Table II	Pelvic floor muscle function	4-15

LISTE DES FIGURES

Figures du mémoire :

Fig. 1	Anatomie des muscles du plancher pelvien – vue supérieure	2-2
Fig. 2	Anatomie des muscles du plancher pelvien – vue inférieure	2-3
Fig. 3	Spéculum dynamométrique	3-5

Figures de l'article :

Figure 1	Passive force	4-9
Figure 2	Maximal strength in self-paced effort	4-10
Figure 3	Protocol of rapidly repeated contractions	4-11
Figure 4	Absolute endurance	4-12

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

Sigles et abréviations du mémoire :

ANCOVA	Analyses de covariances
ICS	International Continence Society
IUE	Incontinence urinaire à l'effort
PP	Plancher pelvien

Sigles et abréviations de l'article :

PFM	Pelvic floor muscles
SD	Standard deviation
SUI	Stress urinary incontinence

DÉDICACE

À Jean-Claude

et à Céline

pour leur soutien inconditionnel et simplement
pour les personnes exceptionnelles qu'elles sont.

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier vivement mon directeur de recherche Dr Daniel Bourbonnais pour sa supervision empreinte de dévouement et d'ouverture d'esprit, pour ses judicieux conseils et ses encouragements.

Des remerciements s'adressent également à Dr Denis Gravel (co-directeur) pour son apport important à toutes les étapes de ma maîtrise. Un merci particulier pour cette passion contagieuse pour la recherche qu'il sait si bien partager.

Merci à Dre Marie-Claude Lemieux (co-directrice) pour son apport clinique et scientifique ainsi que le partage de ses expertises.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à Chantale Dumoulin pour sa précieuse collaboration au projet de recherche, son soutien et ses conseils s'élargissant à plusieurs sphères autres que la recherche.

Comment passer sous silence l'appui des employés du Centre de recherche de l'Institut de réadaptation de Montréal (Michel Goyette, Daniel Marineau et Monia Michaud) ainsi que tous les chercheurs et étudiants que j'ai eu le plaisir de côtoyer. Et sans oublier, un merci spécial aux sujets qui ont participé à l'étude.

Enfin, j'aimerais exprimer ma gratitude aux nombreux organismes subventionnaires qui m'ont supporté financièrement tout au long de ma maîtrise (Fonds de la recherche en santé du Québec, Fondation de la physiothérapie du Canada, Université de Montréal, Ordre professionnel de la physiothérapie du Québec et Instituts de recherche en santé du Canada).

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

1.1 DÉFINITION DU PROBLÈME

Environ 20 à 50% des femmes sont atteintes d'incontinence urinaire [Hunskaar et al., 2002]. Ce problème est d'ailleurs deux fois plus prévalent et plus sévère chez la femme que chez l'homme [Hunskaar et al., 2002]. En plus d'être une condition médicale importante de par sa fréquence, l'incontinence urinaire est un problème pouvant affecter le bien-être émotionnel et physique de la personne atteinte [Sampselle et al., 2002]. En effet, l'incontinence urinaire a été associée à plusieurs variables psychosociales tels que la dépression [Zorn et al., 1999], l'isolement social [Johnson et Werner, 1982] ainsi que la réduction de l'estime de soi et de la qualité de vie [Hunskaar et Vinsnes, 1991]. De plus, il a été rapporté que les femmes incontinentes réduisent voire cessent leurs activités physiques à cause des fuites urinaires [Nygaard et al., 1990]. En outre, les activités sexuelles de la femme peuvent être significativement affectées par la présence d'incontinence [Temml et al., 2000].

D'après une étude américaine, les coûts annuels directs liés à l'incontinence (15,5\$ billions) sont comparables à ceux d'autres maladies aiguës et chroniques chez la femme telles que l'ostéoporose (13,8\$ billions), l'arthrose (17,6\$ billions) ainsi que les cancers gynécologiques et du sein (11,1\$ billions) [National Institutes of Health, 1995]. En bref, en transposant ces coûts au contexte québécois, nous pouvons émettre l'hypothèse que les soins pour l'incontinence génèrent des dépenses importantes pour le système de santé.

L'incontinence urinaire d'effort (IUE) est le type d'incontinence prédominant chez la femme avant l'âge de 60 ans avec une prévalence atteignant 62% [Hannestad et al., 2000]. L'IUE est définie par l'*International Continence Society*

(ICS) comme la plainte de pertes involontaires d'urine à l'effort, à la toux ou à l'éternuement [Abrams et al., 2002a].

La physiothérapie est considérée comme une intervention efficace [Hay-Smith et al., 2002] et de première ligne pour le traitement de l'IUE [Wilson et al., 2002; Fantl, 1996]. Cette approche thérapeutique dite conservatrice vise le renforcement de la musculature du PP. Considérant que les muscles du PP jouent un rôle essentiel dans le maintien de la continence et que les traitements de physiothérapie ont pour objectif l'amélioration de la fonction musculaire du PP, l'évaluation de cette musculature est indispensable pour déterminer les mécanismes musculaires responsables de l'efficacité de la réadaptation, pour quantifier les changements dans le temps ou suite à un événement (accouchement par exemple) et pour établir un plan de traitement approprié.

Par ailleurs, puisque les muscles du PP ont une composition mixte (fibres musculaires rapides et lentes), des paramètres musculaires autre que la force maximale peuvent être impliqués dans le maintien de la continence. La prédominance des fibres musculaires lentes indique que l'activité au repos des muscles du PP pourrait être une variable déterminante dans la continence. Il en est de même pour l'endurance de la musculature qui, lors de sollicitations répétées ou prolongées (course, activités de la vie quotidienne, etc) peut contribuer à la continence. Quant aux fibres rapides, la vitesse avec laquelle les muscles du PP occluent l'urètre lors de la toux ou l'éternuement par exemple, semble également un paramètre important. En somme, une évaluation exhaustive de la fonction musculaire du PP est nécessaire à la compréhension des mécanismes pathophysiologiques de l'IUE.

1.2 OBJECTIF DE L'ÉTUDE

Le but de la présente étude est d'analyser et de comparer, grâce au spéculum instrumenté récemment développé par notre équipe de recherche [Dumoulin et al., 2003a], la fonction musculaire du PP chez les femmes continentales et celles atteintes d'IUE. Les paramètres de la fonction musculaire qui seront évalués sont la force passive, la force maximale, la vitesse de contraction et l'endurance.

CHAPITRE 2

RECENSION DE LA LITTÉRATURE

2.1 ANATOMIE ET PHYSIOPATHOLOGIE

2.1.1 Anatomie des muscles du plancher pelvien

Le plancher pelvien (PP) est constitué de plusieurs muscles formant divers plans [Sampselle et DeLancey, 1998]. Les muscles situés au niveau du plan profond, couramment appelé le diaphragme pelvien [Sampselle et DeLancey 1998], détiennent un rôle essentiel dans les mécanismes de continence et de soutien des organes pelviens [DeLancey et al., 2002]. Ce diaphragme regroupe **l'élevateur de l'anus (*levator ani*)** ainsi que le **coccygien (*coccygeus*)** [DeLancey et al., 2002].

1- **L'élevateur de l'anus** est décrit comme le constituant principal de la musculature pelvienne [Villet et al., 2000]. L'origine de ce dernier s'étend de la surface postérieure du pubis jusqu'au fascia recouvrant les muscles obturateurs internes ainsi qu'aux épines ischiatiques [DeLancey et al., 2002]. L'élevateur de l'anus englobe le pubo-vaginal, le pubo-rectal, le pubo-coccygien et ilio-coccygien (voir fig. 1 et 2) [DeLancey et al., 2002]. Le pubo-vaginal entoure le vagin et s'insère sur les parois latérales du vagin ainsi que sur le noyau fibreux central, soit un regroupement de constituants fibro-musculaires et aponévrotiques localisé entre le vagin et le rectum [DeLancey et al., 2002; Sampselle et DeLancey, 1998]. Le pubo-rectal se termine sur le rectum et fusionne avec le sphincter externe de l'anus [DeLancey et al., 2002; Kahle et al., 1998; Villet et al., 2000]. Concernant le pubo-coccygien, il rejoint le coccyx soit par une insertion direct soit par l'entremise du ligament suspenseur de l'anus [Kahle et al., 1998]. Finalement, l'ilio-coccygien est composé de fibres latérales naissant de l'arcade tendineuse et convergeant sur le pubo-coccygien [DeLancey et al., 2002].

2- Quant au **coccygien**, il s'étend des épines ischiatiques jusqu'aux surfaces latérales du

2.1.3 Mécanismes de maintien de la continence

Dans un premier temps, les muscles du PP de par leur activité au repos participent, assistés de d'autres structures, au maintien de la continence grâce à leur apport au soutien des viscères pelviens [DeLancey, 1988; DeLancey et Starr, 1990; DeLancey, 1996]. En effet, les muscles du PP, les ligaments, les tissus conjonctifs et les fascias sont responsables plus particulièrement du soutien de l'urètre et du col vésical. Ce support urétral est essentiel à la continence puisqu'il permet une transmission adéquate des pressions intra-abdominales permettant ainsi le maintien de la continence [DeLancey, 1988a ; DeLancey, 1988b; DeLancey et Starr, 1990; DeLancey, 1996].

Dans un deuxième temps, la musculature du PP serait responsable de forces occlusives sur l'urètre selon certains mécanismes dont l'explication reste controversée à l'heure actuelle [DeLancey, 1988a; DeLancey, 1988b; DeLancey 1996; Petros et Ulmsten, 1997]. DeLancey [1988a; 1988b; 1996] invoque qu'une contraction des muscles du PP (*Levator ani*) engendre un mouvement antérieur des viscères produisant des forces occlusives sur l'urètre. En effet, le déplacement antérieur du vagin vient compresser l'urètre proximal en postérieur [DeLancey, 1988] augmentant ainsi sa pression de clôture. Ce mécanisme d'occlusion semble être nécessaire pour contrer les fuites urinaires lors d'une augmentation de pression intra-abdominale comme à la toux, par exemple. Petros et Ulmsten [1997] décrivent similairement que les muscles du PP tirent l'urètre et la portion sous-urétrale du vagin en antérieur. Cependant, ils suggèrent qu'un système ligamentaire (ligaments utéro-sacrés et expansions des élévateurs vers le sphincter de l'anus) maintient le vagin en arrière et engendre un déplacement postéro-inférieur de la vessie produisant ainsi la fermeture du col vésical. Bref, la portion proximale de l'urètre ainsi que le col de la vessie sont maintenus vers l'arrière grâce au système ligamentaire alors que les muscles du PP produisent un mouvement antérieur de l'urètre. Il existe donc un effet de cisaillement au niveau de l'urètre assurant sa clôture. Quelque

coccyx, il referme donc le bassin en postérieur et contribue à la stabilité de l'articulation sacro-iliaque (voir fig.1 et 2) [DeLancey et al., 2002].

D'après une étude portant sur l'évaluation du PP par l'entremise de la résonance magnétique, les vecteurs de force résultant d'une contraction du PP entraînent un déplacement céphalo-antérieur des viscères pelviens ainsi qu'un serrement pouvant être évalués au niveau vaginal [Bo et al., 2001].

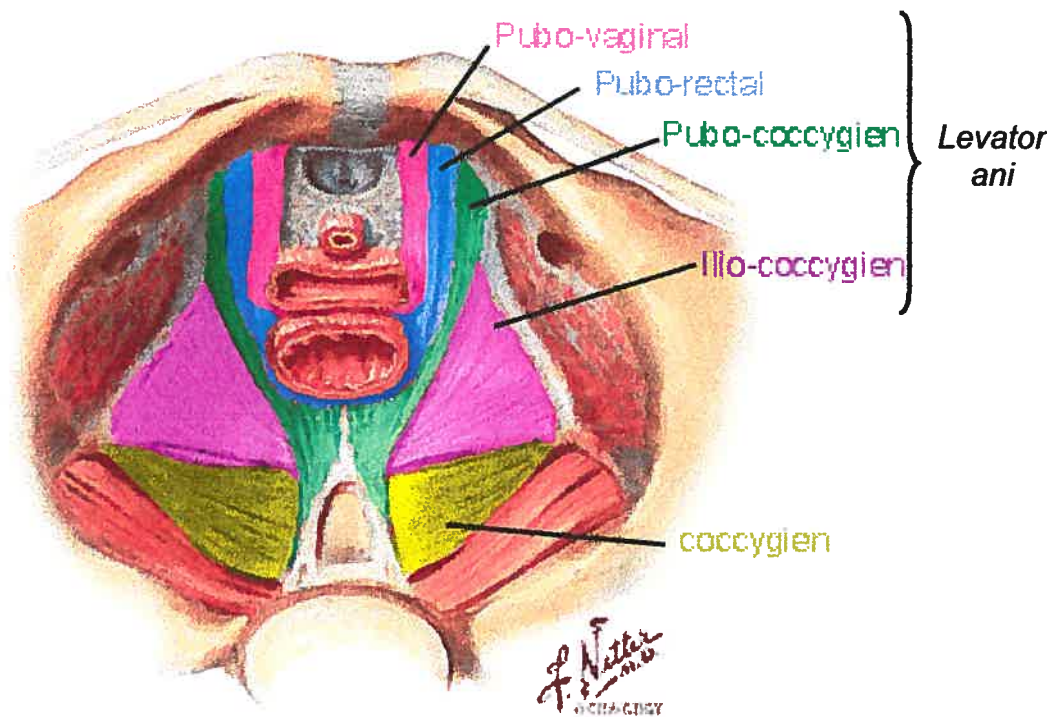


Fig. 1 Anatomie des muscles du plancher pelvien – vue supérieure
Adapté de Netter [1995]

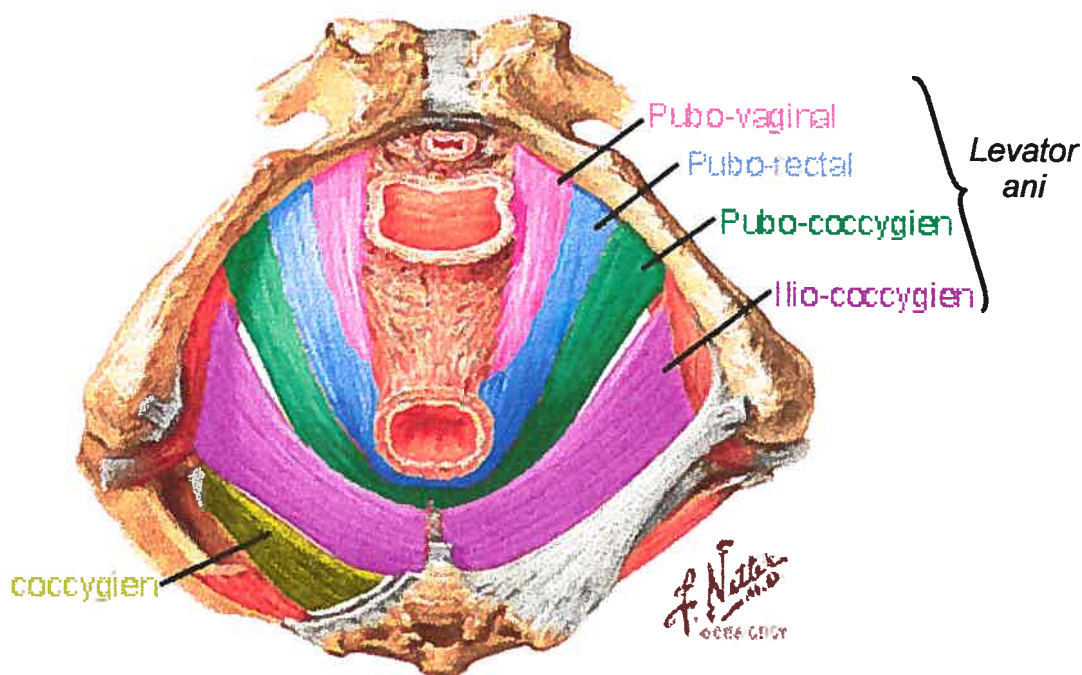


Fig. 2 Anatomie des muscles du plancher pelvien – vue inférieure
Adapté de Netter [1995]

2.1.2 Histologie des muscles du plancher pelvien

En ce qui a trait à la composition histologique des muscles du PP, des biopsies et des analyses histochimiques au niveau du pubo-coccygien (portion antérieure), Heit et al. [1996] ainsi que Gilpin et al. [1989] ont estimé à environ 63-67% le pourcentage de fibres lentes alors que les fibres glycolytiques rapides (type II) représentent 33 à 37% [Heit et al., 1996; Gilpin et al., 1989]. En somme, les muscles du PP ont une composition mixte avec une prédominance des fibres lentes.

soit le mécanisme responsable, l'intégrité des muscles du PP semble importante pour assurer la continence.

2.2 TECHNIQUES D'ÉVALUATION DES MUSCLES DU PLANCHER PELVIEN

Plusieurs outils ou techniques d'évaluation des muscles du PP sont mis à la disposition des cliniciens (urologues, gynécologues, physiothérapeutes, infirmières, etc) oeuvrant dans le domaine de l'incontinence soit l'évaluation digitale, la périnéométrie à pression, l'électromyographie, l'échographie, la résonance magnétique, les cônes vaginaux ainsi que la dynamométrie instrumentée.

2.2.1 Évaluation digitale

Il existe plusieurs versions de l'évaluation digitale ou bilan musculaire du PP. En général, la patiente, positionnée en position décubitus dorsal, doit contracter maximalement contre le(s) doigt(s) de l'examineur situé(s) dans la cavité vaginale comme pour retenir les urines. Le clinicien rapporte sa perception de la force maximale sur une échelle ordinale. Les nombreuses versions du bilan digital diffèrent de par l'échelle de cotation ordinale variant de 3 à 6 niveaux [Brink et al., 1994; Laycock, 1992; Romanzi et al., 1999; Worth et al., 1986]. De plus, certaines versions préconisent l'utilisation d'un seul doigt introduit dans la cavité vaginale [Hahn et al., 1996; Worth et al., 1986] tandis que d'autres emploient deux doigts [Laycock, 1992; Brink et al., 1989; Brink et al., 1994] augmentant ainsi la longueur des muscles du PP lors de l'évaluation. Certaines versions du bilan digital incluent l'évaluation de l'endurance, c'est-à-dire le nombre de secondes où la force maximale est maintenue et ce, jusqu'à

concurrence de 10 s [Brink et al., 1994; Laycock, 1992]. Par ailleurs, le bilan digital offre l'avantage d'être une technique s'effectuant rapidement et ne requérant aucun équipement. La validité de contenu de la version de Brink et al. [1989; 1994] ainsi que la version de Laycock [1992] (échelle de Oxford) a été vérifiée grâce à un processus de consultation d'experts dans le domaine. La fidélité test-retest du bilan digital varie de modérée (coefficient de corrélation de Pearson $r = 0,54$, $p < 0,01$) [Brink et al., 1994] à bonne ($r = 0,947$, $p < 0,001$) [Laycock, 1992] dépendamment des versions étudiées. Il est à noter qu'actuellement, particulièrement dans le domaine urogynécologique, les statistiques employées pour l'évaluation de la fidélité d'une technique ou d'un outil se résument fréquemment aux coefficients de corrélation de Pearson. Selon Ottenbacher [1995], cette statistique mesure la relation entre deux variables sans considérer les erreurs systématiques potentielles. Les résultats des études de fidélité utilisant cette statistique doivent donc être interprétés en considérant cette limite. Par ailleurs, Bo et Finckenhagen [2001] de même que Laycock [1992] ont rapporté une fidélité inter-évaluateur déficiente avec un coefficient Kappa de 0,37 et une concordance entre les deux évaluateurs de 37,5%, respectivement. Dans une étude connexe au présent projet qui compare le bilan digital à des mesures dynamométriques, un chevauchement des forces réelles entre les niveaux du bilan musculaire a été démontré [Morin et al., 2003 : annexe IV]. Par conséquent, la sensibilité du bilan digital à détecter un changement peut être insuffisante pour juger des progrès cliniques d'une patiente [Morin et al., 2003 : annexe IV]. En somme, Bo et Finckenhagen [2001] ont recommandé de limiter l'usage du bilan digital à l'enseignement de la contraction des muscles du PP et non à des fins de recherche.

2.2.2 Périnéométrie à pression

La périnéométrie à pression nécessite une sonde munie d'un ballonnet rempli d'air [Worth et al., 1986] ou de liquide [Dougherty et al., 1986] reliée à un transducteur. Cette sonde est introduite dans la cavité vaginale jusqu'à ce que le ballonnet soit situé au niveau de la musculature du PP. Ainsi, la pression maximale générée par la contraction des muscles du PP est enregistrée. De plus, certains auteurs ont effectué une évaluation plus exhaustive des muscles du PP en vérifiant avec une sonde à pression la force passive (force exercée sur la sonde lorsque les muscles du PP sont au repos) [Hahn, 1996], la vitesse de contraction [Boyington et Dougherty, 2000; Laycock, 1992] ainsi que l'endurance [Boyington et Dougherty, 2000; Laycock, 1992]. Concernant les qualités métrologiques de la périnéométrie à pression, les mesures de forces maximales intra-vaginales ont démontré une bonne fidélité test-retest avec des coefficients de corrélation de Pearson variant de $r=0,85$ à $0,98$ [Laycock, 1992; Dougherty et al., 1986]. Laycock [1992] rapporte également une bonne fidélité inter-évaluateur (coefficient de corrélation de Pearson de $r=0,96$). Dans les études actuelles, la validité de contenu de la périnéométrie à pression n'est pas établie clairement car la mesure est influencée non seulement par la force musculaire du PP, mais aussi par toutes augmentations de pression intra-abdominale (Valsalva, contraction des abdominaux) [Hahn et al., 1996; Peschers et al., 2001]. Certains auteurs prétendent limiter leur enregistrement à la force musculaire du PP en acceptant comme valable seulement les contractions où un mouvement de la sonde vaginale vers l'intérieur est visible (mouvement normal de la sonde obtenu lors d'une contraction des muscles du PP) [Bo et al., 1990; Bump et al., 1996]. Par contre, d'autres auteurs stipulent que l'observation de ce mouvement de la sonde vers l'intérieur n'exclut pas la présence d'une augmentation de pression intra-abdominale quelconque [Hahn et al., 1996; Peschers et al., 2001]. Cette contribution de la pression intra-abdominale lors d'une mesure intra-vaginale peut être importante puisque la pression intra-vaginale lors d'un Valsalva peut être supérieure à celle produite lors d'une contraction du PP [Hahn et al., 1996]. Hahn et al. [1996] stipulent

également qu'il est impossible de discerner les courbes de force obtenues lors d'un Valsalva et de celles enregistrées lors d'une contraction du PP puisque les caractéristiques des courbes de force enregistrées sont similaires. Finalement, puisque la pression dans la cavité vaginale est enregistrée sans distinction sur l'origine de la force appliquée sur la sonde et que la possibilité de contrôler les pressions intra-abdominales est controversée, la validité de la périnéométrie à pression reste à déterminer.

