



Disponible en ligne sur  
**SciVerse ScienceDirect**  
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France  
**EM|consulte**  
www.em-consulte.com



REVUE DE LA LITTÉRATURE

## Mécanismes d'action de la rééducation périnéale pour l'incontinence urinaire de la femme

Pelvic floor rehabilitation for female urinary incontinence: Mechanisms of action

X. Deffieux<sup>a,\*,b,c</sup>, S. Billecocq<sup>d</sup>, G. Demoulin<sup>b</sup>,  
A.-L. Rivain<sup>b</sup>, C. Trichot<sup>b</sup>, T. Thubert<sup>a,b,c</sup>

<sup>a</sup> Service de gynécologie-obstétrique et médecine de la reproduction, hôpital Antoine-Béclère, AP-HP, 157, rue de la Porte-de-Trivaux, 92140 Clamart, France

<sup>b</sup> Faculté de médecine, université Paris-Sud, 91405 Orsay, France

<sup>c</sup> UPMC, GRC 01, GREEN, groupe de recherche clinique en neurourologie, université Paris 06, 75020 Paris, France

<sup>d</sup> Cabinet de rééducation périnéale, 24-26, avenue Villemain, 75014 Paris, France

Reçu le 24 mars 2013 ; accepté le 3 avril 2013

### MOTS CLÉS

Incontinence urinaire ;  
Hyperactivité vésicale ;  
Incontinence urinaire à l'effort ;  
Reprogrammation mictionnelle ;  
Calendrier mictionnel ;  
Exercices du plancher pelvien ;  
Rééducation périnéale ;  
Physiothérapie ;  
Thérapies cognitivo-comportementales

### Résumé

**Objectif.** – Déterminer quels sont les mécanismes d'action prouvés de la rééducation périnéale dans le cadre de l'incontinence urinaire de la femme.

**Méthode.** – Revue de la littérature sur PubMed, Embase, Cochrane Database, utilisant les mots clés: *female*; *urinary incontinence*; *overactive bladder syndrome*; *stress urinary incontinence*; *bladder training*; *bladder diary*; *pelvic floor muscle training*; *pelvic floor rehabilitation*; *physiotherapy*; *cognitive therapies*. Sur 2906 articles (études animales ou anatomiques exclues), 66 articles ont été retenus.

**Résultats.** – Les études concernant les exercices de contraction volontaire des muscles pelvi-périnéaux ont montré une augmentation significative de la force de contraction de ces muscles et celle-ci était corrélée avec l'amélioration des scores d'incontinence urinaire et le pad-test (coefficient de corrélation  $r$  entre 0,23 et 0,34) pour les femmes ayant une incontinence urinaire à l'effort. Ces études n'ont pas observé d'augmentation de la pression de clôture urétrale maximum (PCUM), ni de correction de l'hypermobilité urétrale corrélée à l'amélioration de l'incontinence après les séances de rééducation. Les études concernant l'électrostimulation des muscles pelvi-périnéaux ont observé une augmentation de la force de contraction de ces muscles après rééducation et une diminution de l'intensité des contractions détrusoriennes, sans modification de la PCUM. Il existait très peu de données sur les mécanismes d'action précis du biofeedback et des thérapies cognitivo-comportementales.

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : xavier.deffieux@abc.aphp.fr (X. Deffieux).

**KEYWORDS**

Urinary incontinence;  
Overactive bladder syndrome;  
Stress urinary incontinence;  
Bladder training;  
Bladder diary;  
Pelvic floor muscle training;  
Pelvic floor rehabilitation;  
Physiotherapy;  
Cognitive therapies

*Conclusion.* – Dans les études ayant évalué objectivement les mécanismes d'action de la rééducation périnéale, il a été observé que les exercices de contraction volontaire des muscles pelvi-périnéaux et l'électrostimulation entraînaient une augmentation de leur force de contraction, sans modifier la PCUM.

© 2013 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

**Summary**

*Objective.* – To analyze the proven mechanisms of action of pelvic rehabilitation in women presenting with urinary incontinence.