2.2.3 Électromyographie

La musculature du PP peut être évaluée grâce à une sonde vaginale rigide munie d'électrodes d'enregistrement électromyographique [Janssens et al., 2002; Gunnarsson et Mattiasson, 1994; Glazer et al., 1999] ou encore par des électrodes implantables [Deindl et al., 1994], permettant d'enregistrer les potentiels d'action musculaires. Certains auteurs ont utilisé l'électromyographie afin d'investiguer le patron d'activité observé lorsque les muscles du PP sont au repos [Aanestad et Flink, 1999; Deindl et al., 1994]. Par ailleurs, l'amplitude maximale du signal électromyographique est fréquemment utilisée comme indicateur de force musculaire maximale. À cet effet, Glazer et al. [1999] ont suggéré une bonne fidélité test-retest de l'amplitude maximale du signal (coefficient de corrélation de Pearson de $r=0,86$, $p<0,001$). Or, il est à noter que la relation entre la force musculaire maximale et l'amplitude maximale du signal électromyographique n'est pas toujours linéaire [Woods et Bigland-Ritchie, 1983; Lawrence et DeLuca, 1983]. En conséquence, il est difficile d'inférer la force musculaire à partir d'enregistrements électromyographiques. Pour utiliser l'électromyographie comme mesure de force musculaire, il faudrait « calibrer » les mesures électromyographiques avec un dynamomètre. Sachant que $x \mu\text{V}$ équivaut à $y \text{N}$, il est possible d'estimer la force réelle par l'entremise de l'électromyographie. Actuellement, la linéarité de la relation force-électromyographie des muscles du PP n'a fait l'objet d'aucune étude. Par ailleurs, Peschers et al. [2001] ont affirmé que l'activité des muscles limitrophes au PP tels que les adducteurs et les fessiers pouvaient contaminer

l'enregistrement musculaire (*cross-talk*) affectant de ce fait, la validité de la mesure.

2.2.4 Échographie

Différentes techniques ultrasoniques permettent l'évaluation de la musculature du PP telles que l'échographie périnéale (sonde positionnée sur le périnée) et l'échographie *introitale* (sonde localisée entre les petites lèvres de la vulve). L'échographie permet d'une part, d'estimer la position du col vésical au repos. Ce positionnement dépend de l'intégrité des structures ligamentaires, des fascias et de l'activité au repos des muscles du PP [DeLancey et Starr, 1990]. Par ailleurs, l'élévation ou le déplacement céphalo-antérieur du col de la vessie peut être mesuré par échographie lors d'une contraction du PP. Puisqu'une contraction musculaire du PP engendre un mouvement céphalo-antérieur du col vésical, la force musculaire influence cette élévation [Peschers et al., 2001]. Néanmoins, le déplacement mesuré par échographie n'est pas une mesure directe de la force musculaire du PP, mais le résultat de l'action du muscle [Petri et al., 1999]. Par conséquent, la validité de l'échographie pour évaluer la force est questionnable puisque d'autres éléments influencent l'élévation du col de la vessie soient la position du col au repos ainsi que l'intégrité des structures reliant le col et le PP [Peschers et al., 2001]. En effet, une faible élévation du col vésical pourrait, par exemple, être due à une déficience des structures ligamentaires et non une faiblesse musculaire du PP. La mesure du déplacement du col vésical n'est pas une mesure valide de la force. Cependant, cette mesure de déplacement est peut-être plus valide que la force pour l'évaluation des mécanismes de continence et pourrait s'avérer complémentaire à la mesure de force musculaire du PP.

Par ailleurs, Bernstein [1997] a évalué la force musculaire maximale en mesurant, grâce à l'échographie périnéale, l'épaisseur musculaire du PP au repos et à la contraction. Malgré qu'il existe une corrélation entre la section transversale d'un muscle squelettique et sa force [DiNubile, 1991], l'évaluation

de la force maximale via le volume musculaire demeure une technique indirecte. Par exemple, une atteinte des nerfs innervant les muscles du PP lors d'un accouchement pourrait causer une diminution de la force même si le volume des muscles du PP est intègre.

2.2.5 Résonance magnétique

Bo et al. [2001] ont utilisé la résonance magnétique pour observer et quantifier le mouvement du PP et ses structures environnantes lors d'une contraction musculaire du PP. Similairement à l'échographie, la résonance magnétique est une évaluation indirecte de la force musculaire du PP permettant d'observer le mouvement des structures. D'autres études ont employé la résonance magnétique pour décrire l'intégrité des muscles du PP, c'est-à-dire leur volume, leur positionnement dans l'excavation pelvienne, la présence de blessures musculaires, etc. [Law et al., 2001; DeLancey et al., 2003; Hoyte et al., 2001]. Il s'agit donc d'une technique permettant l'évaluation des caractéristiques anatomiques des muscles du PP.

2.2.6 Cônes vaginaux

Les cônes vaginaux permettent l'évaluation de la force et de l'endurance de la musculature du PP. La femme doit retenir, en contractant son PP, un cône introduit dans la cavité vaginale pendant une minute de marche [Bo, 1995; Hahn et al., 1996; Kersch-Schindl et al., 2002]. Les cônes ont généralement une masse variant de 10 à 100 grammes [Bo, 1995]. Le poids le plus élevé retenu durant le test est considéré comme mesure de force-endurance. Cependant, certaines variables biaisent les résultats comme la lubrification vaginale naturelle ainsi que l'orientation du vagin. De ce fait, Hahn et al. [1996] rapportent que la bascule horizontale du cône, démontrée par des mesures radiologiques, permet à une patiente avec un PP faible de retenir un poids élevé pendant plus d'une minute. La validité des cônes peut donc être mise en question. En ce qui a trait à la fidélité, Kersch-Schindl et al. [2002] rapportent

une pauvre fidélité test-retest puisque seulement 54% des femmes retenaient le même cône lors de trois occasions différentes. Étant donné la pauvre fidélité et la validité questionnable de cet outil, il semble inadéquat d'utiliser les cônes vaginaux comme mesure objective de la fonction du PP [Bo, 1995].

2.2.7 Dynamométrie instrumentée

2.2.7.1 Dynamomètre de Rowe

Le dynamomètre de Rowe est constitué d'une sonde de 20 mm de diamètre. Cet appareil a fait l'objet que d'un seul abrégé présentant ses caractéristiques *in vitro* et *in vivo* soit des données de forces maximales obtenues chez un seul sujet [Rowe, 1995]. Il est donc difficile de juger de la validité de l'outil et la fidélité reste méconnue.

2.2.7.2 Pince tonimétrique de Caufriez

La pince tonimétrique de Caufriez a été conçu principalement pour l'évaluation de la « tonicité passive » [Caufriez, 1993]. Caufriez [1989] définit la tonicité passive comme la résistance exercée par les fibres musculaires à l'étirement qu'on leur impose. L'appareil est constitué de deux branches métalliques rectilignes, soit une branche d'appui (supérieure) et une branche inférieure, plus courte, munie de deux jauges de contraintes. L'axe de rotation entre les deux branches est muni d'un potentiomètre mesurant les variations angulaires et indirectement, le degré d'étirement des fibres musculaires [Caufriez, 1993]. Ces branches sont insérées dans le vagin et leur ouverture angulaire s'effectue à une vitesse de 10° /s mesurant ainsi la résistance passive exercée par la musculature du PP. En outre, la force musculaire maximale isométrique du PP peut également être évaluée et ce, généralement à une ouverture de 5° et 10° [Caufriez, 1993]. Cependant, de par sa conception, les mesures passives ou actives sont influencées par le bras de levier, c'est-à-dire l'endroit sur la branche où s'exercent les forces résultantes du PP. Le positionnement de l'appareil est donc très important pour assurer une mesure fidèle [Caufriez, 1993]. D'ailleurs, des études de fidélité et de validité de cet appareil n'ont jamais été publiées.

2.2.7.3 Spéculum instrumenté

Un nouvel instrument, le spéculum instrumenté, a récemment été développé par notre équipe de recherche (Dumoulin, Gravel, Bourbonnais, Lemieux) (brevet provisoire #100662-103CAPR-CC/pb). Cet instrument a fait l'objet d'études de calibration *in vivo* [Dumoulin et al., 2003a], d'acceptabilité auprès des femmes continentes et atteintes d'IUE [Dumoulin et al., 2003a] ainsi que de fidélité test-retest [Dumoulin et al., 2003b]. Ce dynamomètre permet des mesures à différentes ouvertures vaginales et les enregistrements sont indépendants de l'emplacement où s'exerce la résultante des forces sur les branches du spéculum. Le spéculum instrumenté permet donc une évaluation plus valide de la fonction musculaire du PP contrecarrant les faiblesses potentielles des autres techniques et outils mentionnés précédemment. Cet appareil sera utilisé comme outil de mesures statiques de la fonction musculaire du PP dans la présente étude et sera décrit exhaustivement dans la section méthodologie (chapitre 3).

2.2.7.4 Dynamomètre de Ashton-Miller

Ce dynamomètre a une conception quasi-identique au spéculum instrumenté avec son apparence inspirée d'un spéculum gynécologique. Similairement, des mesures peuvent être prises à différentes ouvertures vaginales indépendamment du bras de levier, c'est-à-dire l'endroit où s'exerce la résultante des forces sur les branches (United States Patent US 6,468,232B1). Le dynamomètre a été utilisé dans deux études portant sur l'évaluation musculaire du PP [Howard et al., 2000; Sampsel et al., 1998]. En plus d'être peu décrit dans ces deux articles, les caractéristiques métrologiques de cet instrument n'ont pas été mentionnées.

2.3 FONCTION MUSCULAIRE DU PLANCHER PELVIEN CHEZ LES FEMMES CONTINENTES ET ATTEINTES D'INCONTINENCE URINAIRE À L'EFFORT

2.3.1 Force maximale

Bien que l'apport du PP dans le maintien de la continence soit hautement suggéré [DeLancey, 1988; DeLancey 1996; Petros et Ulmsten, 1997], peu d'études ont comparé les paramètres musculaires distinguant les femmes continentes et les femmes souffrant d'IUE. De plus, ces études ont généralement restreint l'évaluation de la fonction musculaire du PP à la force musculaire maximale.

Tel que résumé dans le tableau I, les écrits révèlent des résultats contradictoires concernant la comparaison de la force maximale du PP des femmes continentes et incontinentes. Certains auteurs démontrent que les femmes atteintes d'IUE présentent une force musculaire maximale significativement inférieure aux femmes continentes [Janssens et al., 2002; Hahn et al., 1996; Laycock, 1992; Samuelsson et al., 2000; Sampsel, 1989; Gunnarsson et Mattiasson, 1994; Gunnarsson et Mattiasson, 1999; Gunnarsson et al., 2002] alors que d'autres ne discernent aucune différence significative [Bo et al., 1994; Bernstein, 1997; Boyington et Dougherty, 2000; Morkved et Bo, 1999; Gunnarsson et al., 2002; Sartore et al., 2003].

Différence significative entre la force musculaire maximale des femmes continentales et celles souffrant d'incontinence urinaire				Différence non-significative entre la force musculaire maximale des femmes continentales et celles souffrant d'incontinence urinaire			
Auteur, Année	Echantillon	Statistiques	Techniques d'évaluation [seuil de signification]	Auteur, année	Echantillon	Statistiques	Techniques d'évaluation [seuil de signification]
Gunnarsson, 1994	20 continentales 25 IUE	Student t-test	Électromyographie (sonde vaginale 1,7 cm de diamètre) [p<0,01]	Bo, 1994	11 continentales 11 IUE	Wilcoxon	Pression (ballonnet 1,7 cm de diamètre) [p=0,62]
Gunnarsson, 1999	173 continentales 58 IUE	Non-spécifié	Électromyographie (sonde vaginale 1,7 cm de diamètre) [p<0,01]	Boylington, 2000	52 continentales 52 IUE	Mann-cova	Pression (dimension ballonnet non-spécifié) [p=0,09]
Gunnarsson, 2002	28 continentales 60 incontinentes (plusieurs types)	Mann-Whitney	Bilan digital (grade 1 à 4, nombre de doigts non-spécifié) [p<0,01] Électromyographie (sonde vaginale 1,7 cm de diamètre) [p<0,05]	Bernstein, 1997	67 continentales 58 incontinentes (plusieurs types)	Kruskall Wallis	Échographie périnéale (augmentation de l'épaisseur musculaire lors d'une contraction maximale) [p=0,09]
Hahn, 1996	30 continentales 30 IUE	Student t-test	Bilan digital (grade 0 à 3, 1 doigt) [p<0,01] Cônes (10 à 90 g) [p<0,01] Pression (ballonnet 2,2 cm de diamètre) [p<0,01]	Gunnarsson, 2002	28 continentales 60 incontinentes (plusieurs types)	Mann-Whitney	Pression (dimension ballonnet non-spécifié) [p=0,26]
Janssens, 2002	17 continentales 31 IUE	Non-spécifié	Électromyographie (dimension sonde vaginale non-spécifié) [p<0,01]	Morkved, 1999	90 continentales 54 incontinentes (plusieurs types)	Non-spécifié	Pression (ballonnet 1,7 cm de diamètre) [p>0,05]
Laycock, 1992	86 continentales 147 IUE	Mann-Whitney	Bilan digital (grade 0 à 5, 2 doigts) [p<0,01]	Sartore, 2003	166 continentales ou avec d'autres symptômes urologiques 31 IUE	Student t-test	Bilan digital (grade 0 à 5, 2 doigts) [p=0,21] Pression (dimension ballonnet non-spécifié) [p=0,33]
Laycock, 1992	74 continentales 140 IUE	Mann-Whitney	Pression (dimension ballonnet adaptée à chaque sujet) [p<0,01]				
Samuelsson, 2000	351 continentales 77 IUE	Chi carré	Bilan digital (grade 0 ou 1, 2 doigts) [p<0,01]				

Tableau I – Recension des écrits - Force musculaire maximale du plancher pelvien chez les femmes continentales et atteintes d'incontinence urinaire à l'effort.

Plusieurs facteurs semblent expliquer la controverse observée dans ces études tels que les techniques d'évaluation de la musculature du PP ainsi que la définition du statut urinaire.

Techniques d'évaluation de la musculature du plancher pelvien. Tel qu'exposé précédemment, les techniques ou les outils d'évaluation de la force musculaire maximale présentent des faiblesses potentielles au niveau de la validité et de la fidélité. Par ailleurs, dans ces études, la description des outils ou techniques utilisés pour l'évaluation des muscles du PP est fréquemment insuffisante pour juger de la rigueur méthodologique de l'étude, comparer les études entre elles ou encore reproduire l'étude. Par exemple, les dimensions de la sonde intra-vaginale employée (électromyographique ou à pression) sont souvent non-décrites [Janssens et al., 2002; Sartore et al., 2003; Gunnarsson et al., 2000; Boyington et Dougherty, 2000]. Cet élément est important puisque l'ouverture vaginale (diamètre de la sonde) détermine la longueur musculaire du PP. De ce fait, la force maximale générée est influencée, entre autres, par la longueur musculaire [DiNubile, 1991]. Tel que démontré dans deux études précédentes, la force musculaire maximale du PP produite est supérieure lorsque l'ouverture vaginale augmente [Morin et al., 2000; Dumoulin et al., 2003b]. Les muscles du PP semblent réagir comme la majorité des muscles squelettiques, c'est-à-dire qu'ils produisent une force maximale supérieure en position d'allongement ce qui peut être expliqué par la formation d'un nombre maximal de ponts actine-myosine [DiNubile, 1991]. Par ailleurs, l'évaluation de la force maximale avec la périnéométrie à pression nécessite des procédures particulières. Certains auteurs incluent les forces passives (forces exercées par les muscles au repos et les tissus environnants) dans le calcul de la force maximale, augmentant ainsi les valeurs de pressions maximales [Boyington et Dougherty, 2000 ; Dougherty et al. 1986]. À l'opposé, d'autres auteurs excluent les forces passives en effectuant une soustraction (valeur maximale – forces passives) ou encore en effectuant une remise à zéro de l'appareil lorsque la sonde est positionnée dans la cavité vaginale [Bo et al., 1994 ; Morkved et Bo, 1999 ; Laycock, 1992]. Enfin, dans certaines études, l'inclusion ou l'exclusion

des forces passives dans les mesures de forces maximales n'est pas spécifiée [Gunnarsson et al., 2002 ; Sartore et al., 2003 ; Hahn et al., 1996]. Lorsque les forces passives sont incluses dans les mesures de forces maximales, il est difficile de déterminer si la différence entre les deux groupes provient des forces passives ou des forces actives.

Définition du statut urinaire. Les définitions du statut urinaire (continence/incontinence) utilisées dans ces études peuvent contribuer aux résultats contradictoires rapportés en ce qui a trait à la comparaison entre la force maximal du PP des femmes continentales et atteintes d'IUE. En effet, certaines études incluent différents types d'incontinence dans leur groupe de femmes symptomatiques [Bernstein, 1997; Gunnarsson et al., 2002; Morkved et Bo, 1999]. Bien que la population de ces études soit majoritairement composée de femmes atteintes d'IUE, d'autres types d'incontinence tels que l'incontinence urinaire d'urgence, l'incontinence urinaire mixte ainsi que l'incontinence urinaire continue sont intégrés dans les groupes symptomatiques. À l'inverse, Sartore et al. [2003] ont comparé des femmes atteintes d'IUE à un groupe de femmes continentales et/ou avec d'autres symptômes urologiques. Ces études, caractérisées par des échantillons hétérogènes, n'ont démontré aucune différence significative concernant la force maximale du PP des femmes continentales et atteintes d'IUE. Considérant que la pathophysiologie de ces types d'incontinence diffère, il semble important de les dissocier pour comprendre leurs effets spécifiques sur la fonction musculaire du PP.

2.3.1 Autres paramètres

Outre la force musculaire, les autres paramètres musculaires pouvant être impliqués dans le maintien de la continence tels que les mesures passives, la vitesse de contraction et l'endurance, demeurent peu étudiés. En effet, seulement quelques études ont étudié plus exhaustivement les muscles du PP chez les femmes continentes et incontinentes à l'effort [Laycock, 1992; Janssens et al., 2002; Boyington et Mattiasson, 1999; Gunnarsson et Mattiasson, 1994]. Une différence significative entre ces deux groupes concernant l'activité électromyographique du PP au repos (moyenne des potentiels d'action au repos) a été démontrée par Janssens et al. [2002], tandis que Gunnarsson et Mattiasson [1994] ont obtenu des résultats non-significatifs avec une technique similaire. La vitesse de contraction s'est avérée significativement supérieure chez les femmes continentes dans l'étude de Laycock [1992], alors que le seuil de signification n'a pas été atteint dans le cas de Boyington et Mattiasson [1999]. Concernant l'endurance, aucun résultat significatif n'émerge des techniques utilisées par Laycock [1992] et Boyington et Mattiasson [1999]. En somme, ces paramètres musculaires du PP demeurent peu étudiés et les résultats sont contradictoires. Les facteurs énumérés précédemment influençant l'évaluation de la force maximale peuvent possiblement interférer avec l'évaluation des autres paramètres musculaires. Une analyse de la fonction musculaire du PP incluant ces paramètres est nécessaire à la compréhension des mécanismes pathophysiologiques sous-jacents à l'IUE.

En somme, dans le but d'éviter les faiblesses méthodologiques des recherches antérieures, le spéculum instrumenté a été sélectionné pour l'évaluation de la fonction musculaire du PP puisqu'il présente des avantages au niveau métrologique par rapport aux instruments et techniques actuels. Les procédures relatives à l'évaluation musculaire ont été clairement décrites : les mesures ont été prises à des ouvertures vaginales spécifiques, de même que

les calculs de la force maximale ont exclu les mesures passives. Finalement, des évaluations rigoureuses ont été effectuées dans la présente étude afin d'identifier avec précision le statut urinaire des participantes et de limiter le type d'incontinence étudié à l'IUE.

CHAPITRE 3

MÉTHODOLOGIE

3.1 SUJETS

Les sujets ont été recrutés à la clinique d'obstétrique-gynécologie de l'hôpital Sainte-Justine par l'entremise d'une feuille d'information distribuée par une assistante médicale. Les femmes manifestant de l'intérêt à participer au projet de recherche ont été contactées par voie téléphonique par une physiothérapeute afin de leur fournir de plus amples renseignements sur le projet et de planifier la séance d'évaluation. Quarante-neuf femmes continentales et atteintes d'IUE, âgées entre 21 et 44 ans, ont été recrutées. Afin d'obtenir un échantillon homogène et considérant que le début des symptômes d'IUE est fortement associé à l'accouchement [Rortveit et al., 2001], notre étude ciblait les femmes qui avaient accouché au moins une fois par voie vaginale et qui étaient au stade génitalement actif de leur vie, c'est-à-dire qu'elles n'avaient pas atteint la pré-ménopause ou la ménopause. Les femmes étaient exclues du projet si elles étaient enceintes, présentaient d'autres types d'incontinence urinaire que l'IUE, avaient subi antérieurement une chirurgie uro-gynécologique, présentaient une descente d'organes importante (> stade 2) [Schull et al., 2002], une infection urinaire ou une vaginale active, irritation vaginale importante ainsi que toutes autres conditions pouvant interférer avec l'évaluation de la fonction musculaire de PP. Le projet a été soumis et approuvé par le comité d'éthique de l'hôpital Sainte-Justine (voir certificats d'éthique annexe I). Lors de la séance d'évaluation, les femmes ont signé en toute liberté le formulaire de consentement (voir formulaires annexe II).

3.2 ÉVALUATION INITIALE

Les femmes participant à l'étude ont subi différentes évaluations objectives et subjectives permettant de confirmer leur continence ou de poser un diagnostic d'IUE.

Le recrutement des femmes rapportant des fuites d'urine à l'effort a été effectué conjointement avec une étude connexe portant sur les traitements de physiothérapie de l'IUE [Dumoulin et al., 2003c]. La collaboration avec ce projet de recherche a permis une évaluation complète et rigoureuse des sujets symptomatiques. Pour être incluses dans le groupe « incontinent », les femmes rapportant des fuites d'urine à l'effort devaient subir un bilan urodynamique incluant une cystomanométrie afin de confirmer l'absence d'hyperactivité du *detrusor*. En outre, afin de documenter les symptômes liés à l'incontinence, les femmes devaient compléter un questionnaire, le *Urogenital Distress Inventory* (voir questionnaire annexe III). Étant donné sa fidélité, validité et sensibilité au changement [Shumaker et al., 1994; Hagen et al., 2002], ce dernier figure parmi les questionnaires recommandés par le ICS pour les études portant sur l'IUE [Donovan et al., 2002]. Finalement, afin de vérifier objectivement et quantifier les fuites d'urine, les femmes ont dû subir le Pad test modifié version 20 minutes [Abrams et al., 1988; Bo et al., 1999; Sand, 1992]. Pour ce faire, l'infirmière spécialisée en urologie introduisait 250 ml de solution saline dans la vessie du sujet grâce à un cathéter intra-urétral. En effet, il était essentiel de standardiser le volume vésical afin d'assurer la fidélité du test pour des fins de comparaison pré et post-traitement (étude connexe). Ensuite, la femme devait porter une protection sanitaire dont le poids initial était connu et réaliser une série d'exercices : marcher 10 minutes, monter et descendre des escaliers équivalent à un étage, passer de la position assise à debout 10x, tousser 10x, courir sur place pendant 1 minute, ramasser un objet par terre 5x, maintenir les mains sous un jet d'eau durant 1 minute. La présence et la sévérité de l'incontinence étaient quantifiées par l'augmentation du poids de la protection après le test.

À l'opposé, les femmes étaient considérées continentes si elles ne rapportaient aucun symptôme uro-gynécologique et ce, spontanément de même qu'au questionnaire (*Urogenital Distress Inventory*). Les femmes asymptomatiques devaient également subir le Pad test modifié. Toutefois, afin de réduire le caractère invasif relié au cathétérisme, le volume vésical était vérifié par ultrason (Bladder Scan 3000, Diagnostic Ultrasound). De ce fait, le sujet devait ingérer 1 litre d'eau une heure avant le test et par conséquent, le remplissage vésical s'effectuait naturellement. Par la suite, la série d'exercices débutait lorsque le volume vésical excédait 250 ml, ce qui correspond au volume vésical des femmes incontinentes lors du test. La femme était considérée continente lorsque l'augmentation du poids de la protection post-test était inférieure à 1 gramme. Cette augmentation inférieure à 1 gramme peut être expliquée par une erreur de mesures ou par la présence de substances autres que l'urine telles que la sueur et les sécrétions vaginales [Abrams et al., 1988; Artibani et al., 2002].

3.3 INSTRUMENTATION

Le dynamomètre est constitué d'une unité centrale informatisée et d'une unité périphérique (spéculum dynamométrique). **L'unité centrale** comprend un ordinateur portable muni d'une carte d'acquisition. Les valeurs en microvolts provenant des amplificateurs des jauges de contraintes sont converties en newtons. **Le spéculum dynamométrique** est constitué de deux branches soit une branche d'appui (branche supérieure) et une branche munie de deux paires de jauges de contraintes montées en différentiel (branche inférieure). Les deux branches peuvent se rapprocher ou s'éloigner au moyen d'une vis sans fin (voir

fig. 3). La distance entre les deux branches est étalonnée de façon à mesurer la fonction musculaire du PP à différentes ouvertures vaginales. De plus, l'utilisation d'un montage de jauges en différentiel (pont de Wheatstone) permet à l'enregistrement d'être indépendant du point d'application de la résultante des forces sur les branches du dynamomètre [Avril, 1984; Bourbonnais et al., 1993]. Cette caractéristique est primordiale dans l'évaluation de la musculature du PP puisque le site exact où s'applique la force résultante des muscles du PP peut varier entre les sujets et les évaluations. Des calibrations ont été réalisées en appliquant des forces connues à trois points d'application différents sur les branches du dynamomètre. Les résultats ont démontré que la mesure était effectivement indépendante du point d'application des forces [Dumoulin et al., 2003a]. Par ailleurs, une bonne fidélité test-retest a récemment été démontrée pour les mesures de force maximale chez les femmes incontinentes. Des coefficients de dépendabilité (similaires au coefficients de corrélation intra-classe) de 0,71 et 0,88 ont été calculés pour des ouvertures vaginales de 19 mm et 24 mm, respectivement [Dumoulin et al., 2003b]. Concernant la fidélité du taux de développement de force maximale, le coefficient s'élève à 0,86 résumant la bonne fidélité de ce paramètre. Par ailleurs, dans une étude d'acceptabilité de l'instrument, 40 femmes continentales et incontinentales à l'effort ont confirmé que le spéculum dynamométrique est confortable et que la procédure d'évaluation est adéquate [Dumoulin et al., 2003a]. Bref, cet appareil, conçu pour s'adapter aux différentes circonférences vaginales, mesure fidèlement la force musculaire, et ce, indépendamment du point d'application des forces sur les branches du dynamomètre.

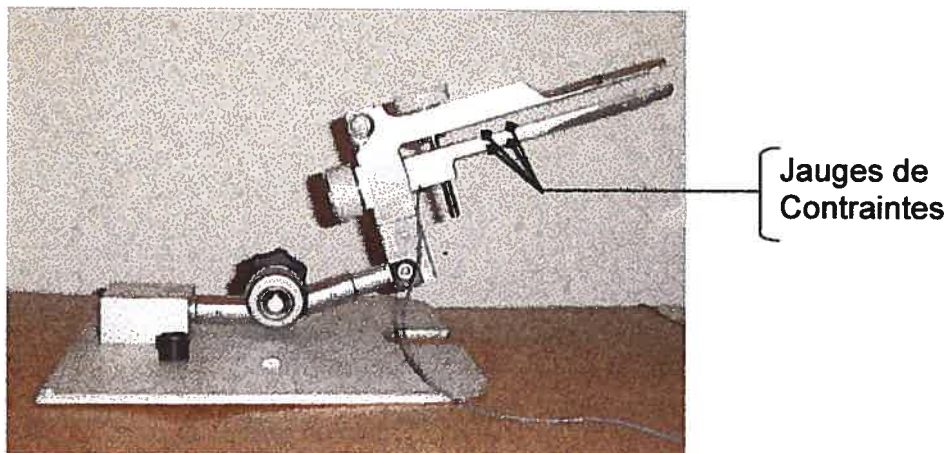


Fig. 3 Spéculum dynamométrique

3.4 ÉVALUATION DE LA FONCTION MUSCULAIRE DU PLANCHER PELVIEN

Une physiothérapeute spécialisée en rééducation périnéale et pelvienne et ayant reçu une formation en dynamométrie était en charge de l'évaluation de la fonction musculaire des femmes continentales et atteintes d'IUE. Au début de la séance, l'anatomie de la musculature du PP ainsi que le mouvement produit lors de sa contraction étaient expliqués au sujet. Ensuite, la femme devait adopter une position décubitus dorsal, hanches et genoux fléchis, pieds à plat sur une table gynécologique conventionnelle. Considérant qu'une forte proportion de femmes démontrent des difficultés à recruter leur musculature du PP correctement [Dietz et al., 2003; Benvenuti et al., 1987], la physiothérapeute, gantée, a effectué une évaluation digitale intra-vaginale afin de s'assurer que le sujet contractait correctement la musculature de son PP. Avant d'entamer l'évaluation dynamométrique, la calibration de l'appareil était vérifiée à l'aide un poids étalon. Le spéculum a également été préparé pour l'examen en recouvrant chaque branche d'un condom et en lubrifiant celle-ci avec un gel hypoallergène (KY). La physiothérapeute a par la suite inséré les deux branches de l'instrument dans la cavité vaginale dans un axe antéro-postérieur

à une profondeur de 5 cm (branche étalonnée à 5 cm). Selon Bo [1992], la masse musculaire du plancher pelvien est localisée à environ 3,5 cm de l'ouverture de la cavité vaginale. La profondeur de 5 cm permet donc l'évaluation de l'ensemble des muscles du PP entourant le vagin. Ensuite, le sujet devait réaliser trois contractions afin de s'assurer qu'il était confortable dans l'exécution de l'effort et que l'appareil était positionné de façon stable. Au cours de la séance d'évaluation, les tracés de force pouvaient être visualisés à l'écran par la physiothérapeute et enregistrés sur le disque dur lorsque jugés acceptables (le sujet avait respecté les consignes). Néanmoins, cette rétroaction visuelle n'était pas accessible au sujet. Les paramètres statiques de la fonction musculaire du PP étudiés étaient :

Force passive à des ouvertures vaginales de 19 et 24 mm

L'enregistrement de la force passive a été effectué juste avant les mesures de force maximale à des ouvertures vaginales de 19 et 24 mm. Ces diamètres antéro-postérieurs incluent l'épaisseur des deux branches du spéculum soit 6 mm pour la branche supérieure et 8 mm pour la branche inférieure ainsi que la distance entre les deux branches (5 mm pour l'ouverture vaginale de 19 mm et 10 mm pour l'ouverture de 24 mm). Durant une période de 15 s, la participante devait relâcher complètement sa musculature pelvienne afin de permettre l'enregistrement de la force passive (voir figure 1 de l'article). La force moyenne calculée était considérée comme indice du comportement passif ou « tonicité » des muscles du PP.

Force maximale à des ouvertures vaginales de 19 et 24 mm

La femme devait serrer maximalelement les muscles du PP comme pour retenir une flatulence ou des fuites d'urine [Laycock, 1994]. La rapidité de la contraction n'était pas demandée à la participante. Cette dernière était informée qu'elle disposait de 10 s pour réaliser un effort maximal (voir figure 2 de l'article). Une période de repos de deux minutes était respectée entre chacune des trois répétitions afin d'éviter l'effet de la fatigue [Caldwell et al., 1974]. La

force maximale était calculée en soustrayant la valeur de force passive obtenue au début de l'essai de la valeur maximale atteinte. La moyenne des forces maximales calculée lors des trois essais a été considérée dans les analyses statistiques.

Taux de changement de force et nombre de contractions

La participante devait exécuter une série de contractions maximales suivies d'un relâchement complet de la musculature du PP et ce, le plus rapidement possible. Ce protocole de contractions rapides répétées avait une durée de 15 s et était réalisé à ouverture vaginale de 19 mm (voir figure 3 de l'article). Deux paramètres ont été calculés afin d'estimer la vitesse de contraction : la pente maximale de la première contraction (taux de développement de la force) et le nombre de contractions complètes réalisées dans la période de 15 s.

Endurance absolue

Le spéculum demeurant à l'ouverture minimale, le sujet devait contracter rapidement et maintenir cette contraction maximale durant 90 s (voir figure 4 de l'article). L'aire sous la courbe calculée entre 10 et 60 s suivant le début de la contraction a permis d'estimer l'endurance de la musculature du PP.

3.5 ANALYSES STATISTIQUES

Les données démographiques des sujets continents et incontinents ont été comparées grâce au test de t de Student pour les variables ratio et au Chi carré pour les variables nominales. Puisque l'âge et le nombre d'accouchements différaient entre les deux groupes, des analyses de covariances (ANCOVA) ont été utilisées afin de contrôler l'effet de ces variables confondantes lors de l'analyse de la fonction musculaire du PP.

CHAPITRE 4
ARTICLE

**PELVIC FLOOR MUSCLE FUNCTION IN CONTINENT AND STRESS
URINARY INCONTINENT WOMEN USING DYNAMOMETRIC
MEASUREMENTS**

Mélanie Morin^a, Daniel Bourbonnais^a, Denis Gravel^a, Chantale Dumoulin^a,
Marie-Claude Lemieux^b

Récemment soumis à Neurourology and Urodynamics

^a École de réadaptation, Faculté de médecine, Université de Montréal et Centre de recherche interdisciplinaire en réadaptation du Montréal métropolitain, site Institut de réadaptation de Montréal.

^b Département d'obstétrique-gynécologie, Faculté de Médecine, Université de Montréal.

ABSTRACT

Aim: To compare the pelvic floor muscle (PFM) function in continent and stress urinary incontinent women using dynamometric measurements.

Materials and Methods: Thirty continent women and 59 women suffering from stress urinary incontinence (SUI), aged between 21-44 and parous, participated in the study. An instrumented speculum was used to assess the static parameters of the PFM: 1) passive force at 19 mm and 24 mm of vaginal aperture (antero-posterior diameter), 2) maximal strength in a self-paced effort at both apertures, 3) rate of force development and number of contractions during a protocol of rapidly repeated 15-s contractions and lastly 4) absolute endurance recorded over a 90-s period during a sustained maximal contraction. The parameters described in the two latter conditions were assessed at the aperture of 19 mm. Analyses of covariance were used to control the confounding variables of age and parity when comparing the PFM function in the continent and incontinent women.

Results: The continent women demonstrated higher passive force at both openings and a higher absolute endurance as compared to the incontinent women ($p \leq 0.001$). In the protocol of rapidly repeated contractions, the rate of force development and number of contractions were both lower in the incontinent subjects ($p \leq 0.01$). The differences between the two groups for maximal strength at the 19- and 24-mm apertures did not reach the statistically significant level.

Conclusion: The PFM function is impaired in incontinent women. The assessment of PFM should not be restricted to maximal strength. Other parameters that discriminate between continent and incontinent women need to be added to the PFM assessment in both clinical and research settings.

KEYWORDS

Pelvic floor musculature, muscle strength, endurance, passive force, speed of contraction, dynamometry

INTRODUCTION

Several theories have been put forward to explain female urinary continence mechanisms [DeLancey, 1988; Petros and Ulmsten, 1997]. Although the theories differ in some points, the importance of the pelvic floor muscles (PFM) in urethral closure for maintaining continence is recognized by most if not all authors [DeLancey, 1988; Petros and Ulmsten, 1997]. The pathophysiology of stress urinary incontinence (SUI) remains unclear but PFM dysfunction is suspected. However, discrepancies have been found when comparing PFM maximal strength in continent and stress urinary incontinent women. Some studies have demonstrated that incontinent women have lower PFM strengths than continent women [Janssens et al., 2002; Hahn et al., 1996; Laycock, 1992; Samuelsson et al., 2000; Sampsel, 1989; Gunnarsson and Mattiasson, 1994; Gunnarsson and Mattiasson 1999; Gunnarsson et al., 2002] while others have reported nonsignificant differences [Bo et al., 1994; Boyington and Dougherty, 2000; Morkved and Bo, 1999; Gunnarsson et al., 2002; Sartore et al., 2003]. However, these studies differ in terms of methodological approach used, such as the technique chosen to measure the PFM strength and the characteristics of the samples studied.

Considering the muscle composition of the pelvic floor, parameters other than strength may be involved in the maintenance of continence. The pelvic floor musculature is composed predominantly of type I fibers (slow twitch), accounting for 63 to 67% of its anterior component (pubococcygeus) [Heit et al., 1996; Gilpin et al., 1989], which indicates that these muscles are suited to maintain tone or contraction over a long period. According to DeLancey and Starr [1990], the resting activity of the PFM is important for sustaining the pelvic organs in the optimal position for continence. Furthermore, when repeated or prolonged solicitations of the continence mechanisms such as jogging or even daily living activities occur, PFM endurance may contribute to continence. Type II fibers

(fast twitch) are also present [Heit et al., 1996; Gilpin et al., 1989] and may be involved in rapid PFM contractions preceding an abrupt rise of the intra-abdominal pressure associated with coughing or sneezing [Bo, 1995]. Overall, these parameters remain sparsely studied and their inclusion in the PFM assessment could well enhance our understanding of SUI pathophysiology.

The aim of this study was to investigate and compare the PFM function in continent and stress urinary incontinent women. Various static parameters including passive force at rest, maximal strength, speed of contraction and endurance were recorded in a dynamometric assessment of PFM.

MATERIALS AND METHODS

Subjects

Women attending the obstetrics and gynecology clinic of Sainte-Justine Hospital were invited to participate in the study through an information sheet. Thirty continent and 59 stress incontinent women, aged between 21 and 44, were recruited. In order to have a homogenous sample and considering that the onset of SUI is strongly related to parity [Rortveit et al., 2001], the target population of this study was women who had delivered vaginally once or more and were still in the reproductive stage of their lives (neither perimenopausal nor postmenopausal women). The exclusion criteria were pregnancy, other types of incontinence, past urogynecologic surgery, previous physiotherapy treatment for incontinence, major organ prolapse, active urine or vaginal infection, excessive vaginal scarring or any other disease that may interfere with pelvic floor function measurements. All women gave written consent to participate in the study, which was approved by the Ethics Committee of Sainte-Justine Hospital.

The continence status of each participant was ascertained by different assessments, which allowed the subjects to be assigned to either the continent or the stress incontinent group. Subjects were included in the stress incontinent group when they fulfilled the following criteria. First, the women had to report SUI symptoms that matched the International Continence Society definition (complaint of involuntary leakage on effort or exertion, or on sneezing or coughing) [Abrams et al., 2002]. After that, the symptomatic subjects underwent a urodynamic evaluation including cystometry in order to confirm the absence of detrusor overactivity. The Urogenital Distress Inventory questionnaire was also used to document various incontinence-related symptoms as it has already demonstrated good psychometric properties such as reliability, validity and responsiveness [Shumaker et al., 1994; Hagen et al., 2002]. Finally, a modified 20-min pad test with standardized bladder volume was also performed to verify and quantify the symptoms [Abrams et al., 1988; Sand, 1992]. To do so, the bladder was filled with a 250-mL solution using a transurethral catheter. A pre-weighed pad was then put on and the subject had to perform standardized exercises: walking for 10 min, stair climbing (equivalent to one flight up and down), standing from sitting 10 times, coughing vigorously 10 times, running on the spot for 1 min, bending to pick up a small object from the floor 5 times, jumping-jack 10 times and washing hands in running water for 1 min. Finally, the presence and severity of incontinence were appreciated by weighing the pad at the end of the test.

Women were diagnosed as continent if they did not report any type of urinary incontinence, urgency or other urogynecologic symptoms either spontaneously or in the Urogenital Distress Inventory questionnaire. They were also assessed by the 20-min pad test. However, to eliminate the invasiveness of the catheterization associated with artificial bladder filling, the bladder volume was measured by ultrasound (Bladder Scan 3000, Diagnostic Ultrasound). Thus, women had to drink 1 L of water one hour before the test. The pad test was performed when the bladder contained more than 250 mL, which corresponded

to the bladder volume of the incontinent subjects. In interpreting the results, subjects with a pad weight gain up to 1 g, which may be due to weighing errors, sweating or vaginal discharge, were considered continent [Abrams et al., 1988; Artibani et al., 2002].

Instrumentation

A new dynamometer specifically designed to evaluate the PFM function was used for the static measurements. As extensively described by Dumoulin et al. [2003a], this equipment comprises an instrumented speculum connected to a computerized central unit. The instrumented speculum is composed of two aluminum branches. The upper branch is fixed while the other, equipped with strain gauges, can be moved by an adjustable screw allowing measurements to be taken for different vaginal apertures. Thus, different muscle lengths of the PFM could be evaluated. The voltage outputs of the dynamometer were calibrated using known forces applied to the lower branch. In addition, the differential recordings of the two pairs of the strain gauges ensure that application of the same resultant force at any location on the lower branch of the speculum produces the same voltage output. This theoretically improves the accuracy of the speculum since the site of the force applied to the lower branch can vary between measurements as well as between subjects. Furthermore, the dynamometer has demonstrated good test-retest reliability in incontinent women for parameters such as maximal strength and rate of force development [Dumoulin et al., 2003b].

Pelvic floor muscle function assessment

The PFM function assessment was entirely conducted by a skilled physiotherapist properly trained in dynamometric measurements. After receiving detailed information about contracting her PFM, each subject adopted a supine lying position with hips and knees flexed, feet flat on a conventional gynecologist's table. Considering that a high percentage of women have difficulties contracting their pelvic floor properly at their first attempt [Dietz et al., 2003; Benvenuti et al., 1987], vaginal palpation was used to teach them how to perform a PFM contraction correctly without compensation (e.g. rectus abdominus, adductors and gluteal muscles). When their ability to contract had been confirmed, the intra-vaginal dynamometric assessment was carried out. Before the device was inserted into the vaginal cavity, each branch of the speculum was covered with a condom and appropriately lubricated with a water-soluble jelly. The two closed branches were then inserted to a depth of 5 cm, allowing assessment of the pelvic floor musculature, which is located approximately 3.5 cm from the opening of the vaginal cavity [Bo, 1992]. Three unrecorded practice contractions were performed to ensure that the subjects were comfortable with the device inserted. During the whole examination, the performance (force curves) of the subjects was observed by the evaluator on the computer screen and stored on hard disk when acceptable. This visual feedback was not accessible to the subjects. The PFM parameters evaluated were:

Passive force. The passive force was measured at two different speculum openings, which correspond to vaginal apertures of 19 mm and 24 mm. These antero-posterior diameters comprise the thickness of the speculum branches, 6 mm for the upper branch and 8 mm for the lower one, as well as the distance between the two branches (5 mm for the aperture of 19 mm and 10 mm for that of 24 mm). The women were instructed to relax their PFM in order to record the passive force over a period of 15 s. The mean value was considered as an index of PFM tonicity (Figure 1).

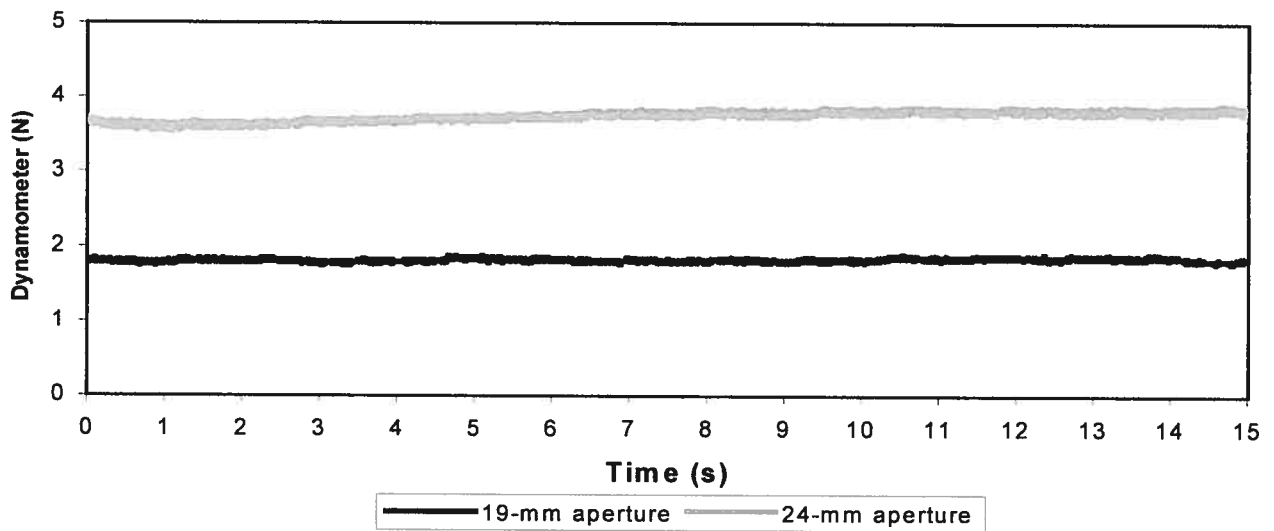


Figure 1: Passive force

Maximal strength in self-paced effort. The subjects were asked to squeeze and lift their PFM as if preventing the escape of flatus and urine while breathing out [Laycock, 1994]. The speed of contraction was not prescribed by the evaluator. The maximum strength values were obtained by subtracting the baseline value recorded before the effort from the maximum peak value (Figure 2). The measurements were taken at vaginal apertures of 19 mm and 24 mm. Three 10-s contractions separated by a 2-min rest period were recorded for each aperture. The mean of the three trials was used in the statistical analyses.

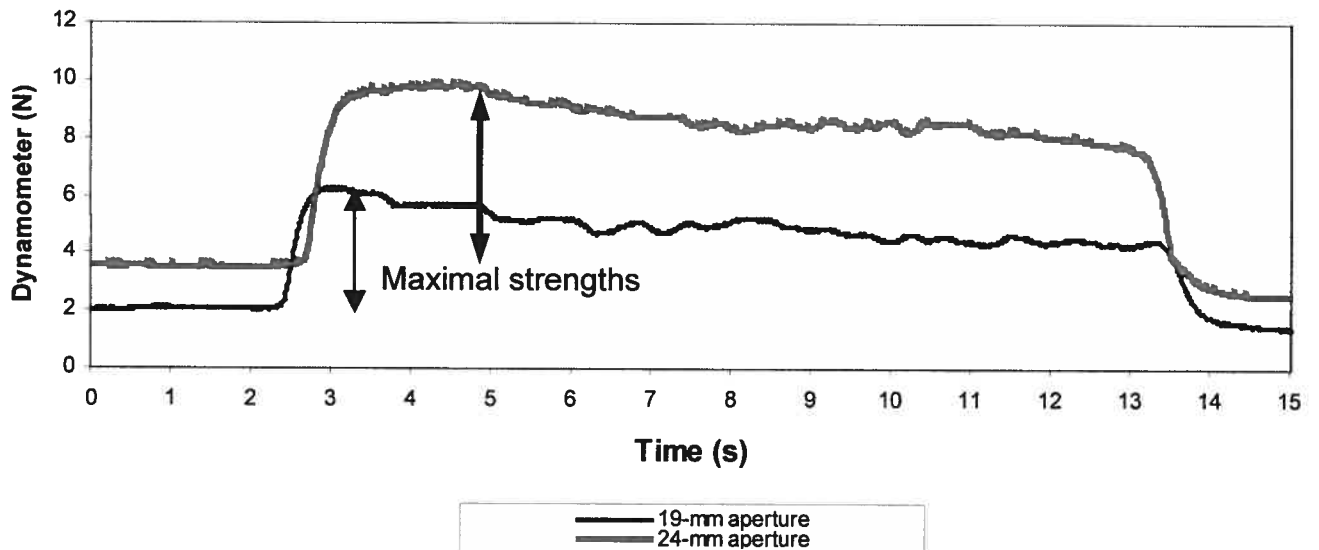


Figure 2: Maximal strengths in self-paced effort

Rate of force development and number of contractions. The women were instructed to contract maximally and relax as fast as possible during a protocol of rapidly repeated 15-s contractions (Figure 3). Two parameters allowed the speed of contraction to be assessed at the 19-mm opening: the maximal rate of force development of the first contraction (slope of the force curve) and the number of contractions performed.