*Methods.* – Review of literature (PubMed, Embase, Cochrane Database) using following keywords: female; urinary incontinence; overactive bladder syndrome; stress urinary incontinence; bladder training; bladder diary; pelvic floor muscle training; pelvic floor rehabilitation; physiotherapy; cognitive therapies. Among 2906 articles (animal and anatomical studies have been excluded); 66 have been selected because they focused on the evaluation of the pathophysiological mechanisms of pelvic floor rehabilitation concerning female urinary incontinence.

*Results.* – Studies on pelvic floor muscles training exercises showed a significant increase in the force of contraction of these muscles and it was correlated with improved scores of urinary incontinence and pad test (coefficient of correlation  $r$  ranged from 0.23 to 0.34) for women presenting with stress urinary incontinence. These studies have not observed an increase in the maximum urethral closure pressure (MUCP) or correction of urethral hypermobility related with the improvement of incontinence after rehabilitation sessions. Studies concerning pelvic floor stimulation observed an increase in the force of contraction of pelvic floor muscles after rehabilitation and a decrease in the intensity of detrusor contractions without changing the MUCP. There is very little data on the precise mechanisms of action of biofeedback and cognitive behavioral therapy.

*Conclusion.* – In studies that objectively evaluated the mechanisms of action of pelvic rehabilitation, it was observed that pelvic floor muscles voluntary exercises and electrostimulation resulted an increase in force of contraction of these muscles without changing the MUCP.

© 2013 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

**Introduction**

On distingue deux grands types d'incontinence urinaire de la femme: l'incontinence urinaire à l'effort (IUE) et l'incontinence urinaire sur urgenteries (hyperactivité vésicale [HAV]) [1,2]. Beaucoup de femmes rapportent également des fuites urinaires à l'effort associées à des fuites sur urgenteries (incontinence urinaire mixte). La continence urinaire de la femme implique de multiples facteurs musculaires (muscles striés du plancher pelvien et sphinctérien, musculature lisse du détroit et du col vésical), neurologiques (innervation afférente et efférente sous la dépendance de noyaux médullaires et du centre principal de la miction (formation ponto-mésencéphalique), aires cérébrales exerçant une influence facilitatrice ou inhibitrice sur le centre mictionnel) et mécaniques (mobilité cervico-urétrale et soutien urétral). La physiopathologie de l'incontinence urinaire est multifactorielle faisant intervenir de façon plus ou moins conjuguée une hyperpression abdominale, une hypermobilité cervico-urétrale, une insuffisance sphinctérienne et des dysfonctionnements neuromusculaires [3,4]. La physiopathologie de l'hyperactivité vésicale est elle-même complexe et variable d'une patiente à l'autre (hyperactivité détrosienne, dysfonctions cognitives, dysfonctionnements neurosensoriels du système nerveux central, mauvaise intégration des stimuli) et périphérique (traitement erroné des messages en particulier en provenance des mécanorécepteurs

(tenso-récepteurs) vésicaux) [5]. Le traitement non chirurgical de cette incontinence urinaire est donc souvent multimodal (réduction pondérale, anticholinergiques, estrogènes locaux et rééducation). La rééducation (au sens large) est le traitement de première intention de l'incontinence urinaire de la femme [6,7]. Cette rééducation est elle-même multimodale s'attaquant aux différents mécanismes potentiellement impliqués dans l'incontinence: réduction pondérale, techniques cognitivo-comportementales, exercices de contraction musculaire volontaire du plancher pelvien, biofeedback, électrostimulation... Il a été montré dans de nombreux essais randomisés et méta-analyses que ces différentes composantes de la rééducation, guidées par un thérapeute, sont efficaces pour diminuer l'importance des fuites urinaires et améliorer la qualité de vie des femmes [8–12]. S'il existe de nombreuses théories sous-tendant et justifiant la pratique de cette rééducation, en revanche, les raisons réelles pour lesquelles cette rééducation est efficace demeurent très mal étudiées. Notre objectif était de faire une revue de la littérature sur cette thématique afin de déterminer par quels mécanismes d'action, la rééducation s'avérait efficace dans le cadre de l'incontinence urinaire de la femme.