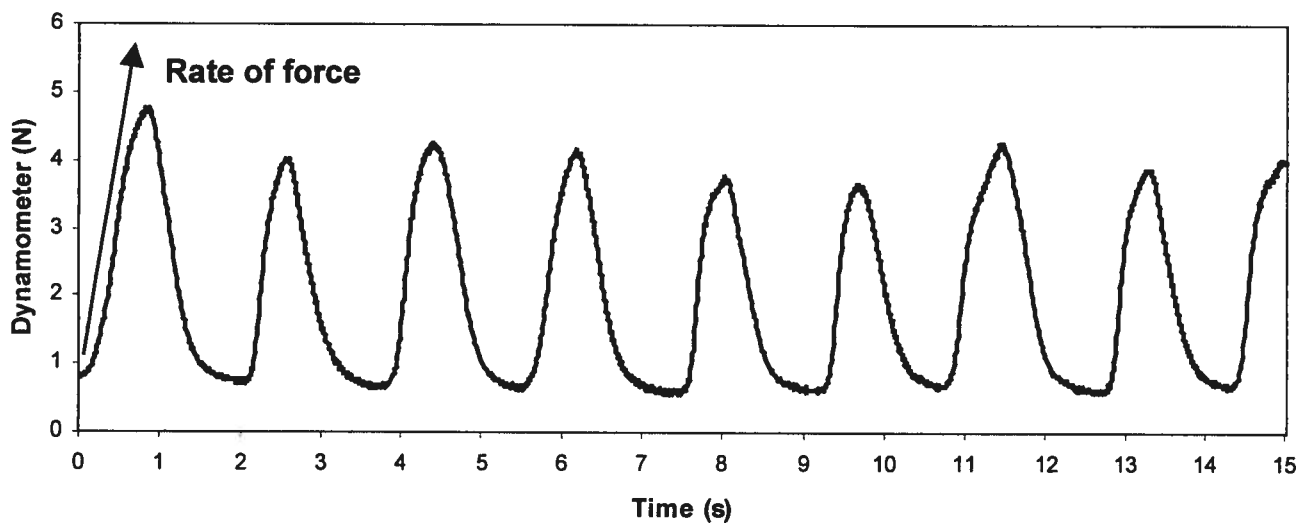


Figure 3: Rapidly repeated contractions protocol

Absolute endurance. Still at the 19-mm opening, the subjects were required to rapidly contract and maintain a maximal contraction for 90 s (Figure 4). The area under the force curve taken between 10 s and 60 s after the beginning of the effort was used for estimating the endurance.

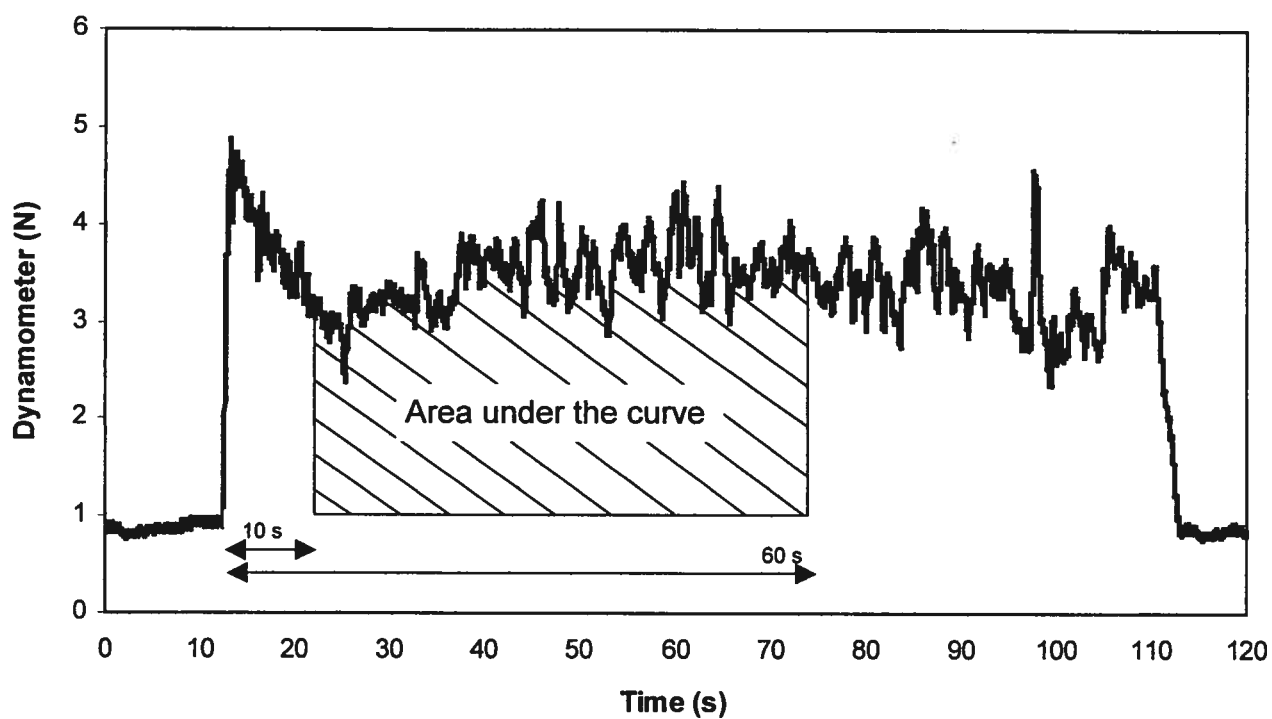


Figure 4: Absolute endurance

Statistical analysis

The baseline characteristics of the continent and stress urinary incontinent women were compared using Student's t test for the ratio variables and the Chi Square for nominal data. Considering the significant differences in age and parity between the two groups, analyses of covariance were used to control for these confounding variables when comparing the PFM function in the continent and incontinent women. As a prerequisite to the analyses of covariance, the absence of interaction between groups and covariates was verified.

RESULTS

A comparison of the baseline characteristics of the stress incontinent and continent women is presented in Table I. The two groups were similar in body mass index and percentage of physically active women, which is defined by women participating in physical activity as a leisure for at least once a week. However, significant differences in age and parity were observed in that the incontinent women were older and had experienced more parity. These two potentially confounding variables, age and parity, were therefore controlled in the PFM function analyses. In the pad test, the continent women demonstrated non-significant leakage (<1 g) [Abrams et al., 1988; Artibani et al., 2002] while the stress incontinent women lost a mean of 35.2 g (SD = 55.4 and range = 5-309).

	Continent women n= 30	SUI women n= 59	P values
Age (years)	31.9 ± 5.5 (21-44)	36.1 ± 3.6 (24-43)	<0.0001
Parity	1.7 ± 0.8 (1-4)	2.1 ± 0.8 (1-4)	0.035
Body mass index (kg/m ²)	23.3 ± 2.5 (18.8-28.8)	24.1 ± 4.3 (18.7-34.5)	0.348
Number of women physically active (%)	17 (57%)	35 (59%)	0.810

Table I: Characteristics of women (mean ± 1 standard deviation (SD) ; range or percentage in parentheses)

As shown in Table II, the stress incontinent women demonstrated lower values in passive force, absolute endurance, maximal rate of force development and number of contractions performed than the continent women ($p < 0.05$). No statistically significant differences regarding mean maximal strengths were observed although the mean maximal strength was lower at the 19-mm aperture.

Parameters	Mean \pm 1 SD		P values
	Continent	SUI	
Passive force at 19-mm vaginal aperture (N)	2.3 \pm 1.0	1.1 \pm 1.1	<0.001
Passive force at 24-mm vaginal aperture (N)	3.7 \pm 1.4	2.0 \pm 2.0	<0.001
Maximal strength in self-paced effort at 19-mm vaginal aperture (N)	4.5 \pm 2.3	3.7 \pm 1.8	0.229
Maximal strength in self-paced effort at 24-mm vaginal aperture (N)	5.9 \pm 2.8	5.6 \pm 3.2	0.671
Rate of force development (N/s)	8.7 \pm 4.5	5.6 \pm 3.9	0.012
Number of contractions (count)	10.3 \pm 3.9	8.5 \pm 3.0	0.011
Absolute endurance, area under the force curve (N*s)	129.1 \pm 75.3	81.3 \pm 52.8	0.001

Table II: Pelvic floor muscle function

DISCUSSION

Even if the recruitment procedures were identical for the continent and incontinent groups, significant differences in age and parity were found concerning age and parity. These findings are not surprising since incontinence has been associated with age [Hannestad et al., 2000] and parity [Rortveit et al., 2001] in the Norwegian EPINCONT study, an epidemiological study composed of 27,900 women. Differences in age and parity when comparing PFM function have often not been considered in the statistical analyses of previous studies comparing PFM in continent and incontinent women [Laycock, 1992; Gunnarsson and Mattiasson, 1994; Gunnarsson et al., 2002]. However, these confounding variables were controlled in our study to establish confidence that differences in muscle function originate from their continence status, not their age or parity.

A recent magnetic resonance imaging study demonstrated that stress incontinent women presented pelvic floor laxity, lower PFM volume and bladder neck descent in comparison with asymptomatic subjects [Hoyte et al., 2001]. This would corroborate the role of PFM for supporting organs and, therefore, maintaining continence. In the present study, a lower passive force was found in the stress incontinent group. However, it should be emphasized that the intra-vaginal passive measurements inevitably include not only PFM activity but also the passive resistance of the surrounding non-muscular tissues. Nonetheless, our findings concur with studies that assessed PFM electromyographic activity at rest in continent and stress incontinent women [Janssens et al., 2002]. A lower electromyographic activity was found in incontinent women [Janssens et al., 2002]. Furthermore, a higher passive force at the 24-mm vaginal aperture as compared to the minimal opening was expected in both groups because a resistance from the passive properties of muscles and surrounding tissues is produced when resting muscles are passively stretched [Gajdosik, 2001].

With regard to maximal strength, this parameter was assessed at vaginal apertures of 19 mm and 24 mm. The difference in maximal force between the continent and incontinent groups was not statistically significant at these two apertures. Several factors are therefore suspected to influence maximal force. First, as found in a previous study [Dumoulin et al., 2003b], PFM produces higher forces at a larger aperture and, consequently, at a longer muscle length. Thus, the maximal strength differs, depending on the aperture. In the present study, the difference between continent and incontinent seems to be more marked at the lower aperture. In any case, greater attention needs to be paid to the vaginal aperture when comparing strength in continent and stress incontinent subjects. Second, the controversies about strength differences in continent and stress incontinent subjects in the literature mentioned earlier could be related to the instrument or technique used. Digital evaluation [Hahn et al., 1996; Laycock, 1992; Samuelsson et al., 2000; Sampsel, 1989; Gunnarsson et al., 2002; Sartore et al., 2003], surface electromyography [Janssens et al., 2002; Gunnarsson et al., 2002; Gunnarsson and Mattiasson, 1994; Gunnarsson and Mattiasson 1999], cones [Hahn et al., 1996] and pressure measurements [Hahn et al., 1996; Laycock, 1992; Bo et al., 1994; Boyington et al., 2000; Gunnarsson et al., 2002; Morkved and Bo, 1999; Sartore et al., 2003] have been used to appreciate maximal force but all of these instruments or techniques have been criticized for their psychometric properties. Digital muscle evaluation has shown a low intra-rater reliability [Bo and Finckenhagen, 2001] and sensitivity [Morin et al., 2003] while intra-vaginal pressure and pelvic floor electromyography have been criticized for their lack of validity. It has been suggested that the pelvic floor surrounding muscles (cross-talk) and intra-abdominal pressure interfere significantly with electromyography recordings and intra-vaginal pressure, respectively [Peschers et al., 2001; Hahn et al., 1996]. Furthermore, vaginal cones have been found unsuitable for PFM assessment because a heavy cone can be retained in spite of a weak PFM because of its transverse position in the vagina [Hahn et al., 1996]. Since the instrumented speculum has proven to be a direct and reliable tool for evaluating the PFM function [Dumoulin et al., 2003b],

we chose this instrument to avoid the disadvantages of other currently used techniques or instruments. Third, the definition of continence status may also be responsible for the inconsistency of the results in the literature. Some studies included several types of incontinence such as stress, urge and continuous incontinence in their symptomatic group [Bernstein, 1997; Gunnarsson et al., 2002; Morkved and Bo, 1999] whereas Sartore et al. [2003] compared maximal strength in women suffering from SUI to a mixed group including continent and women with other urologic symptoms. The results from these studies yielded non-significant differences when comparing maximal strength in continent and incontinent women. Since the pathophysiology of these types of incontinence is different, we focused our study on SUI. Fourth, when using pressure measurements, calculations of the maximal strength may also explain discrepancies in the literature. Some authors include passive forces in the maximal pressures [Boyington and Dougherty, 2000; Dougherty et al. 1986] while others exclude the passive force of the calculations by subtracting the passive force from the maximum peak value or by resetting the apparatus when the probe was inserted in the vaginal cavity [Bo et al., 1994; Laycock, 1992; Morkved and Bo, 1999]. In the present study, exclusion of the passive forces was preferred in order to be sure that any differences in maximal strength originate from the active forces of the subjects, not their passive forces. As anticipated, inclusion of the passive forces would have yielded significant differences between continent and incontinent women ($p < 0.05$): 6.9 ± 2.7 N for continent women versus 4.8 ± 1.9 N for incontinent women at the 19-mm aperture and 9.7 ± 3.3 N for continent women versus 7.6 ± 3.3 N for incontinent women at the 24-mm aperture. Although these important factors (vaginal aperture, instrument reliability and validity, homogeneity of the population, continence status definition and inclusion or not of passive measurements in maximal strength calculations) were controlled in our study, we found no statistically significant difference in maximal strength between continent and stress incontinent women but observed significant differences for other PFM parameters.

The small sample size could also be a factor to consider for the discrepancies in previous studies. Hence, the inability to find statistically significant differences in PFM strength between continent and stress incontinent women in our study may have been a type II error. Even if the mean value of maximal strength was not statistically different between groups, this does not exclude the fact that some women have a real weakness of the PFM. This view is supported by the lower mean values found in incontinent women, particularly at the aperture of 19 mm.

In the protocol of rapidly repeated contractions, the rate of force development suggests that the incontinent women have an impaired ability to recruit PFM fast fibres. Accordingly to Janssens et al. [2002] and Laycock [1992], the continent women were able to produce a faster contraction than stress incontinent subjects. These findings support the study of Miller et al. [1998] in which stress incontinent women learned to perform a quick PFM contraction to successfully prevent anticipated urine leakages. Furthermore, continent women achieved a greater number of contractions within 15 s, which may be related to a higher speed of contraction as well as better muscle control.

The sustained maximal contraction was included in the PFM function assessment to target muscle endurance. Consequently, to exclude the initial contraction slope, the area under the curve force was calculated between 10 s and 60 s after the beginning of the contraction. After the first 10 s, subjects had reached a more stable value, which is probably more a reflection of the slow twitch fiber endurance. Similar curve patterns were observed in continent and stress incontinent women: higher force values were produced when the subject started contracting but, subsequently, the forces began to decrease with large fluctuations. Nevertheless, the decrease in force over time was impossible to evaluate because some women returned to their maximal force during these oscillations. It has been hypothesized that this pattern is due to the constant contraction of the slow-twitch fibers while the fast-twitch fibers are repeatedly

recruited and fatigue [Laycock, 1992]. Furthermore, we recognize that the area under the curve is mathematically influenced by the maximal strength of the subjects, which is why the term "absolute endurance" was used in the present study. Deindl et al. [1994] assessed endurance in a different way: their subjects had to contract maximally as long as possible. Continent women were able to hold the contraction longer than incontinent women. A holding time of up to 647 s has been reported, which is much longer than our endurance trial. In contrast, Laycock [1992] and Boyington et al. [2000] reported fatigue indices and an endurance index, which corresponded to the percentage of force at the end of the contraction(s) compared to the initial strength. However, no significant result discriminating between continent and incontinent women arises from these techniques. Thus, the difference in endurance across studies appears to depend on the measurement technique. One possible approach to resolve this issue is to use EMG spectral analysis to infer on the recruitment and frequency discharge of motor units [Larivière et al. 2002].

Different aspects of the PFM function seem to be affected in stress incontinent women. Further research would increase our understanding of this function across age, parity, deliveries, menopause, etc. and this better understanding of the SUI pathophysiology could enable a rehabilitation program to be adapted to specific PFM impairments. Finally, optimal PFM training targeting these PFM parameters needs to be investigated. Current studies reveal meager knowledge about the effect of different treatment regimens (types of exercise, vaginal cones, electrical stimulation, etc.) on the PFM parameters.

CONCLUSION

The PFM function is deficient in stress urinary incontinent women. Our results suggest that PFM assessment should not be restricted to maximal strength. Other parameters such as passive force, speed of contraction and endurance significantly discriminate between continent and stress incontinent women. A complete PFM function analysis is mandatory to evaluate changes over time or following treatment.

ACKNOWLEDGMENTS

We acknowledge the help of Daniel Marineau and Michel Goyette for their technical support. Mélanie Morin and Chantale Dumoulin were supported by studentships from the Fonds de la recherche en santé du Québec (FRSQ) and the Canadian Institutes of Health Research (CIHR).

REFERENCES

- Abrams P, Blaivas JG, Stanton SL, Andersen JT. 1988. The standardisation of terminology of lower urinary tract function. The International Continence Society Committee on Standardisation of Terminology. *Scand J Urol Nephrol Suppl* 114:5-19.
- Abrams P, Cardozo LD, Fall M, Griffith D, Rosier P, Ulmsten U, Kerrebroeck PV, Victor A, Wein A. 2002. The standardisation of terminology of lower urinary tract function : Report from the standardisation sub-committee of the International Continence Society. *Neurourol Urodyn* 21:167-178.
- Artibani W, Andersen JT, Gajewski, JB, Ostergard DR, Raz S, Tubaro A. 2002. Imaging and other investigation. In Abrams P, Cardozo LD, Khoury S, Wein A, editors. *Incontinence. 2nd International Consultation on Incontinence. Paris. p. 425-477.*
- Benvenuti F, Caputo GM, Bandinelli S, Mayer F, Biagini C, Somnavilla A. 1987. Reeducative treatment of female genuine stress incontinence. *Am J Phys Med* 66:155-168.
- Bernstein IT. 1997. The pelvic floor muscles: Muscle thickness in healthy and urinary-incontinent women measured by perineal ultrasonography with reference to the effect of pelvic floor training. *Estrogen receptor studies. Neurourol Urodyn* 16:237-275.
- Bo K. 1992. Pressure measurements during pelvic floor muscle contractions: The effect of different positions of the vaginal measuring device. *Neurourol Urodyn* 11:107-113.
- Bo K. 1995. Pelvic floor muscle exercise for the treatment of stress urinary incontinence: An exercise physiology perspective. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 6:282-291.
- Bo K, Finckenhagen HB. 2001. Vaginal palpation of pelvic floor muscle strength: Inter-test reproducibility and comparison between palpation and vaginal squeeze pressure. *Acta Obstet Gynecol Scand* 80:883-887.

- Bo K, Stien R, Kulseng-Hanssen S, Kristofferson M. 1994. Clinical and urodynamic assessment of nulliparous young women with and without stress incontinence symptoms: A case-control study. *Obstet Gynecol* 84:1028-32.
- Boyington AR, Dougherty MC. 2000. Pelvic muscle exercise effect on pelvic muscle performance in women. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 11:212-218.
- DeLancey JOL. 1988. Structural aspects of the extrinsic continence mechanism. *Obstet Gynecol* 71:296-301.
- DeLancey JO, Starr RA. 1990. Histology of the connection between the vagina and levator ani muscles. Implications for urinary tract function. *J Reprod Med* 35:765-771.
- Deindl FM, Vodusek DB, Hesse U, Schussler B. 1994. Pelvic floor activity patterns: Comparison of nulliparous continent and parous urinary stress incontinent women. A kinesiological EMG study. *Br J Urol* 73:413-7.
- Dietz HP, Steensma AB, Vancaillie TG. 2003. Levator function in nulliparous women. *Int Urogynecol J* 14:24-26.
- Dumoulin C, Bourbonnais D, Lemieux M-C. 2003a. Development of a dynamometer for measuring the isometric force of the pelvic floor musculature. *Neurourol Urodyn* (in press).
- Dumoulin C, Gravel D, Bourbonnais D, Lemieux M-C, Morin M. 2003b. Reliability of dynamometric measurements of the pelvic floor musculature. *Neurourol Urodyn* (in press).
- Gajdosik RL. 2001. Passive extensibility of skeletal muscle: Review of the literature with clinical implications. *Clin Biomech* 16:87-101.
- Gilpin SA, Gosling JA, Smith AR, Warrell DW. 1989. The pathogenesis of genitourinary prolapse and stress incontinence of urine. A histological and histochemical study. *Br J Obstet Gynaecol* 96:15-23.
- Gunnarsson M, Mattiasson A. 1994. Circumvaginal surface electromyography in women with urinary incontinence and in healthy volunteers. *Scand J Urol Nephrol Suppl.* 157:89-95.

- Gunnarsson M, Mattiasson A. 1999. 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. *Neurourol Urodyn* 18:613-621.
- Gunnarsson M, Teleman P, Mattiasson A, Lidfeldt J, Nerbrand C, Samsioe G. 2002. Effects of pelvic floor exercises in middle aged women with a history of naïve urinary incontinence: A population based study. *Eur Urol* 41:556-561.
- Hagen S, Hanley J, Capewell A. 2002. Test-retest reliability, validity and sensitivity to change of the urogenital distress inventory and the incontinence impact questionnaire. *Neurourol Urodyn* 21:534-539.
- Hahn I, Milsom I, Ohlsson BL, Ekelund P, Uhlemann C, Fall M. 1996. Comparative assessment of pelvic floor function using vaginal cones, vaginal digital palpation and vaginal pressure measurements. *Gynecol Obstet Invest* 41:269-74.
- Hannestad YS, Rortveit G, Sandvick H, Hunskaar S. 2000. A community-based epidemiological survey of female urinary incontinence: The Norwegian EPINCONT study. *J Clin Epidemiol* 53:1150-1155.
- Heit M, Benson JT, Russell B, Brubaker L. 1996. Levator ani muscle in women with genitourinary prolapse: Indirect assessment by muscle histopathology. *Neurourol Urodyn* 15:17-29.
- Hoyte L, Schierlitz L, Zou K, Flesh G, Fielding JR. 2001. Two and 3-dimensional MRI comparison of levator ani structure, volume, and integrity in women with stress incontinence and prolapse. *Am J Obstet Gynecol* 185:11-19.
- Janssens U, Soljanik I, Lienemann A, Kiechle M. 2002. Electromyographical changes of the levator ani muscle in women with urinary stress incontinence. *Neurourol Urodyn* 21:Abstract #168.
- Lariviere C, Arsenault AB, Gravel D, Gagnon D, Loisel P. 2002. Evaluation of measurement strategies to increase the reliability of EMG indices to

- assess back muscle fatigue and recovery. *J Electromyogr Kinesiol.* 12:91-102.
- Laycock J. 1992. Assessment and treatment of pelvic floor dysfunction (Doctoral thesis): Bradford University.
- Laycock J. 1994. Clinical evaluation of the pelvic floor. 1994. In Schussler B, Laycock J, Norton P, Stanton SL. Editors. *Pelvic floor reeducation, principles and practice.* London. p 39-51.
- Miller JM, Ashton-Miller JA, DeLancey JO. 1998. A pelvic muscle precontraction can reduce cough-related urine loss in selected women with mild SUI. *J Am Geriatr Soc* 46:870-874.
- Morin M, Dumoulin C, Bourbonnais D, Gravel D, Lemieux M-C. 2003. Pelvic floor maximal strength using vaginal digital assessment compared to dynamometric measurements. *Neurourol Urodyn* (accepted for publication).
- Morkved S, Bo K. 1999. Prevalence of urinary incontinence during pregnancy and postpartum. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 10:394-398.
- Peschers UM, Gingelmaier A, Jundt K, Leib B, Dimpfl T. 2001. Evaluation of pelvic floor muscle strength using four different techniques. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 12:27-30.
- Petros PE, Ulmsten U. 1997. Role of the pelvic floor in bladder neck opening and closure I: Muscle forces. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 8:74-80.
- Rortveit G, Hannestad YS, Daltveit AK, Hunskaar S. 2001. Age- and type-dependent effects of parity on urinary incontinence: The Norwegian EPINCONT study. *Obstet Gynecol* 98:1004-1010.
- Sampselle CM. 1989. Changes in pelvic muscle strength and stress incontinence associated with childbirth. *JOGN Nurs* 19:371-377.
- Samuelsson E, Victor A, Svardsudd K. 2000. Determinants of urinary incontinence in a population of young and middle-aged women. *Acta Obstet Gynecol Scand* 79:208-215.

- Sand PK. 1992. The evaluation of incontinent female. *Curr Probl Obstet Gynecol Fertil* 15:107-151.
- Sartore A, Pregazzi R, Bortoli P, Grimaldi E, Ricci G, Guaschino S. 2003. Assessment of pelvic floor muscle function after vaginal delivery. Clinical value of different tests. *J Reprod Med* 48:171-174.
- Shumaker SA, Wyman JF, Uebersax JS, McClish D, Fantl JA. 1994. Health-related quality of life measures for women with urinary incontinence: The incontinence impact questionnaire and the urogenital distress inventory. Continence program in women (CPW) research group. *Qual Life Res* 3:291-306.

CHAPITRE 5

DISCUSSION

La présente étude visait essentiellement à comparer la fonction musculaire du PP des femmes continentales et atteintes d'IUE. Nos résultats n'ont révélé aucune différence significative entre les deux groupes concernant la force maximale. Toutefois, les femmes continentales ont démontré des forces passives, un taux de changement de force, un nombre de contractions rapides et une endurance absolue supérieurs aux femmes incontinentales à l'effort.

5.1 FORCE MAXIMALE

Dans les études actuelles, l'évaluation de la force maximale du PP demeure le paramètre musculaire le plus fréquemment employé pour comparer la fonction musculaire entre les femmes continentales et incontinentales. De plus, la force maximale constitue également la mesure principale sinon unique de la fonction musculaire dans les essais cliniques portant sur les traitements conservateurs de l'IUE [Hay-Smith et al., 2002]. Dans le présent mémoire, la force maximale a été évaluée en mode statique à des ouvertures vaginales de 19 et 24 mm. Bien qu'aucune différence significative entre les femmes continentales et atteintes d'IUE n'a été démontrée concernant les moyennes des forces maximales, il faut noter que les moyennes de force des femmes incontinentales sont inférieures à celles des femmes continentales. Cette tendance est probablement expliquée par la présence d'une faiblesse marquée chez certaines femmes du groupe incontinent à l'ouverture de 19 mm. En effet, nos résultats concordent avec deux études antérieures stipulant que la force maximale générée est influencée par l'ouverture vaginale [Morin et al., 2000; Dumoulin et al., 2003b]. Nos résultats suggèrent que la différence entre les femmes continentales et atteintes d'IUE est plus marquée à l'ouverture minimale de 19 mm. Somme toute,

l'ouverture vaginale semble être une variable importante dans l'évaluation de la fonction musculaire du PP et une attention particulière est requise dans les études ultérieures.

Tel que mentionné au chapitre 2 (recension de la littérature), l'inclusion des forces passives dans le calcul des forces maximales semble influencer les résultats obtenus. Le tableau II illustre l'importance des calculs en comparant les forces maximales obtenues lorsque les forces passives sont exclues (résultats figurant dans ce mémoire) et les forces maximales lorsque les forces passives sont incluses à l'ouverture vaginale de 19 et 24 mm.

Calculs	Moyenne \pm 1 écart-type		p
	Continentes	IUE	
Force maximale à une ouverture vaginale de 19 mm = valeurs max – forces passives	4,5 \pm 2,3	3,7 \pm 1,8	0,229
Force maximale à une ouverture vaginale de 19 mm = valeurs max (forces passives incluses)	6,9 \pm 2,7	4,8 \pm 1,9	0,001
Force maximale à une ouverture vaginale de 24 mm = valeurs max – forces passives	5,9 \pm 2,8	5,6 \pm 3,2	0,671
Force maximale à une ouverture vaginale de 24 mm = valeurs max (forces passives incluses)	9,7 \pm 3,3	7,6 \pm 3,3	0,05

Tableau II Calculs des forces maximales

Lorsque les forces passives sont incluses dans les forces maximales, les analyses de covariances contrôlant pour l'âge et le nombre d'accouchements démontrent une différence hautement significative entre les femmes continentales et atteintes d'IUE ($p=0,001$). Cependant, il est difficile de déterminer si cette différence entre les deux groupes provient des forces passives ou de la contribution active des sujets. L'exclusion des forces passives dans le calcul de la force maximale permet de contrôler l'effet des forces passives. Dans le cadre

du mémoire et de l'article, cette procédure de calcul a été favorisée, concordant ainsi avec plusieurs études utilisant la périnéométrie à pression [Bo et al., 1994 ; Morkved et Bo, 1999 ; Laycock, 1992].

5.2 FORCE PASSIVE

Récemment, une étude a démontré, grâce à la résonance magnétique, que les femmes atteintes d'IUE présentent une laxité du PP, un volume des muscles du PP inférieur ainsi qu'une descente du col de la vessie en comparaison avec les femmes continentes [Hoyte et al., 2001]. Ces résultats corroborent le rôle de la musculature du PP dans le support des organes pelviens. Dans notre étude, les femmes incontinentes ont démontré une force passive intra-vaginale inférieure aux femmes continentes. Il est important de définir le sens de l'expression « force passive ». Dans ce mémoire, les forces passives sont celles enregistrées en l'absence d'efforts volontaires de la part des sujets. Le terme « passif » s'oppose donc au terme « actif » qui lui, permet de qualifier les forces produites lors d'un effort des participantes. Dans ce contexte, les forces passives peuvent provenir tout autant d'une activité électromyographique involontaire que de la résistance élastique des tissus entourant l'ouverture vaginale (l'un n'excluant pas l'autre). Les études électromyographiques ont rapporté la présence d'une activité tonique involontaire dans les muscles du PP chez les femmes continentes et incontinentes [Janssens et al. 2002; Gunnarsson et Mattiasson, 1994]. À ce niveau, nos résultats soutiennent ceux de Janssens et al. [2002] suggérant une activité tonique des muscles du PP inférieure chez les femmes incontinentes. Néanmoins, ces résultats n'écartent pas la possibilité d'une différence dans les propriétés élastiques des structures anatomiques du PP entre les femmes continentes et atteintes d'IUE.

Dans un autre ordre d'idées, une force passive supérieure a été observée à l'ouverture de 24 mm par rapport à l'ouverture minimale. Cette augmentation de la force passive était anticipée puisque l'augmentation de l'ouverture engendre

une mise en tension des muscles et autres tissus environnants et cause par conséquent, un accroissement de la résistance passive [Gajdosik, 2001].

Suite à un programme de renforcement de la musculature du PP, certains auteurs ont observé une augmentation des forces passives mesurées avec une sonde à pression [Fernandez-Fraga et al., 2002; Griffin et al., 1994]. Ces études suggèrent donc un certain potentiel pour l'amélioration de ce paramètre suite à un entraînement.

5.3 TAUX DE CHANGEMENT DE FORCE ET NOMBRE DE CONTRACTIONS

Dans le protocole de contraction rapides répétées, la vitesse exigée pour atteindre la force musculaire maximale (pente ou taux de développement de la force) favorise le recrutement des fibres musculaires rapides [DiNubile, 1991]. Nos résultats concordent avec ceux de Janssens et al. [2002] et Laycock [1992] suggérant que les femmes atteintes d'IUE présentent une vitesse de contraction inférieure aux femmes continentales. En ce sens, Miller et al. [1998] ont démontré que les femmes incontinentes à l'effort ont la capacité d'apprendre à contracter rapidement leur muscles du PP afin de prévenir les fuites d'urine anticipées [Miller et al., 1998].

De plus, les femmes continentales ont réalisé un nombre de contractions supérieur aux incontinentes. En plus de la vitesse de contraction, ce paramètre semble refléter le contrôle des muscles du PP. De ce fait, un certain contrôle est requis pour contracter et relâcher rapidement de façon répétitive.

5.4 ENDURANCE ABSOLUE

L'épreuve de contraction maximale maintenue a été incluse dans l'évaluation de la fonction musculaire du PP afin d'estimer l'endurance des muscles et conséquemment, de cibler davantage les fibres musculaires lentes. Par conséquent, l'aire sous la courbe a été calculée entre 10 et 60 s après le début de la contraction pour que les sujets disposent d'un délai raisonnable pour atteindre leur force maximale. Des patrons de contraction similaires ont été observés chez les femmes continentales et incontinentales. En effet, les sujets produisaient une force élevée au début de l'effort qui était suivi d'oscillations dans la tentative de maintien de la force. Bien que la force diminuait au cours de l'épreuve, il était impossible de quantifier cette réduction parce que les sujets reproduisaient une force près de leur maximal au cours de ces oscillations. Un patron similaire a été rapporté par Laycock [1992] chez les femmes continentales et incontinentales à l'effort utilisant la périnéométrie à pression. Laycock [1992] a émis l'hypothèse que ce patron est dû au recrutement constant des fibres musculaires lentes ainsi qu'à la sollicitation cyclique des fibres rapides. Ces dernières seraient recrutées, fatiguées, recrutées à nouveau et ce, tout au long de l'effort.

Deindl et al. [1994], quant à eux, ont évalué l'endurance d'une toute autre façon, les sujets devaient contracter maximalement aussi longtemps que possible. Les femmes continentales ont démontré la capacité de contracter plus longtemps que les femmes incontinentales. Les durées de contraction observées pouvaient atteindre 647 s chez les femmes continentales, ce qui représente environ 7 fois la durée de notre épreuve. Un effort maximal de cette durée risque d'être influencé par la motivation du sujet et même de l'encouragement donné par l'évaluateur au cours de l'épreuve.

Par contre, Laycock [1992] et Boyington et Dougherty [2000] ont vérifié l'endurance de la musculature en utilisant différents indices de fatigue. Brièvement, ils ont calculé le pourcentage de force maximale à la fin de l'épreuve par rapport à la force maximale initiale. Ils ont tenté ce calcul lors d'une seule contraction prolongée de même que lors de plusieurs contractions espacées de courtes périodes de repos. Aucun résultat significatif n'a émergé de ces techniques lors de la comparaison entre les femmes continentes et atteintes d'IUE. Il est impossible de vérifier cette technique d'évaluation de l'endurance dans la présente étude puisqu'un temps de repos de deux minutes était alloué après chaque effort afin d'exclure l'effet de la fatigue sur les autres paramètres étudiés.

Dans l'étude présentée dans ce mémoire, l'évaluation de l'endurance est critiquable. De ce fait, une réduction de la force était prévue au cours de l'épreuve de 90 s, ce qui n'a généralement pas été observée. L'évaluation de l'endurance a dû être estimée par l'entremise de l'aire sous la courbe. Ce paramètre est influencé par l'endurance du sujet de même que par sa force maximale. Puisqu'à l'heure actuelle, aucune technique n'a été décrite afin de cibler précisément l'endurance musculaire du PP, les techniques d'évaluation de ce paramètre devraient être raffinées.

5.5 CONSIDÉRATIONS CLINIQUES ET LIMITES DE L'ÉTUDE

Bien que les procédures de recrutement des femmes continentes et incontinentes étaient identiques, des différences significatives dans les données démographiques ont été observées en ce qui a trait à l'âge et le nombre d'accouchements. Ces résultats peuvent être expliqués par les fortes associations entre l'incontinence et l'âge [Hannestad et al., 2000] de même qu'avec le nombre accouchements [Rortveit et al., 2001]. Dans la présente étude, ces variables ont été contrôlées dans les analyses statistiques lors de la

comparaison entre les continentales et incontinentes. Cependant, dans une multitude d'études, ces variables confondantes ne sont pas considérées du point de vue statistique [Laycock, 1992 ; Deindl et al., 1994]. Le contrôle de ces variables semble essentiel afin de s'assurer que la différence entre les deux groupes provient du statut urinaire et non de l'âge ou du nombre d'accouchements.

Bien que les facteurs importants aient été contrôlés dans notre étude (instrument valide et fidèle, ouvertures vaginales spécifiques, calculs de la force maximale justifiés, contrôle des variables confondantes, définition rigoureuse du statut de continence), aucune différence significative entre la force maximale des femmes continentales et atteintes d'IUE n'a été démontrée. Cependant, les autres paramètres musculaires étudiés ont démontré des différences statistiquement significatives entre les deux groupes. Une erreur de type II peut hypothétiquement expliquer les résultats non-significatifs obtenus. Selon l'étude de fidélité du spéculum instrumenté, nous estimons qu'une augmentation de 1,5 N serait cliniquement significative [Dumoulin et al., 2003b]. En assumant que la variabilité totale (groupe continent et incontinent aux deux ouvertures vaginales) est de 2,5 N, nous déterminons qu'un échantillon de 34 femmes continentales et 68 femmes incontinentes, pour une ratio 1 :2 (ce qui est similaire à la présente étude), serait nécessaire pour obtenir une puissance statistique de 80%. En somme, une plus grande taille échantillonnale serait nécessaire pour clarifier s'il existe une différence entre les femmes continentales et atteintes d'IUE quant à la force maximale du PP.

La présente étude donne lieu à des pistes de recherche fort intéressantes sur l'évaluation de la fonction musculaire. De ce fait, la physiologie des muscles du PP normaux et pathologiques demeure peu étudiée. Le raffinement des techniques d'évaluation serait primordial. Parmi les divers paramètres musculaires, les techniques évaluant l'endurance, entre autres, mériteraient d'être approfondies. L'analyse d'électromyographie spectrale serait une avenue

à envisager pour l'évaluation de l'endurance [Larivière et al. 2002]. De plus, un paramètre négligé dans les études actuelles soit la force passive des muscles du PP, a démontré un potentiel certain dans la discrimination entre les femmes continentes et incontinentes à l'effort. Le développement de l'évaluation de ce paramètre serait souhaitable. En outre, une plus grande taille échantillonnale serait nécessaire pour vérifier l'apport de la force maximale dans le maintien de la continence. Somme toute, une meilleure connaissance des paramètres musculaires est primordiale afin d'interpréter avec justesse les modifications du PP.

Les résultats de la présente étude supportent l'idée que les femmes incontinentes à l'effort présentent des déficiences au niveau de la fonction musculaires du PP. Davantage d'études sont nécessaires afin d'investiguer et de comprendre l'effet de certains facteurs de risques de l'IUE sur la musculature du PP tels que l'âge, la grossesse, l'accouchement, la ménopause, etc. De par une meilleure compréhension des mécanismes musculaires sous-jacents à l'IUE, des programmes de réadaptation adaptés pourront être mis sur pied. À l'heure actuelle, l'effet des différents régimes d'entraînement (stimulation électrique, types d'exercices, cônes vaginaux, etc.) sur les paramètres musculaires du PP reste à déterminer. Par ailleurs, il serait extrêmement pertinent d'investiguer les mécanismes musculaires associés à d'autres types d'incontinence tel que l'incontinence urinaire d'urgence.

CHAPITRE 6

CONCLUSION

La fonction musculaire du PP est déficiente chez les femmes atteintes d'IUE. Les fibres musculaires rapides et lentes semblent être altérées chez ce groupe de sujet. Nos résultats suggèrent que l'évaluation de la fonction musculaire ne devrait pas être limitée au paramètre de force maximale. D'autres paramètres musculaires tel que la force passive, la rapidité de contraction ainsi que l'endurance ont permis de discriminer les femmes continentales et les femmes souffrant d'IUE. En somme, une analyse complète et rigoureuse de la fonction musculaire est essentielle pour évaluer les changements dans le temps ou pour juger du progrès clinique des patientes.

CHAPITRE 7

BIBLIOGRAPHIE

- Aanestad O, Flink R. 1999. Urinary stress incontinence. A urodynamic and quantitative electromyographic study of the perineal muscles. *Acta Obstet Gynecol Scand* 78:245-253.
- Abrams P, Blaivas JG, Stanton SL, Andersen JT. 1988. The standardisation of terminology of lower urinary tract function. The International Continence Society committee on standardisation of terminology. *Scand J Urol Nephrol Suppl* 114:5-19.
- Abrams P, Cardozo LD, Fall M, Griffith D, Rosier P, Ulmsten U, Kerrebroeck PV, Victor A, Wein A. 2002a. The standardisation of terminology of lower urinary tract function: Report from the standardisation sub-committee of the International Continence Society. *Neurourol Urodyn* 21:167-178.
- Artibani W, Andersen JT, Gajewski, JB, Ostergard DR, Raz S, Tubaro A. 2002 dans: Abrams P, Cardozo LD, Khoury S, Wein A, Éditeurs. *Incontinence. 2nd International Consultation on Incontinence. Paris. p. 425-477.*
- Avril J. 1984. *Encyclopédie d'analyse de contrainte. France. p.277-298.*
- Benvenuti F, Caputo GM, Bandinelli S, Mayer F, Biagini C, Sommovilla A. 1987. Reeducative treatment of female genuine stress incontinence. *Am J Phys Med* 66:155-68.
- Bernstein IT. 1997. The pelvic floor muscles: Muscle thickness in healthy and urinary-incontinent women measured by perineal ultrasonography with reference to the effect of pelvic floor training. *Estrogen receptor studies. Neurourol Urodyn* 16:237-275.
- Bo K. 1992. Pressure measurements during pelvic floor muscle contractions: The effect of different positions of the vaginal measuring device. *Neurourol Urodyn* 11:107-113.
- Bo K. 1995. Vaginal weight cones. Theoretical framework, effect on pelvic floor muscle strength and female stress urinary incontinence. *Acta Obstet Gynecol Scand* 74:87-92.

- Bo K, Finckenhagen HB. 2001a. Vaginal palpation of pelvic floor muscle strength: Inter-test reproducibility and comparison between palpation and vaginal squeeze pressure. *Acta Obstet Gynecol Scand* 80:883-7.
- Bo K, Kvarstein B, Hagen R, Larsen S. 1990. Pelvic floor muscle exercises for the treatment of female stress urinary incontinence : II. Validity of vaginal pressure measurements of pelvic floor muscle strength and the necessity of supplementary methods for control of correct contraction. *Neurourol Urodyn* 9:479-487.
- Bo K, Lilleas F, Talseth T, Hedland H. 2001b. Dynamic MRI of the pelvic floor muscles in an upright sitting position. *Neurourol Urodyn* 20:167-74.
- Bo K, Stien R, Kulseng-Hanssen S, Kristofferson M. 1994. Clinical and urodynamic assessment of nulliparous young women with and without stress incontinence symptoms: A case-control study. *Obstet Gynecol* 84:1028-32.
- Bo K, Talseth T, Holme I. 1999. Single blind, randomized controlled trial of pelvic floor exercises, electrical stimulation, vaginal cones, and no treatment in management of genuine stress incontinence in women. *Br Med J* 318:487-493.
- Bourbonnais D, Duval P, Gravel D, Steele C. 1993. A static dynamometer measuring multidirectional torques exerted simultaneously at hip and knee. *J Biomech* 26:277-283.
- Boyington AR, Dougherty MC. 2000. Pelvic muscle exercise effect on pelvic muscle performance in women. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 11:212-8.
- Brink CA, Sampsel CM, Wells TJ, Diokno AC, Gillis GL. 1989. A digital test for pelvic muscle strength in older women with urinary incontinence. *Nurs Res* 38:196-9.
- Brink CA, Wells TJ, Sampsel CM, Taillie ER, Mayer R. 1994. A digital test for pelvic muscle strength in women with urinary incontinence. *Nurs Res* 43:352-6.

- Bump RC, Mattiasson A, Bo K, Brubaker LP, DeLancey JO, Klarskov P, Shull BL, Smith AR. 1996. The standardization of terminology of female pelvic organ prolapse and pelvic floor dysfunction. *Am J Obstet Gynecol* 175:10-7.
- Caldwell LS, Chaffin DB, Dukes-Dobos FN, Kroemer KH, Laubach LL, Snook SH, Wasserman DE. 1974. A proposed standard procedure for static muscle strength testing. *Am Ind Hyg Assoc J* 35:201-6.
- Caufriez M. 1989. *Thérapies manuelles et instrumentales en urogynécologie. Pratiques spécifiques. Tome I.* Bruxelles: Collection Maïte.
- Caufriez M. 1993. Postpartum. Rééducation urodynamique. Approche globale et technique analytique. Collection Maïte. p 36-44.
- Deindl FM, Vodusek DB, Hesse U, Schussler B. 1994. Pelvic floor activity patterns: Comparison of nulliparous continent and parous urinary stress incontinent women. A kinesiological EMG study. *Br J Urol* 73:413-7.
- DeLancey JOL. 1988a. Structural aspects of the extrinsic continence mechanism. *Obstet Gynecol* 71:296-301.
- DeLancey JOL. 1988b. Anatomy and mechanics of structures around the vesical: How vesical neck position might affect its closure. *Neurourol Urodyn* 7:161-162.
- DeLancey JOL. 1994. Structural support of the urethra as it relates to stress urinary incontinence: The hammock hypothesis. *Am J Obstet Gynecol* 170:1713-1723.
- DeLancey JO, Starr RA. 1990. Histology of the connection between the vagina and levator ani muscles. Implications for urinary tract function. *J Reprod Med* 35:765-771.
- DeLancey JO. 1996. Stress urinary incontinence: Where are we now, where should we go? *Am J Obstet Gynecol* 175:311-9.
- DeLancey JO, Kearney R, Chou Q, Speights S, Binno S. 2003. The appearance of levator ani abnormalities in magnetic resonance images after vaginal delivery. *Obstet Gynecol* 101:46-53.

- DeLancey JO, Gosling J, Creed K, Dixon J, Delmas V, Landon D, Norton P. 2002. dans Abrams P, Cardozo LD, Khoury S, Wein . Incontinence. 2nd International Consultation on Incontinence. Paris. P17-82.
- Dietz HP, Steensma AB, Vancaillie TG. 2003. Levator function in nulliparous women. *Int Urogynecol J* 14:24-26.
- DiNubile NA. 1991. Strength training. *Clin Sports Med* 10:33-62.
- Dougherty MC, Abrams R, McKey PL. 1986. An instrument to assess the dynamic characteristics of the circumvaginal musculature. *Nurs Res* 35:202-6.
- Dumoulin C, Bourbonnais D, Lemieux M-C. 2003a. Development of a dynamometer for measuring the isometric force of the pelvic floor musculature. *Neurourol Urodyn* (Accepté pour publication).
- Dumoulin C, Gravel D, Bourbonnais D, Lemieux M-C, Morin M. 2003b. Reliability of dynamometric measurements of the pelvic floor musculature. *Neurourol Urodyn* (Accepté pour publication).
- Dumoulin C, Morin M, Bourbonnais D, Lemieux M-C. 2003c. Conservative management of stress urinary incontinence in middle-aged women: A single blind, randomised controlled trial of pelvic floor rehabilitation with or without abdominal muscle rehabilitation compared to the absence of treatment; octobre; Florence, Italy. *Neurourol Urodyn* 22:543-544.
- Fanlt JA, Panel UIG. 1996. Managing acute and chronic urinary incontinence. Agency for Health Care Policy and Research; US Department of Health and Human Services. Report number 2.
- Fernandez-Fraga X, Azpiroz F, Malagelada JR. 2002. Significance of pelvic floor muscles in anal incontinence. *Gastroenterology* 123:1441-1450.
- Gajdosik RL. 2001. Passive extensibility of skeletal muscle: Review of the literature with clinical implications. *Clin Biomech* 16:87-101.
- Gilpin SA, Gosling JA, Smith AR, Warrell DW. 1989. The pathogenesis of genitourinary prolapse and stress incontinence of urine. A histological and histochemical study. *Br J Obstet Gynaecol* 96:15-23.

- Glazer H, I., Romanzi L, Polaneczky M. 1999. Pelvic floor muscle surface electromyography. Reliability and clinical predictive validity. *J Reprod Med* 44:779-782.
- Griffin C, Dougherty MC, Yarandi H. 1994. Pelvic muscles during rest: Responses to pelvic floor exercise. *Nurs Res* 43:164-167.
- Gunnarsson M, Mattiasson A. 1994. Circumvaginal surface electromyography in women with urinary incontinence and in healthy volunteers. *ScandJ Urol Nephrol Suppl.* 157:89-95.
- Gunnarsson M, Mattiasson A. 1999. 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. *Neurourol Urodyn* 18:613-21.
- Gunnarsson M, Teleman P, Mattiasson A, Lidfeldt J, Nerbrand C, Samsioe G. 2002. Effects of pelvic floor exercises in middle aged women with a history of naïve urinary incontinence: A population based study. *Eur Urol* 41:556-561.
- Hagen S, Hanley J, Capewell A. 2002. Test-retest reliability, validity and sensitivity to change of the urogenital distress inventory and the incontinence impact questionnaire. *Neurourol Urodyn* 21:534-539.
- Hahn I, Milsom I, Ohlsson BL, Ekelund P, Uhlemann C, Fall M. 1996. Comparative assessment of pelvic floor function using vaginal cones, vaginal digital palpation and vaginal pressure measurements. *Gynecol Obstet Invest* 41:269-74.
- Hannestad YS, Rortveit G, Sandvick H, Hunnskaar S. 2000. A community-based epidemiological survey of female urinary incontinence: The norwegian EPINCONT study. *J Clin Epidemiol* 53:1150-1155.
- Hay-Smith EJ, Boyington AR, Berghmans LC, Hendriks HJ, de Bie RA, van Waalwijk van Doorn ES. 2002. Pelvic floor muscle training for urinary incontinence in women. *The Cochrane Library Issue* 4.

- Heit M, Benson JT, Russell B, Brubaker L. 1996. Levator ani muscle in women with genitourinary prolapse: Indirect assessment by muscle histopathology. *Neurour Urodyn* 15:17-29.
- Holtedahl K, Hunskaar S. 1998. Prevalence, 1-year incidence and factors associated with urinary incontinence: A population based study of women 50-74 years of age in primary care. *Maturitas* 28:205-11.
- Hood LB, Forward EM. 1965. Strength variations in two determinations of maximal isometric contractions. *Phys Ther* 45:1046-53.
- Howard D, DeLancey JO, Tunn R, Ashton-Miller JA. 2000. Racial differences in the structure and function of the stress urinary continence mechanism. *Obstet Gynecol* 95:713-717.
- Hoyte L, Schierlitz L, Zou K, Flesh G, Fielding JR. 2001. Two and 3-dimensional MRI comparison of levator ani structure, volume, and integrity in women with stress incontinence and prolapse. *Am J Obstet Gynecol* 185:11-19.
- Hunskaar S, Vinsnes A. 1991. The quality of life in women with urinary incontinence as measured by the sickness impact profile. *J Am Geriatr Soc* 39:378-882.
- Hunskaar S, Burgio K, Diokno AC, Herzog AR, Hjalmas K, Lapitan MC. 2002. dans Abrams P, Cardozo LD, Khoury S, Wein A. Éditeurs. *Incontinence. 2nd International Consultation on Incontinence. Paris. p165-202.*
- Janssens U, Soljanik I, Lienemann A, Kiechle M. 2002. Electromyographical changes of the levator ani muscle in women with urinary stress incontinence. *Neurourol Urodyn* 21:Abstract #168.
- Johnson MJ, Werner C. 1982. We had no choice: A study of familial guilt feelings surrounding nursing home care. *J Gerontol Nurs* 8:641-645.
- Kahle W, Leonhardt H, Platzer W. 1998. *Anatomie. Appareil locomoteur. Paris: Flammarion, Médecine-Sciences.*
- Kerschan-Schindl K, Uher E, Wiesinger G, Kaider A, Ebenbichler G, Nicolakis P, Kollmitzer J, Preisinger E, Fialka-Moser V. 2002. Reliability of pelvic floor muscle strength measurement in elderly incontinent women. *Neurourol Urodyn* 21:42-7.

- Law PA, Danin JC, Lamb GM, Regan L, Darzi A, Gedroyc WM. 2001. Dynamic imaging of pelvic floor using an open configuration magnetic resonance scanner. *J Magn Reson Imaging* 13:923-929.
- Lawrence JH, De Luca CJ. 1983. Myoelectric signal versus force relationship in different human muscles. *J Appl Physiol* 54:1653-1659.
- Laycock J. 1992. Assessment and treatment of pelvic floor dysfunction [Thèse de doctorat inédite]: Université de Bradford.
- Miller JM, Ashton-Miller JA, DeLancey JO. 1998. A pelvic muscle precontraction can reduce cough-related urine loss in selected women with mild SUI. *J Am Geriatr Soc* 46:870-874.
- Morin M, Dumoulin C, Bourbonnais D, Gravel D, Lemieux M-C. 2003. Pelvic floor maximal strength using vaginal digital assessment compared to dynamometric measurements. *Neurourol Urodyn*, (Soumis pour publication).
- Morin M, Dumoulin C, Bourbonnais D, Lemieux M-C. 2000. Force maximale du plancher pelvien chez les femmes présentant ou non une incontinence urinaire d'effort en période post-partum: Une étude pilote. Rapport présenté à la Faculté de Médecine de l'Université de Montréal.
- Morkved S, Bo K. 1999. Prevalence of urinary incontinence during pregnancy and postpartum. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 10:394-8.
- National Institute of Health. 1997. Disease-specific estimates of direct and indirect cost of illness and NIH report, US Public Health Services.
- Netter, FH. 1995. Interactive atlas of human anatomy, Ciba Medical Education & Publications.
- Nygaard I, DeLancey JO, Arnsdorf L, Murphy E. 1990. Exercise and incontinence. *Obstet Gynecol* 75:848-851.
- Ottenbacher KJ. 1995. An examination of reliability in developmental research. *J Dev Behav Pediatr* 16:177-82.
- Peschers UM, Gingelmaier A, Jundt K, Leib B, Dimpfl T. 2001. Evaluation of pelvic floor muscle strength using four different techniques. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 12:27-30.

- Petri E, Koelbl H, Schaer G. 1999. What is the place of ultrasounds in urogynecology? A written panel. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 10:262-273.
- Petros PE, Ulmsten U. 1997. Role of the pelvic floor in bladder neck opening and closure i: Muscle forces. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 8:74-80.
- Romanzi L, Polaneczky M, Glazer H, I. 1999. Simple test of pelvic muscle contraction during pelvic examination: Correlation to surface electromyography. *Neurourol Urodyn* 18:603-612.
- Rortveit G, Hannestad YS, Daltveit AK, Hunskaar S. 2001. Age- and type-dependent effects of parity on urinary incontinence: The norwegian epincont study. *Obstet Gynecol* 98:1004-10.
- Rowe P. 1995. A new system for the measurement of pelvic floor muscle strength in urinary incontinence, *Proceedings of the International Continence Society congress.*
- Sampselle CM. 1989. Changes in pelvic muscle strength and stress incontinence associated with childbirth. *JOGN Nurs* 19:371-377.
- Sampselle CM, DeLancey JO. 1998a. Anatomy of female continence. *Journal of Wound, Ostomy, and Continence Nursing : J Wound Ostomy Continence Nurs* 25:63-70, 72-4.
- Sampselle CM, Harlow SD, Skurnick J, Brubaker LP, Bondarenko I. 2002. Urinary incontinence predictors and life impact in ethnically diverse perimenopausal women. *Obstet Gynecol* 100:1230-1238.
- Sampselle CM, Miller JM, Mims BL, DeLancey JO, Ashton-Miller JA, Antonakos CL. 1998b. Effect of pelvic muscle exercise on transient incontinence during pregnancy and after birth. *Obstet Gynecol* 91:406-412.
- Samuelsson E, Victor A, Svardsudd K. 2000. Determinants of urinary incontinence in a population of young and middle-aged women. *Acta Obstet Gynecol Scand* 79:208-15.
- Sand PK. 1992. The evaluation of incontinent female. *Curr Probl Obstet Gynecol Fertil* 15:107-151.

- Sartore A, Pregazzi R, Bortoli P, Grimaldi E, Ricci G, Guaschino S. 2003. Assessment of pelvic floor muscle function after vaginal delivery. Clinical value of different tests. *J Reprod Med* 48:171-174.
- Schull BL, Hurt G, Laycock J, Palmtag H, Yong Y, Zubieta R. 2002b. dans Abrams P, Cardozo LD, Khoury S, Wein A. Éditeurs. *Incontinence. 2nd International Consultation on Incontinence. Paris. p373-388.*
- Schussler B, Laycock J, Norton P, Stanton SL. 1994. *Pelvic floor reeducation, principles and practice. London.*
- Shumaker SA, Wyman JF, Uebersax JS, McClish D, Fantl JA. 1994. Health-related quality of life measures for women with urinary incontinence: The incontinence impact questionnaire and the urogenital distress inventory. Continence program in women (CPW) research group. *Qual Life Res* 3:291-306.
- Temml C, Haidinger G, Schmidbauer J. 2000. Urinary incontinence in both sexes: Prevalence rates and impact on quality of life and sexual life. *Neurourol Urodyn* 19.
- Villet R, Salet-Lizee D, Zafiropulo M. 2000. *L'incontinence urinaire d'effort de la femme. Paris.*
- Wilson PD, Bo K, Hay-Smith J, Nygaard I, Staskin D, Wyman J. 2002b. dans Abrams P, Cardozo LD, Khoury S, Wein A. Éditeurs. *Incontinence. 2nd International Consultation on Incontinence. Paris. p571-624.*
- Woods JJ, Bigland-Ritchie B. 1983. Linear and non-linear surface emg/force relationships in human muscles. An anatomical/functional argument for the existence of both. *Am J Phys Med* 62:287-99.
- Worth AM, Dougherty MC, McKey PL. 1986. Development and testing of the circumvaginal muscles rating scale. *Nurs Res* 35:166-8.
- Zorn BH, Montgomery H, Pieper K, Gray M, Steers WD. 1999. Urinary incontinence and depression. *J Urol* 162:82-84.

ANNEXE I
CERTIFICATS D'ÉTHIQUE

Un comité de l'Hôpital Sainte-Justine formé des membres suivants:

Jean-Marie Therrien, président
Anne-Claude Bernard-Bonnin, pédiatre
Geneviève Cardinal, juriste
Daniel Caron, représentant du public
Hugues Charron, infirmier de recherche
Josette Champagne, hémato-oncologue
Françoise Grambin, représentante du public
Andréa Maria Laizner, scientifique
Suzanne Lépine, psychiatre
Lyne Pedneault, pharmacienne
Andrea Richter, scientifique
Chantal Van de Voorde, représentante du public

NB: Cette approbation est valide pour une période d'un an à partir de la date d'approbation du projet.

Les membres du comité d'éthique de la recherche ont étudié le projet de recherche clinique intitulé:

Force maximale du plancher pelvien chez les femmes présentant ou non une incontinence urinaire d'effort en période post-partum.

soumis par: *Robert Gauthier M.D.*, collaborateur interne au projet de *Mélanie Morin*, physiothérapeute et étudiante à la maîtrise en Sciences biomédicales à l'U. de M. Autres collaborateurs: Daniel Bourbonnais, Denis Gravel, Marie-Claude Lemieux, Chantale Dumoulin.

et l'ont trouvé conforme aux normes établies par le comité d'éthique de la recherche de l'Hôpital Sainte-Justine. Le projet est donc accepté par le Comité.

[REDACTED]
Jean-Marie Therrien, Ph.D., éthicien
Président du Comité d'éthique de la recherche

Date d'approbation: 26 mars 2002

c.c.: Mme Mélanie Morin

Un comité de l'Hôpital Sainte-Justine formé des membres suivants:

Jean-Marie Therrien, président
Geneviève Cardinal, juriste
Daniel Caron, représentant du public
Ema Ferreira, pharmacienne
Françoise Grambin, représentante du public
Josette Champagne, hémato-oncologue
Jacques Lacroix, pédiatre
Claude Laflamme, archiviste
Suzanne Lépine, psychiatre
Andrea Richter, scientifique
Chantal Van de Voorde, représentante du public



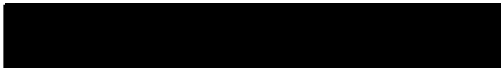
Université de Montréal

Les membres du d'éthique de la recherche ont étudié le projet de recherche clinique intitulé:

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

soumis par: *Chantale Dumoulin physiothérapeute HSJ., Dr Marie-Claude Lemieux, Dr Daniel Bourbonnais, Dr Denis Gravel (externes). Collaborateur interne: Dr Robert Gauthier.*

et l'ont trouvé conforme aux normes établies par le d'éthique de la recherche de l'Hôpital Sainte-Justine. Le projet est donc accepté par le Comité.


Jean-Marie Therrien, Ph.D., éthicien
Président du Comité d'éthique de la recherche

Date d'approbation: 28 novembre 2000

ANNEXE II
FORMULAIRES DE CONSENTEMENT

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT



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

Titre de l'étude :

Force maximale du plancher pelvien chez les femmes présentant ou non une incontinence urinaire d'effort en période post-partum.

Noms des chercheurs :

Mélanie Morin, physiothérapeute et étudiante à la maîtrise en Sciences Biomédicales, Faculté de médecine, Université de Montréal.

Dr Daniel Bourbonnais Ph.D., professeur titulaire à l'École de réadaptation de la Faculté de médecine de l'Université de Montréal (directeur)

Dr Denis Gravel Ph.D., professeur titulaire et directeur de l'École de réadaptation de la Faculté de médecine de l'Université de Montréal (codirecteur)

Dr Marie-Claude Lemieux, F.R.C.S.(C), professeure adjoint de clinique, Faculté de médecine de l'Université de Montréal, gynécologue à l'Hôpital Maisonneuve-Rosemont (codirectrice)

Chantale Dumoulin M.Sc., étudiante au doctorat, physiothérapeute Hôpital Sainte-Justine et Centre d'obstétrique-gynécologie, professeure adjoint de clinique, École de réadaptation, Faculté de médecine, Université de Montréal (collaboratrice)

Source de financement

Ce projet s'inscrit dans une programmation de recherche visant à évaluer l'efficacité et la validité de traitement de physiothérapie pour les femmes en post-partum souffrant d'incontinence urinaire d'effort. Cette programmation de recherche est financée par les Instituts de Recherche en Santé du Canada (Effectiveness of conservative treatments of post-partum urinary stress incontinence par Lemieux, M-C., Bourbonnais, D. et Gravel, D.), Par ailleurs, la candidate à la maîtrise (Mélanie Morin) et celle au doctorat (Chantale Dumoulin) bénéficient d'une bourse de recherche pour professionnels de la santé du Fonds de la Recherche en Santé du Québec.

26 mai
Just

Invitation à participer à un projet de recherche

Le département d'obstétrique et gynécologie de l'Hôpital Sainte-Justine participe à ce protocole de recherche dans le but d'améliorer la compréhension de la physiopathologie de l'incontinence urinaire d'effort et ainsi améliorer l'efficacité des traitements. Nous sollicitons aujourd'hui votre participation pour mesurer la force de votre plancher pelvien et vous invitons à lire ce document afin de décider, si vous êtes intéressée à participer à cette étude.



HÔPITAL
SAINTE JUSTINE
1001, avenue des
Lacques, Québec, Québec

La nature du projet

L'incontinence urinaire d'effort est un problème important qui atteint une femme sur quatre. Il a été suggéré que l'incontinence urinaire post-partum résulte d'une diminution de force du plancher pelvien secondaire aux lésions musculaires et nerveuses de l'accouchement. L'incontinence urinaire d'effort est traitée en physiothérapie. L'objectif du traitement est de renforcer les muscles du plancher pelvien et ainsi contrôler les fuites. Par conséquent, l'évaluation de la force musculaire du plancher pelvien est un élément clé dans la réadaptation. Cependant, les données scientifiques actuelles ne permettent pas d'affirmer s'il existe une différence de force entre les femmes continentales et les femmes souffrant d'incontinence urinaire à l'effort. Cette information est essentielle pour la compréhension des mécanismes responsables de l'incontinence urinaire d'effort et pour l'amélioration des traitements de ce problème.

La présente étude a donc pour but de mesurer la force musculaire du plancher pelvien de 30 femmes continentales suite à un accouchement. Ces mesures seront par la suite comparées à celles déjà réalisées chez des femmes atteintes d'incontinence urinaire d'effort.

Déroulement du projet

Vous avez déjà complété le questionnaire remis à la clinique d'obstétrique de l'Hôpital Sainte-Justine et signifié votre intérêt à participer à l'étude. Une physiothérapeute a communiqué avec vous pour vous expliquer en quoi consiste votre participation au projet et vérifier que vous rencontriez les critères pour participer à l'étude. Lors de la présente séance d'évaluation qui se déroulera à la polyclinique de l'Hôpital Maisonneuve-Rosemont, nous vous ré-interrogerons sur votre histoire médicale afin de compléter les informations recueillies au téléphone. Ensuite, nous vérifierons votre continence et prendrons des mesures de la force des muscles du plancher pelvien. Pour vérifier votre continence, vous devrez répondre à un questionnaire et effectuer le «pad test». Pour ce faire, nous vous demanderons de boire 500ml de liquide. Vous devrez alors porter une protection préalablement pesée et exécuter une série d'exercices. La différence entre le poids de la protection avant et après les exercices permet de vérifier la présence de fuites d'urine. Par la suite, la physiothérapeute évaluera, à l'aide d'un toucher vaginal, votre compréhension de l'effort demandé soit une contraction des muscles du plancher pelvien et la qualité de cette dernière. Pour terminer, nous mesurerons la force du plancher pelvien à l'aide d'un dynamomètre qui sera inséré dans la cavité vaginale. L'évaluation de votre musculature pelvienne sera effectuée à deux ouvertures vaginales différentes soient à 0,5 cm (minimale) et 1,0 cm (distance entre les

branches). Notez que l'appareil est désinfecté avant chaque usage et que les deux branches du dynamomètre sont recouvertes d'un condom. La présente séance aura une durée approximative de deux heures.

Avantages et bénéfices

À la fin de la rencontre, un programme de renforcement musculaire abdominal et périnéal personnalisé ainsi que des conseils visant la prévention de l'incontinence vous seront offerts.

Votre participation au projet décrit ci-haut permettra de mieux comprendre les fondements de l'incontinence urinaire d'effort et d'améliorer les traitements.

Inconvénients et risques

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 et conformes aux normes de l'Hôpital Sainte-Justine.

Confidentialité

Tous les renseignements obtenus sur vous dans le cadre de ce projet de recherche seront confidentiels, à moins d'une autorisation de votre part ou d'une exception de la loi. Pour ce faire, ces renseignements seront codés et mis sous-clé. Les dossiers sous étude seront conservés à l'Hôpital Maisonneuve-Rosemont. Cependant, aux fins de vérifier la saine gestion de la recherche, il est possible qu'un délégué du comité d'éthique de la recherche consulte vos données de recherche. Par ailleurs, les résultats de cette étude pourront être publiés ou communiqués dans un congrès scientifique mais aucune information pouvant vous identifier ne sera dévoilée.

Responsabilités des chercheurs

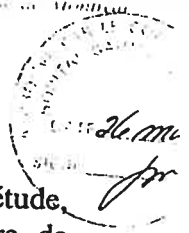
En cas de réactions défavorables résultant de l'évaluation, vous recevrez tous les soins que nécessite votre état de santé et qui sont couverts par les régimes d'assurance-hospitalisation et d'assurance maladie.

Compensation prévue

Un montant de 20 \$ vous sera remis pour les frais encourus de déplacement.

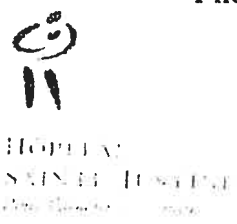
Liberté de participation

Votre participation au projet est tout à fait volontaire. Il est entendu que vous pouvez y mettre fin à tout moment.



Personnes-ressources

Pour plus d'informations concernant cette recherche, contactez la responsable de cette étude, Mélanie Morin au [REDACTED]. Pour tout renseignement sur vos droits à titre de participante à ce projet de recherche, vous pouvez contacter la conseillère à la clientèle de l'hôpital Ste-Justine au (514)345-4749.



Je certifie que l'on m'a donné verbalement toutes 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 renonce nullement à mes droits légitimes.

Nom de l'intéressée

X _____
Signature de l'intéressée

Nom du témoin

X _____
Signature du témoin

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

Nom de la physiothérapeute

X _____
Signature de la physiothérapeute

Fait à _____, le _____ 200_____.

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, tél.: [REDACTED]

Marie-Claude Lemieux, uro-gynécologue, département d'obstétrique-Gynécologie, Hôpital Maisonneuve-Rosemont, tél.: [REDACTED]

Daniel Bourbonnais, Professeur Titulaire, École de réadaptation, Faculté de Médecine, Université de Montréal, tél.: [REDACTED]

Personnes ressources:

Claire Emond, Infirmière, coordonnatrice de recherche Tél: [REDACTED]

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'IUE exécuté par le Dr Marie-Claude Lemieux, à l'Hôpital Maisonneuve-Rosemont pour confirmer l'IUE. 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'IUE mais confirme une incontinence d'origine autre, le Dr Lemieux assurera votre suivis médical.

L'étude sur les traitements physiothérapeutiques de l'IUE 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'IUE, 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.

_____ X _____
Nom de l'intéressée Signature de l'intéressée

_____ X _____
Nom du témoin 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.

_____ X _____
Nom de l'assistant de recherche Signature de l'assistant de recherche
Fait à _____, le _____ 19 ____.

ANNEXE III
QUESTIONNAIRE
UROGENITAL DISTRESS INVENTORY

INVENTAIRE DES DÉSORDRES UROGÉNITAUX (UDI)

Les questions suivantes portent spécifiquement sur vos pertes fortuites d'urine

Les symptômes suivants ont été décrits par des femmes qui elles-mêmes souffrent de pertes involontaires d'urine. Veuillez cocher ceux qui vous touchent actuellement et indiquer le degré de gêne qu'ils vous créent.

Veuillez cocher oui ou non pour chaque question. Pour chaque réponse positive, veuillez cocher le degré de gêne causé.

QUESTIONS	Oui/Non	Si oui, quel est le degré de gêne			
		Pas du tout	Un peu	Modérément	Beaucoup
1. Urinez-vous fréquemment ?					
2. Sentez-vous un besoin pressant (une urgence) de vider votre vessie ?					
3. Avez-vous des fuites d'urine reliées au sentiment d'urgence ?					
4. Avez-vous des fuites d'urine lors des activités physiques, de la toux ou de l'éternuement ?					
5. Avez-vous des fuites d'urine qui ne sont pas reliées à un besoin pressant, à une activité physique, une toux ou un éternuement ?					
6. Avez-vous des fuites de petites quantités d'urine (un à quelques gouttes) ?					
7. Avez-vous des fuites de quantité moyenne (petit jet, jet) ?					
8. Avez-vous de grandes fuites d'urine (le contenu de la vessie ou presque) ?					
9. Urinez-vous durant la nuit ?					
10. Vous arrive-t-il d'uriner au lit ?					
11. Avez-vous des difficultés à vider la vessie ?					

12. Avez-vous l'impression de ne pas vider votre vessie complètement ?					
13. Sentez-vous une pression au bas de l'abdomen (lourdeur) ?					
14. Avez-vous de la douleur dans le bas de l'abdomen, à la vulve ou dans le vagin?					
15. Sentez-vous une pesanteur dans à la vulve?					
16. Éprouvez-vous un inconfort (lourdeur) à la vulve lorsque vous êtes debout ou que vous vous faites un exercice physique ?					
17. Êtes-vous obligée de pousser contre les parois du vagin pour aller à la selle ?					

Autres symptômes ?

SI OUI, VEUILLEZ LES DÉCRIRE :

Veillez revoir tous les symptômes inclus dans la liste ci-dessus et identifier par son numéro celui qui vous incommode le plus : _____
(Un seul chiffre s'il vous plaît)

ANNEXE IV
ARTICLE COMPLÉMENTAIRE

**PELVIC FLOOR MAXIMAL STRENGTH USING VAGINAL DIGITAL
ASSESSMENT COMPARED TO DYNAMOMETRIC MEASUREMENTS**

Mélanie Morin^a, Chantale Dumoulin^a, Daniel Bourbonnais^a, Denis Gravel^a,
Marie-Claude Lemieux^b

Récemment soumis à *Neurourology and Urodynamics*

^a École de réadaptation, Faculté de médecine, Université de Montréal et Centre
de recherche interdisciplinaire en réadaptation du Montréal métropolitain site
Institut de réadaptation de Montréal.

^b Département d'obstétrique-gynécologie, Faculté de Médecine, Université de
Montréal.

ABSTRACT

Aims: To compare vaginal digital assessment with dynamometric measurements for determining the maximal strength of the pelvic floor muscles (PFM).

Materials and Methods: Eighty-nine women aged between 21 and 44 participated in the study. An experienced physiotherapist evaluated the maximal strength of the PFM of these women using the modified Oxford grading system (6 categories, range 0-5) and dynamometric measurements. The mean maximal forces obtained for all women with the instrumented speculum for each category of digital assessment were compared using ANOVAs (*post hoc*). Spearman's rho coefficients were calculated to assess the correlation between the dynamometric and the digital assessments.

Results: According to their symptoms and pad test results, 30 women were continent and 59 had stress urinary incontinence (SUI). Based on dynamometric measurements, important overlaps were observed between each category of digital assessment. The ANOVAs indicated that force values differ across categories ($F=10.08$; $p<0.001$), although contrast analyses revealed no differences in the mean maximal forces between adjacent digital-assessment categories (1-2, 2-3, 3-4, 4-5). Mean force values differed significantly only between non-adjacent levels in digital assessment, e.g. between 1-3, 1-4, 1-5, 2-4 and 2-5 ($p<0.05$). Significant correlations were found between the two measurements with coefficients of $r=0.727$, $r=0.450$ and $r=0.564$ for continent, incontinent and all women, respectively ($p<0.01$).

Conclusion: Even if the dynamometric mean forces of the PFM increased across subsequent categories of digital assessment, the force values between two adjacent categories do not differ. This limitation of digital assessment should be considered by clinicians and researchers when choosing treatment orientation and evaluating treatment outcomes.

LIST OF ABBREVIATIONS

- EMG : Electromyography
ICS : International Continence Society
PFM : Pelvic floor muscles
SUI : Stress urinary incontinence

KEYWORDS

Stress urinary incontinence, pelvic floor musculature, strength evaluation, dynamometer and vaginal palpation

INTRODUCTION

Physiotherapy is recommended as a first line of treatment for stress urinary incontinence (SUI) [Fantl et al., 1996; Wilson et al., 2002]. Strengthening of the pelvic floor muscles (PFM) is the major goal of these conservative, albeit effective, treatments [Hay-Smith et al., 2002]. Consequently, assessment of the PFM strength is essential for evaluating treatment outcomes and identifying patients who would benefit from such conservative treatment. Furthermore, PFM assessment has been strongly recommended by the International Continence Society (ICS) as part of a routine examination for women complaining of lower tract urinary symptoms [Schull et al., 2002]. For this purpose, in the practices of obstetrics, gynecology, urology, general medicine and physiotherapy, clinicians often rely on vaginal digital assessment because it is quick and requires no equipment. Several scoring systems have been developed to quantify PFM strength [Brink et al., 1994; Laycock, 1992; Worth et al., 1986]. The modified Oxford grading system, inspired by a 6-category muscle strength quotation widely used by physiotherapists for various muscle groups, has been applied to the PFM. Based on that grading system, Peschers et al. [2001] advanced that digital assessment can assess PFM strength directly and differentiate pelvic floor musculature from other muscle compensations such as abdominal, adductor and gluteal muscle contractions. Moreover, the modified Oxford grading system has shown good test-retest reliability with a Pearson correlation coefficient of 0.947 ($p < 0.001$) [Laycock, 1992].

Digital assessment of the pelvic floor has already been compared to other techniques in order to verify its validity. Some studies have found a good relationship between this type of assessment and intra-vaginal pressure measurements [Hahn et al., 1996; Kerschhan-Schindl et al., 2002] while another study showed no significant relation [Bo and Finckenhagen, 2001]. The

controversy may be partly explained by the influence of intra-abdominal pressure, which is arguably an important artefact to PFM pressure measurements [Hahn et al., 1996; Peschers et al., 2001]. Moreover, digital assessment has been correlated moderately with PFM electromyography (EMG) [Brink et al., 1994; Romanzi et al., 1999]. It should be pointed out that EMG reflects pelvic floor myoelectric activity, although this is not a direct measurement of maximal strength. These measurements may be contaminated by the activity of neighboring muscles (non-PFM recordings) such as adductor and gluteal muscles [Peschers et al., 2001]. To date, digital assessment has never been compared to direct measurements of PFM strength.

The aim of this study was to compare two techniques to evaluating PFM maximal strength: vaginal digital assessment and force measurements obtained by a new dynamometer designed to record the PFM function both directly and specifically. It was hypothesized that mean forces obtained with the dynamometer would differ for each digital assessment category. Moreover, a good relation between the two measurements was expected.

MATERIALS AND METHODS

Subjects

Eighty-nine women, aged between 21 and 44, were recruited from the obstetrics and gynecology clinic of Sainte-Justine Hospital. In accordance with the ICS definition of SUI as the complaint of involuntary leakage on effort or exertion, or on sneezing or coughing [Abrams et al., 2002], 59 women reported symptoms and 30 were symptom-free. Parity being strongly associated with the onset of SUI in middle-aged women [Rortveit et al., 2001], the participants included in the study had experienced at least one vaginal delivery. A minimum of three months between delivery and assessment was respected considering that pelvic floor muscle recovery has been shown to be completed within two months postpartum [Peschers et al., 1997]. Exclusion criteria were pregnancy, menstruation on the day of assessment, urgency, anterior urogynecologic surgery, major organ prolapse, active urine or vaginal infection, excessive vaginal scarring, or any other disease that may interfere with pelvic floor strength measurements. All women gave written consent to participate in the study, which was approved by the Ethics Committee of Ste-Justine Hospital.

Initial assessment

To confirm SUI, symptomatic subjects (n=59) underwent a medical and a urodynamic evaluation. The absence of detrusor overactivity was then demonstrated by cystometry. Incontinence symptoms were assessed using the Urogenital Distress Inventory questionnaire [Shumaker et al., 1994]. A modified 20-min pad test with standardized bladder volume (250 mL) was also performed to verify and quantify the symptoms (Table I) [Abrams et al., 1988; Sand, 1992]. To prove continence, asymptomatic women (n=30) were also assessed by the 20-min pad test and the Urogenital Distress Inventory questionnaire. However,

to reduce the invasiveness of the artificial bladder filling associated with the standardized bladder volume, the latter was measured by ultrasound with the Bladder Scan 3000 (Diagnostic Ultrasound). One hour before the test, the subjects were asked to drink 1 L of water. The pad test was carried out when the bladder contained more than 250 mL, which corresponded to the bladder volume of the incontinent subjects. In interpreting the results, subjects with a pad weight gain up to 1 g, which may be due to weighing errors, sweating or vaginal discharge, were considered continent [Abrams et al., 1988; Artibani et al., 2002].

Test schedule	
1.	<ol style="list-style-type: none"> a) For symptomatic women, the bladder is emptied with a transurethral catheter and then filled to a bladder volume of 250 mL. b) For asymptomatic women, 1 L of water is drunk 1 h before the test. The pad test is performed when the bladder contains more than 250 mL assessed by ultrasound.
2.	Pre-weighed collecting device is put on.
3.	Over a 10-min period, subject walks, including stair-climbing equivalent to one flight up and down.
4.	<p>During the remaining period the subject performs the following activities:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Standing up from sitting, 10 times • Coughing vigorously, 10 times • Running on the spot for 1 min • Bending to pick up small object from floor, 5 times • Jumping jack, 10 times • Washing hands in running water for 1 min
5.	At the end of the 20-min pad test, the collecting device is removed and weighed.

Table I: Modified 20-min pad test

Digital Pelvic Floor Muscle Testing

The assessment was conducted entirely by an experienced physiotherapist who does the modified Oxford digital assessment routinely in her own practice. Considering that the bladder-filling procedure used for pad testing was different for each group, the physiotherapist was informed about the continence status of the participants. After emptying her bladder, each subject adopted a supine lying position with hips and knees flexed, feet flat on a conventional gynecologist's table. Instructions about contracting the PFM were given. The physiotherapist put on gloves and applied a lubricating gel. Then, the two distal phalanges of the index and the middle finger were inserted in the introitus vagina and positioned laterally in order to evaluate both sides of the PFM. The subjects were asked to squeeze and lift their PFM as if preventing the escape of flatus and urine while breathing out [Laycock, 1994]. The evaluator made sure the subject performed the contraction adequately. The contraction was then graded from 0 to 5 according to the modified Oxford grading system [Laycock, 1992]. The definition of each grading category is given in Table II.

GRADE	DESCRIPTION
0	Nil
1	Flicker
2	Weak
3	Moderate, slight lift of the examiner's fingers, no resistance
4	Good, sufficient to elevate the examiner's fingers against light resistance
5	Strong, sufficient to elevate the examiner's fingers against strong resistance

Table II: Modified Oxford scale for digital evaluation of pelvic floor contraction strength

Dynamometric measurements

A new dynamometer designed specifically to evaluate the pelvic floor musculature was used in this study to measure the pelvic floor maximal strength. A detailed description of this instrument has been reported elsewhere [Dumoulin et al., 2003a]. Briefly, the dynamometer comprises a computerized central unit and a peripheral unit, a dynamometric speculum. The dynamometric speculum comprises two aluminum branches (Figure 1). The upper branch is fixed, the other, equipped with strain gauges, can be moved by an adjustable screw allowing measurements to be taken for different vaginal apertures. The differential arrangement of the strain gauges ensures that the force is measured independently of the exact site of application of the resultant force to the lower branch of the speculum in the vagina. This feature is primordial in evaluating the PFM function because the exact site of the resultant force applied to an intra-vaginal speculum can vary between measurements as between subjects [Dumoulin et al., 2003a].

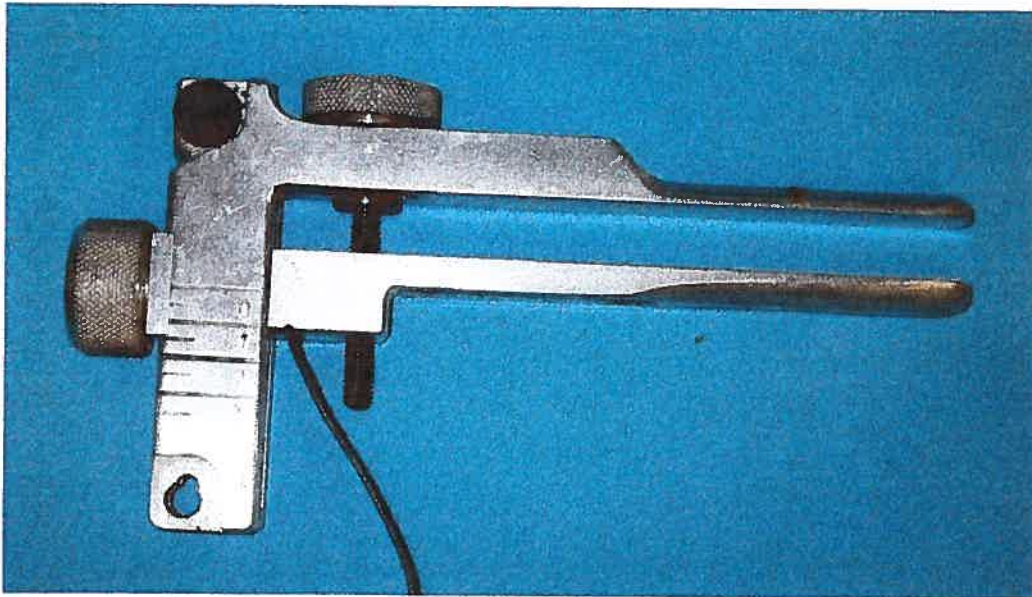


Figure 1 Dynamometric speculum

For the dynamometric measurements, the subjects were evaluated by the physiotherapist in the same position as for the digital assessment. A single physiotherapist performed both the digital and the dynamometric assessments. It should be noted that digital evaluation always precedes dynamometric testing. Thus, the subjective estimation based on digital assessment cannot be affected by the objective dynamometric results. The inverse (dynamometry before digital evaluation) could be more susceptible to bias. Prior to the insertion of the speculum into the vaginal cavity, each branch was covered with a condom and appropriately lubricated with a hypoallergenic gel. To ensure correct positioning of the device, the two closed branches were inserted into the vagina until the mark on the upper branch was level with the hymenal ring. The device was positioned at a depth of 5 cm, allowing assessment of the entire pelvic floor musculature, located approximately 3.5 cm from the opening of the vaginal cavity [Bo, 1992]. The speculum remained closed with a minimal distance of 5 mm between the two branches. Considering the thickness of the two branches (6 mm for the upper branch and 8 mm for the lower one), the minimal opening corresponded to a vaginal aperture of 19 mm (antero-posterior diameter). Since PFM strength increases with opening [Dumoulin et al., 2003b], a dynamometric assessment of the pelvic floor was performed at minimal opening in order to reproduce the same vaginal aperture as in the digital assessment. Moreover, minimal branch opening has shown good test-retest reliability with an index of dependability reaching 0.71 [Dumoulin et al., 2001; 2003b]. To ensure that the women were comfortable and to familiarize them with the device inserted, they were asked to perform three unrecorded practice pelvic floor contractions. Before making the effort, the subjects were instructed to relax their PFM so that a baseline value could be recorded. They were then asked to contract as they did in the digital examination. Three 10-s contractions separated by a 2-min rest period were recorded. Standardized verbal encouragement was given throughout the effort [Caldwell et al., 1974]. The maximum strength value (maximum peak value minus baseline value) was extracted for each trial (Figure

2). The mean of the three trials was calculated and used in all statistical analyses.

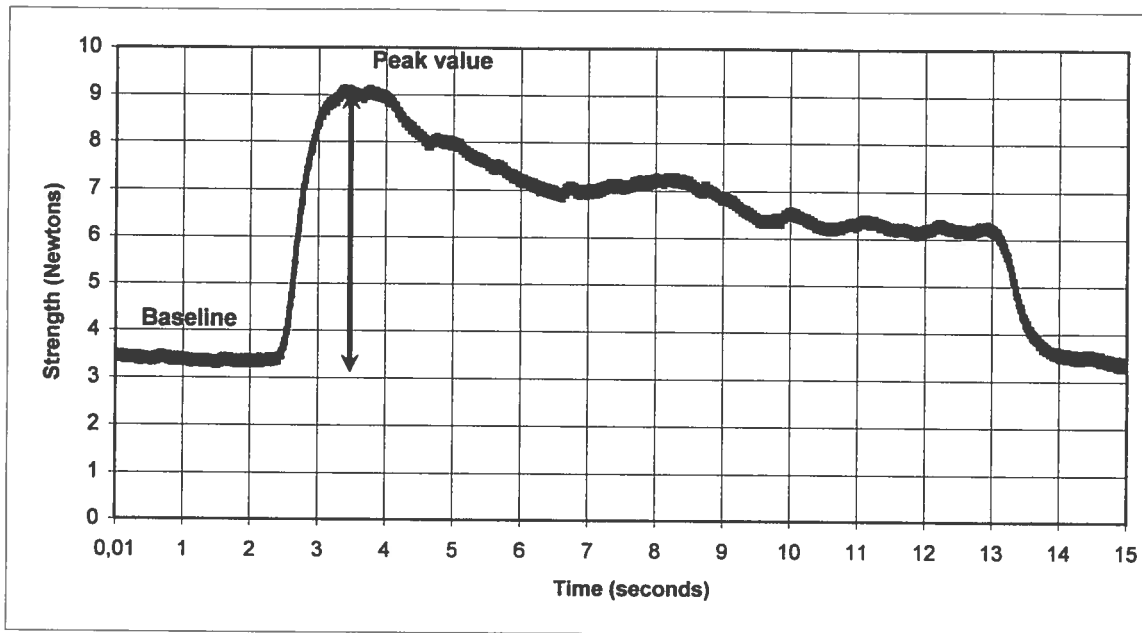


Figure 2 Strength curve

Statistical analysis

The mean dynamometric value was computed for each category of the modified Oxford grading system and compared using a one-way ANOVA followed by the *post hoc* Scheffe method to locate significant differences between pairs of assessment categories. A probability level of 0.05 was chosen. The correlation between the vaginal digital assessment and the dynamometric measurements was determined by Spearman's rho. Because the range of values was expected to be different between continent and incontinent subjects, the correlations were calculated separately for each group of women.

RESULTS

Based on both reported symptoms and the pad test, 30 women were continent and 59 incontinent. Hence, continent women (n=30) reported no symptoms of urinary incontinence and demonstrated non-significant leakage (<1 g) in the pad test whereas all the asymptomatic women proved to be continent in the pad test. Women suffering from SUI (n=59) lost 35.2 g (\pm 55.4 SD ; 5-309) in the pad test. Mean age, body mass index and deliveries are shown in Table III. There were 25 primipara (28.1%) and 64 multipara (71.9%).

	All subjects n= 89
Age (years)	34.7 ± 4.7 (21-44)
Body mass index (kg/m ²)	23.9 ± 3.7 (18.7-43.3)
Deliveries	2.0 ± 0.9 (1-4)

Table III: Characteristics of women (mean \pm standard deviation (SD); range in parentheses)

The distribution of the dynamometric assessments for both continent and incontinent women is shown in Figures 3 and 4 for each category of the Oxford grading system. Except for the highest quotation (5), where no value is present for incontinent women, the dynamometric data of both groups cover about the same range in each category. Moreover, the means of the dynamometric measures were 1.8 N; 2.6 N; 3.9 N; 5.0 N; 6.5 N for digital assessment grades 1,2,3,4 and 5, respectively. The ANOVA indicates that the mean forces increase across categories ($F=10.08$; $p<0.001$) although substantial overlapping

of values is observed between categories. Contrast analyses using the Scheffe method are shown in Table IV. No significant differences were found between adjacent digital assessment categories such as 1-2, 2-3, 3-4, 4-5. ANOVAs had revealed differences only between than two assessment grades and more ($p < 0,05$). Thus, grade 1 was different from grades 3, 4 and 5. Grade 2 could be distinguished from grades 4 and 5. As an exception to that pattern, the difference between grades 3 and 5 did not reach a significant level. This may be explained by the small number of subjects ($n=2$) who scored 5 on the modified Oxford grading system.

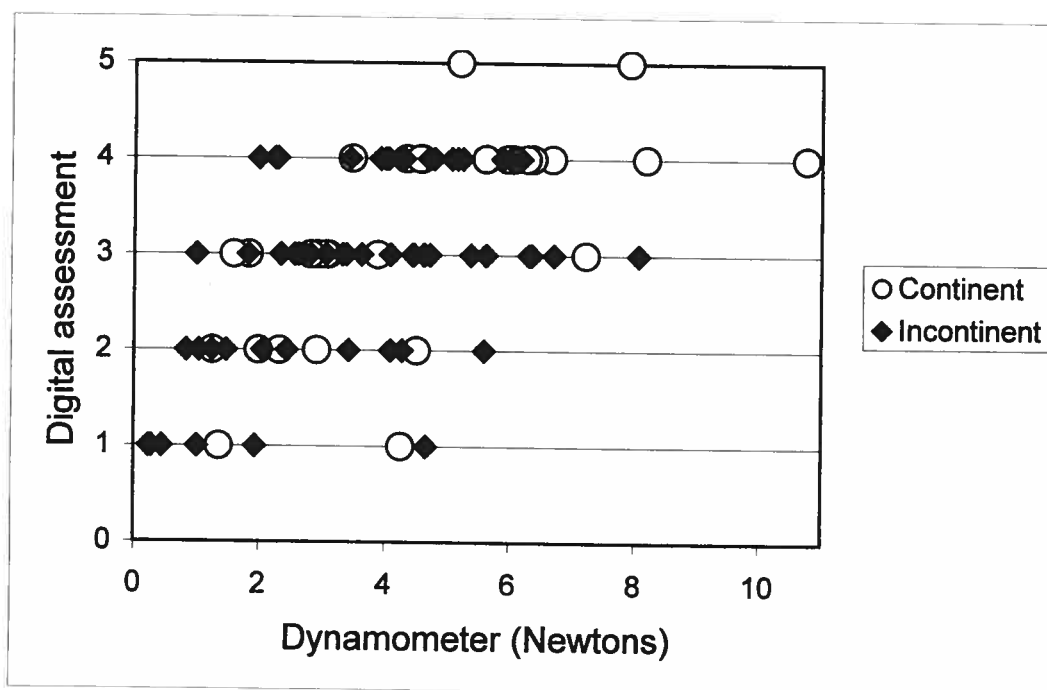


Figure 3 Distribution of results obtained when comparing the dynamometer and digital assessment.

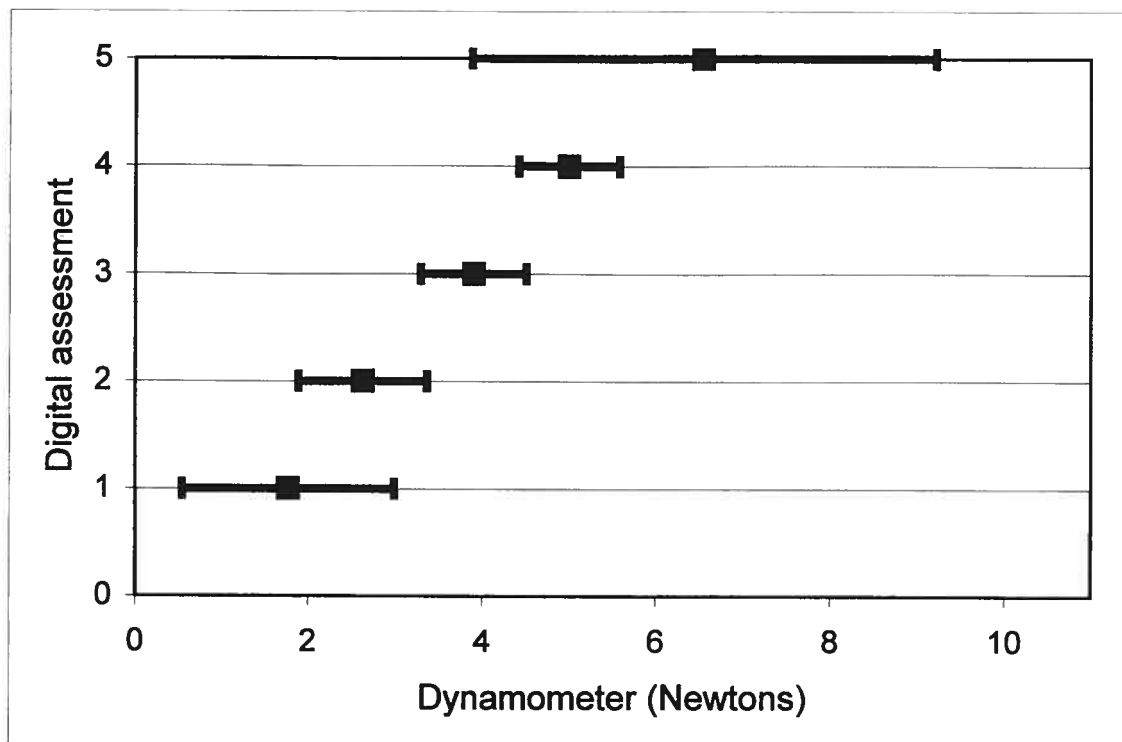


Figure 4 Mean muscle strength with 95% confidence interval in the categories assessed by the Oxford grading system for all subjects (both continent and incontinent women).

	1 n= 8	2 n= 15	3 n= 31	4 n= 33	5 n=2
1	--	0.85	0.05*	0.00*	0.02*
2		--	0.23	0.00*	0.05*
3			--	0.15	0.34
4				--	0.81
5					--

Table IV: Results from ANOVAs *post hoc* using Scheffe method (p-values figure in the table cells)

The results of the correlation analyses for all women showed a moderate relation between the two techniques, with a Spearman's coefficient of $r=0.564$ ($p \leq 0.01$). In continent women, a higher correlation was observed, with a coefficient of $r=0.727$ ($p \leq 0.01$) whereas in incontinent women a weaker relation between the two techniques was found, with a coefficient of $r=0.450$ ($p \leq 0.01$).

DISCUSSION

The limitations of the digital assessment were highlighted by our results on the overlapping of dynamometric values between adjacent assessment grades. Overlaps in the PFM digital assessment had already been reported [Bo and Finckenhagen, 2001] and, also, in the manual muscle testing of the extremities [Beasley, 1956; Noreau and Vachon, 1998]. The limited capacity of the assessment method to reveal the true strength difference has an important consequence on the ability of a digital assessment to detect changes over time and/or after treatments (responsiveness). Recently, Jundt et al. [2002] reported no difference in PFM strength before and after childbirth as assessed by the modified Oxford grading system. Furthermore, some studies had reported that after physiotherapy for SUI, a reduction in urinary leakage occurred while no improvement in the pelvic floor maximal strength was actually demonstrated [Laycock and Jerwood, 1993; Blowman et al., 1991]. A similar lack of sensitivity has been demonstrated in the extremities: the strength gain measured by the dynamometer was not detected by manual testing [Schwartz et al., 1992; Herbison et al., 1996]. Moreover, it has been shown that in the case of the extremities dynamometric measures are preferable in a research setting

because smaller sample sizes suffice to yield significant results [Aitkens et al., 1989]. The sensitivity of digital assessments to change is questionable. It is important to note that the reported significant difference between assessment levels is applicable only to mean values of group and not to individual measurements. In fact, the large amount of overlapping of values across categories actually determines the high probability of misclassification. For example, as illustrated in Figure 3, two subjects with the same dynamometric strength can be classified in three or four different digital-assessment categories.

Only a few women scored 0, 1 and 5, creating a bias in our sample. However, other studies have reported similar distributions of the digital scores with a higher percentage for scores of 3 and 4, while less than 10% scored 0, 1 and 5 [Bo and Finckenhagen, 2001; Isherwood and Rane, 2000]. Even if the distribution of digital scores was similar in these two studies, their samples concerning the continence status were different. Actually, Ischerwood and Rane [2000] had studied incontinent women while Bo and Finckenhagen [2001] studied mainly continent women (65%). Furthermore, a similar distribution was found in the extremities (knee extension strengths in patients with osteoarthritis) with 79% of subjects scoring 3 and 4 [Hayes and Falconer, 1992].

The correlations found between digital assessments and dynamometric measurements can be defined as moderate to good according to the standards proposed by Portney and Watkins [2000]. Our results are similar to those of Laycock [1992], who found a Spearman's coefficient of 0.78 between the modified Oxford grading system and pressure perineometry in continent women. In contrast, Bo and Finckenhagen [2001] found no significant relation between the two latter techniques. However, the correlation coefficient was not reported and the authors argue that the lack of correlation may be due to the small sample size of the study (n=20).

CONCLUSION

A significant relation between digital and dynamometric assessments was observed. Even if the dynamometric mean forces of the PFM increased across subsequent categories of digital assessment, it appears that subjective appreciation of force level by digital evaluation (either across patients or following treatments) is possible only when large differences of force exist. This limitation should be considered by clinicians and researchers when choosing treatment orientation and evaluating treatment outcomes.

ACKNOWLEDGMENTS

We acknowledge the help of Daniel Marineau and Michel Goyette for their technical support. Mélanie Morin and Chantale Dumoulin were supported by studentships from the Fonds de la recherche en santé du Québec (FRSQ) and the Canadian Institutes of Health Research (CIHR).

REFERENCES

- Abrams P, Cardozo LD, Fall M, Griffith D, Rosier P, Ulmsten U, Kerrebroeck PV, Victor A, Wein A. 2002. The standardization of terminology of lower urinary tract function: Report from the Standardization Sub-Committee of the International Continence Society. *Neurourol Urodyn* 21:167-178.
- Abrams P, Blaivas JG, Stanton SL, Andersen JT. 1988. The standardization of terminology of lower urinary tract function. *Scand J Urol Nephrol, Supplementum* 114: 5-19.
- Aitkens S, Lord J, Bernauer E, Fowler WM, Lieberman JS, Berck P. 1989. Relationship of manual muscle testing to objective strength measurements. *Muscle and Nerves*, 12: 173-177.
- Artibani W, Andersen JT, Gajewski, JB, Ostergard DR, Raz S, Tubaro A. 2002. Imaging and other investigations. In Abrams P, Cardozo LD, Khoury S, Wein A, editors. *Incontinence. Second International Consultation on Incontinence. Paris.* p. 425-477.
- Beasley WC. 1956. Influence of method on estimates of normal knee extensor force among normal and postpolio children. *Phys Ther Rev* 36:21-41.
- Blowman C, Pickles C, Emery S, Creates V, Towell L, Blackburn N, Doyle N, Walkden B. 1991. Prospective double blind controlled trial of intensive physiotherapy with and without stimulation of pelvic floor in treatment of genuine stress incontinence. *Physiotherapy* 77(10):661-664.
- Bo K. 1992. Pressure measurements during pelvic floor muscle contractions: The effect of different positions of the vaginal measuring device. *Neurourol Urodyn* 11:107-113.

- Bo K, Finckenhagen HB. 2001. Vaginal assessment of pelvic floor muscle strength: Inter-test reproducibility and comparison between assessment and vaginal squeeze pressure. *Acta Obst Gynecol Scand* 80:883-887.
- Brink CA, Wells TJ, Sampsel CM, Taillie ER, Mayer R. 1994. A digital test for pelvic muscle strength in women with urinary incontinence. *Nurs Res* 43:352-356.
- Caldwell LS, Chaffin DB, Dukes-Dobos FN, Kroemer KH, Laubach LL, Snook SH, Wasserman DE. 1974. A proposed standard procedure for static muscle strength testing. *Am Industrial Hygiene Association J* 35:201-206.
- Dumoulin C, Bourbonnais D, Lemieux M-C. 2003a. Development of a dynamometer for measuring the isometric force of the pelvic floor musculature. *Neurourol Urodyn* (in press).
- Dumoulin C, Gravel D, Bourbonnais D, Lemieux M-C, Morin M. 2003b. Reliability of dynamometric measurements of the pelvic floor musculature. *Neurourol Urodyn* (in press).
- Dumoulin C, Gravel D, Bourbonnais D, Lemieux M-C, Morin M. 2001. Reliability of dynamometric measurements of the pelvic floor musculature using the Montreal dynamometer. *Proceedings of the 2nd International Consultation on Incontinence; Paris.* p 48.
- Fantl JA, Newman DK, Colling J, et al. 1996. Urinary incontinence in adults: Acute and chronic management. *Clinical Practice Guidelines, No2, Update.* Rockville: Department of Health and Human Services (US). Public Health Service, Agency for Health Care Policy and Research; AHCPH Publication No. 96-0682 Book chapter 3.

- Hahn I, Milsom I, Ohlsson BL, Ekelund P, Uhlemann C, Fall M. 1996. Comparative assessment of pelvic floor function using vaginal cones, vaginal digital assessment and vaginal pressure measurements. *Gynecol Obst Invest* 41:269-274.
- Hay-Smith EJ, Boyington AR, Berghmans LC, Hendriks HJ, de Bie RA, van Waalwijk van Doorn ES. 2002. Pelvic floor muscle training for urinary incontinence in women. *The Cochrane Library Issue* 4.
- Hayes KW, Falconer J. 1992. Reliability of hand-held dynamometry and its relationship with manual muscle testing in patients with osteoarthritis in the knee. *JOSPT* 16 (3): 145-149.
- Herbison GJ, Isaac Z, Cohen ME, Ditunno JF, Jr. 1996. Strength post-spinal cord injury: Myometer vs manual muscle test. *Spinal Cord* 34:543-548.
- Isherwood PJ, Rane A. 2000. Comparative assessment of pelvic floor strength using a perineometer and digital examination. *Br J Obstet Gynaecol* 107:1007-1011.
- Jundt K, Reckemeyer I, Namdar N, Drinovac V, Dimpfl T, Peschers U, 2002. Changes in pelvic floor function after childbirth. *Neurourol Urodyn* 21(4):364-365.
- Kerschman-Schindl K, Uher E, Wiesinger G, Kaider A, Ebenbichler G, Nicolakis P, Kollmitzer J, Preisinger E, Fialka-Moser V. 2002. Reliability of pelvic floor muscle strength measurement in elderly incontinent women. *Neurourol Urodyn* 21:42-47.
- Laycock J. 1994. Clinical Evaluation of the pelvic floor. 1994. In Schussler B, Laycock J, Norton P, Stanton SL. *Pelvic floor reeducation, principles and practice*. London. p 39-51.
- Laycock J, Jerwood D. 1993. Does pre-modulated interferential therapy cure genuine stress incontinence. *Physiotherapy* 79 (8):553-560.

- Laycock J. 1992. Assessment and treatment of pelvic floor dysfunction (Doctoral Thesis): Bradford University.
- Noreau L, Vachon J. 1998. Comparison of three methods to assess muscular strength in individuals with spinal cord injury. *Spinal Cord* 36:716-723.
- Peschers UM, Gingelmaier A, Jundt K, Leib B, Dimpfl T. 2001. Evaluation of pelvic floor muscle strength using four different techniques. *Int Urogynecol J* 12:27-30.
- Peschers UM, Schaer G, DeLancey JO, Schuessler B. 1997. Levator ani function before and after childbirth. *Br J Obstet Gynaecol* 104:1004-1008.
- Portney LG, Watkins MP. 2000. Foundations of clinical research. Applications to practice. Boston: Prentice Hall. p.494-496.
- Romanzi L, Polaneczky M, Glazer H, I. 1999. Simple test of pelvic muscle contraction during pelvic examination: Correlation to surface electromyography. *Neurourol Urodyn* 18:603-612.
- Rortveit G, Hannestad YS, Daltveit AK, Hunskaar S. 2001. Age- and type-dependent effects of parity on urinary incontinence: The Norwegian epincont study. *Obstet Gynecol* 98:1004-1010.
- Sand PK. 1992. The evaluation of incontinent female. *Curr Probl Obstet Gynecol Fertil* 15:107-151.
- Schull BL, Hurt G, Laycock J, Palmtag H, Yong Y, Zubieta R. 2002. Physical examination. In Abrams P, Khoury S, Wein A. (Editors). *Incontinence. Second International Consultation on Incontinence. Paris* : p 373- 388.

- Shumaker SA, Wyman JF, Uebersax JS, McClish D, Fantl JA. 1994. Health-related quality of life measures for women with urinary incontinence: The incontinence impact questionnaire and the urogenital distress inventory. Continence program in women (CPW) research group. *Qual Life Res* 3:291-306.
- Schwartz S, Cohen ME, Herbison GJ, Shah A. 1992. Relationship between two measures of upper extremity strength: Manual muscle test compared to hand-held myometry. *Arch Phys Med Rehabil* 73:1063-1068.
- Wilson PD, Bo K, Hay-Smith J, Nygaard I, Staskin D, Wyman J, Bourcier A. 2002. Conservative treatment in women. In Abrams P, Khoury S, Wein A. (Editors). *Incontinence. Second International Consultation on Incontinence*. Paris : p 573-624.
- Worth AM, Dougherty MC, McKey PL. 1986. Development and testing of the circumvaginal muscles rating scale. *Nurs Res* 35:166-168.

ANNEXE V
ABRÉGÉ ACCEPTÉ

**PELVIC FLOOR MUSCLE STRENGTH USING VAGINAL DIGITAL
ASSESSMENT COMPARED TO DYNAMOMETRIC MEASUREMENTS**

Mélanie Morin, Chantale Dumoulin, Daniel Bourbonnais, Denis Gravel,
Marie-Claude Lemieux

Abrégé accepté pour publication au 33^e congrès annuel de
International Continence Society
Florence, Italy
5-9 octobre 2003

Aims of Study

The pelvic floor muscles (PFM) play an important role in maintaining urinary continence, which explains why PFM assessment has been promoted by the International Continence Society as part of a routine examination for women complaining of lower-tract urinary symptoms [1]. Moreover, conservative treatments for stress urinary incontinence (SUI) are aimed at strengthening PFM. Clinicians currently use digital assessment to evaluate maximal PFM strength because it is quick and requires no equipment. This study attempts to compare PFM maximal strength evaluated by vaginal digital assessment with dynamometric measurements.

Methods

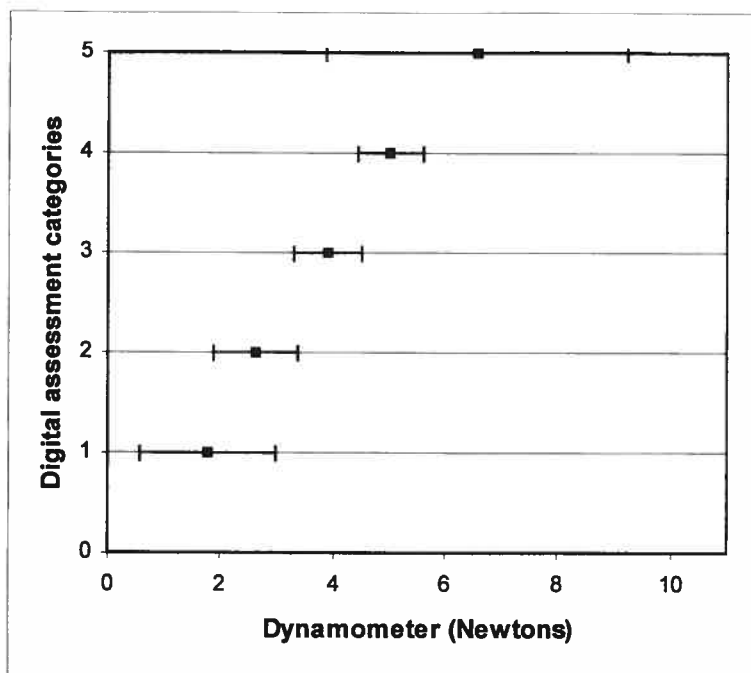
Thirty continent women and 59 women suffering from SUI, aged between 21 and 44, participated in the study. A 20-minute pad test was conducted to determine their continence status. They were evaluated in a supine lying position with hips and knees flexed, feet flat on a conventional gynecologist's table. After giving detailed instructions about contracting the PFM during the test, the evaluator, an experienced physiotherapist, assessed the maximal strength of the PFM by vaginal digital assessment using the modified Oxford grading system (6 categories, range 0-5). Dynamometric measurements were then obtained with a reliable instrumented speculum [2], which provides an accurate measure of the PFM resultant force regardless of its site of application on the branch of the speculum. The dynamometric assessment of the pelvic floor was conducted at minimal opening (5 mm between the two speculum branches) to reproduce the same vaginal aperture as with digital palpation. In preparation for the assessment, the subjects were instructed to relax their PFM in order to record a baseline value. They were then asked to contract for a 10 s period as they did in the digital assessment. The maximum strength value is obtained by subtracting the maximum peak value from the baseline value. Spearman's rho coefficients were calculated to assess the correlation between the dynamometric and the digital assessments. The mean maximal forces obtained for both groups with the instrumented speculum for each category of digital assessment were compared using ANOVAs.

Results

Significant correlations were found between the two measurements, with Spearman's coefficients of $r=0.727$, $r=0.450$ and $r=0.564$ for the continent, incontinent and all women, respectively ($p<0.01$). Dynamometric measurements obtained for the two groups of women showed significant overlaps between each digital assessment category (Figure 1). The ANOVAs indicated that force values differ across categories ($F= 10.08$; $p<0.001$), although contrast analyses revealed that the mean maximal forces do not differ between adjacent digital-assessment categories (1-2, 2-3, 3-4, 4-5). Mean force values differed

significantly only between non-adjacent levels in the digital assessment such as 1-3, 1-4, 1-5, 2-4 and 2-5 ($p < 0.05$).

Figure 1. Mean maximal forces with 95% confidence interval in the categories assessed by the Oxford grading system for all subjects.



For the two groups of women, the mean dynamometric measurements for each digital category are shown in Table 1.

Table 1 Dynamometric means for each digital assessment category

Digital Categories	n	Dynamometric Means (Newtons)	95% Confidence Intervals
1	8	1.8	1.2
2	15	2.6	0.7
3	31	3.9	0.6
4	33	5.0	0.6
5	2	6.5	2.7

Conclusion

Although the mean forces of the PFM increased across different categories of digital assessment, the force values between two adjacent categories do not differ. This limitation should be considered by clinicians and researchers when choosing treatment orientation and evaluating treatment outcomes.

References

1. Schull et al. in Abrams P, Khoury S, Wein A. (Editors). 2001. Incontinence. Second International Consultation on Incontinence. Paris.
2. Reliability of dynamometric measurements of the pelvic floor musculature using the Montreal dynamometer. Proceedings of the 2nd International Consultation on Incontinence 2001; Paris. p. 48.

ANNEXE VI
ABRÉGÉ ACCEPTÉ

**DYNAMOMETRIC EVALUATION OF PELVIC FLOOR MUSCLE FUNCTION IN
CONTINENT AND STRESS URINARY INCONTINENT WOMEN**

Mélanie Morin, Daniel Bourbonnais, Denis Gravel, Chantale Dumoulin,
Marie-Claude Lemieux

Abrégé accepté pour publication au 33^e congrès annuel de
International Continence Society
Florence, Italy
5-9 octobre 2003

Aims of Study

It has been hypothesized that a strong, fast pelvic floor muscles (PFM) contraction helps to clamp the urethra, thus preventing urinary leakage during abrupt increases in intra-abdominal pressure [1]. Moreover, it has been suggested that PFM help to support the pelvic organs, allowing an optimal position of the urethra for continence [2]. Alterations in PFM seem to be associated with stress urinary incontinence (SUI). The purpose of the study was to compare the PFM function in continent and stress urinary incontinent women using an instrumented speculum [3].

Methods

Eighty-nine women, 25 primipara and 64 multipara, recruited at Ste-Justine Hospital in Montreal were asked if they experienced stress urinary leakage. A 20-minute pad test was performed to confirm continence in asymptomatic women and to appreciate the severity of incontinence in women who had reported leakage. A conventional urodynamic examination was also carried out in incontinent women in order to exclude women who demonstrated uninhibited detrusor contractions. During the measurements, women adopted a supine lying position with knees and hips flexed. Information about contracting their PFM was given and their ability to contract was verified by digital assessment. A physiotherapist using an instrumented speculum carried out the assessment. This reliable instrument has the characteristic of measuring the resultant force independently of its site of application on the branch of the speculum [3]. The dynamometric assessment of the pelvic floor was conducted at minimal opening (5 mm between the two speculum branches) corresponding to the same vaginal aperture as with digital palpation. Three unrecorded practice contractions were performed to ensure that the subjects were comfortable with the device. The PFM strength was evaluated in four different conditions. 1- Women were asked to relax their PFM in order to assess the **passive force (baseline value)** over a period of 15 s. 2- For the **maximal strength trial**, subjects were instructed to contract their PFM maximally for 10 s. The subjects were not instructed by the physiotherapist about the rapidity of contraction. 3- To evaluate the **speed of contraction**, women were instructed to contract maximally and relax as fast as possible during 15 s. The speed of contraction was quantified by the mean rate of force change of the first contraction (slope of the force curve) and the number of contractions they performed. 4- During the **endurance** measurements, the subjects were asked to maintain a maximal contraction for 90 s. The area under the force curve was utilized as the endurance parameter. Maximal force values were obtained during a maximal strength trial as well as during the conditions evaluating the speed of contraction and endurance. The maximal force value was calculated as the peak force value during the effort minus the baseline value recorded just before the beginning of contraction. Considering the significant differences between the two groups in age ($p < 0.001$) and parity ($p < 0.035$) at baseline, ANCOVAs were used to control for these confounding variables.

Results

The pad test results corroborated with the reported continence status in all women. Thus, 30 were continent and 59 were diagnosed with SUI. The mean ages were 31.9 years (± 5.5 SD) and 36.1 years (± 3.6 SD) for continent and incontinent women, respectively. Continent women had a mean parity of 1.7 (± 0.8 SD) while incontinent women had 2.1 (± 0.8 SD). Incontinent women had urinary leakages of 35.22 g (± 55.4 SD) following the standardized pad test. Table 1 shows the PFM function in continent and incontinent women.

Table 1 – PFM function

Conditions	Parameters	Mean (SD)		Significance
		Continent	SUI	
Passive force	Force (N)	2.3 (1.0)	1.1 (1.1)	p < 0.001
Maximal strength	Maximal force (N)	4.5 (2.3)	3.7 (1.8)	p= 0.229
Speed of contraction	Rate of force (N/s)	8.7 (4.5)	5.6 (3.9)	p= 0.012
	Number of contractions (count)	10.3 (3.9)	8.5 (3.0)	p= 0.011
	Maximal force (N)	4.1 (2.6)	3.0 (1.7)	p= 0.058
Endurance	Endurance area under the force curve (N*s)	129.1 (75.3)	81.3 (52.8)	p= 0.001
	Maximal force (N)	4.3 (2.0)	3.2 (1.6)	p= 0.028

Incontinent women demonstrated lower values in passive force, endurance (area under the curve) and speed of contraction (rate of force and number of contractions performed) than continent women ($p < 0.05$). Differences between the two groups for maximal force reach the statistically significant level only in the endurance condition.

Conclusions

The PFM function is impaired in incontinent women. Our results suggest that PFM assessments should not be limited to maximal strength. Other physiological parameters of the PFM significantly distinguish between continent and incontinent women. These measurements may prove useful for evaluating the efficacy of conservative treatment and define the underlying changes in PFM function following treatment.

References

1. DeLancey JOL. 1988. Structural aspect of urethrovesical function in the female. *Neurourology and Urodynamics* 7:509-7519.
2. DeLancey JO, Starr RA. 1990. Histology of the connection between the vagina and levator ani muscles. Implications for urinary tract function. *Journal of Reproductive Medicine* 35:765-71.
3. Reliability of dynamometric measurements of the pelvic floor musculature using the Montreal dynamometer. *Proceedings of the 2nd International Consultation on Incontinence, 2001; Paris.* p 48.