**Méthodologie**

Ce travail s'appuie sur une revue de la littérature (PubMed, Cochrane database, EMBASE) jusqu'en mars 2013

(langue française et anglo-saxonne), études animales ou anatomiques exclues. Mots clés utilisés: *female*; *urinary incontinence*; *overactive bladder syndrome*; *stress urinary incontinence*; *bladder training*; *bladder diary*; *pelvic floor muscle training*; *pelvic floor rehabilitation*; *physiotherapy*; *cognitive therapies*. Au total, 2906 articles abordent ces concepts. Nous avons sélectionné les 67 articles focalisés sur les mécanismes physiopathologiques de la rééducation périnéale pour l'incontinence urinaire de la femme.

Nous avons retenu principalement les études randomisées ayant exploré, parallèlement à l'effet thérapeutique, les modifications objectives de la physiologie musculaire (nous avons exclu les études évaluant les paramètres musculaires uniquement par le testing périnéal) et urodynamique après rééducation et qui ont tenté d'étudier s'il existait une corrélation entre ces modifications et l'amélioration des paramètres cliniques objectifs de l'incontinence. Les paramètres musculaires étudiés étaient quasiment uniquement la force de contraction musculaire et ceux urodynamiques étaient la pression de clôture urétrale maximum (PCUM), la sensibilité, compliance et capacité vésicale, l'activité détrusorienne et les paramètres de la débitmétrie. Les paramètres cliniques objectifs de l'incontinence qui ont été étudiés, étaient le nombre et le volume des fuites, leur fréquence et leur quantification (padtest, score de symptômes).

L'évaluation de la corrélation entre l'évolution de ces différents paramètres avant et après rééducation est cruciale car il ne suffit pas de montrer qu'un traitement A diminue les fuites en moyenne dans une population et que la PCUM est augmentée en moyenne dans cette même population; il faut aussi montrer qu'il existe une corrélation (évaluée par un coefficient de corrélation) entre la diminution des fuites et l'augmentation de la PCUM pour pouvoir conclure que le traitement A diminue les fuites par le biais d'une augmentation de la PCUM. Enfin il faut bien entendu que ce lien supposé soit sous-tendu par une logique physiopathologique elle-même fondée sur nos connaissances de la physiologie de la continence. Bien entendu, le caractère multifactoriel de l'incontinence et de la continence complique l'analyse des données expérimentales.

## Résultats

### Exercices de contraction volontaire des muscles du périnée

#### Effet sur la force de contraction des muscles pelvi-périnéaux

La première question qu'il faut se poser concerne la capacité de ces exercices de contraction volontaire à aboutir à une augmentation de la force de contraction des muscles pelvi-périnéaux («renforcement musculaire»). Ce point a été un des mieux étudiés dans la littérature. Cinq études prospectives ont mesuré de façon objective (manométrie ou dynamométrie) la force de contraction avant et après une série d'exercices de contraction volontaire des muscles pelvi-périnéaux. Ces études ont toutes montré une augmentation significative de la force de contraction de ces muscles après la série de séances d'exercices chez des femmes se

plaignant d'une incontinence urinaire à l'effort (y compris chez des nullipares sportives incontinentes) (Tableau 1) [13–17].

De surcroît, deux études ont montré qu'il existait une corrélation (certes faible car coefficient de corrélation  $r < 0,5$ ) entre l'augmentation de la force de contraction des muscles du plancher pelvien (évaluée par manométrie) et l'amélioration de l'incontinence (score d'incontinence urinaire et pad-test) (Tableau 2) [14,15].

Quand on la compare aux autres techniques de rééducation (électrostimulation, cônes), la technique des exercices de contraction volontaire est celle qui entraîne la plus grande augmentation de force de contraction des muscles périnéaux [13].

L'effet de ces exercices sur l'endurance des muscles serait également intéressant à évaluer mais pour l'instant aucune étude ne s'y est intéressée de façon objective (certaines études s'y sont intéressées mais l'évaluation de l'endurance était réalisée uniquement par le toucher vaginal [testing musculaire]).

#### Effet sur la mobilité cervico-urétrale

Une étude d'Elser et al. a observé que la mobilité cervico-urétrale (évaluée par le Q-tip test) n'était pas modifiée par une série de séances d'exercices de contraction volontaire des muscles du plancher pelvien (43 vs 41,  $p > 0,05$ ) alors que de façon concomitante, les paramètres de continence à l'effort étaient améliorés [18].

Une autre étude portant sur 23 femmes ayant eu une rééducation pendant quatre mois par des exercices de contraction volontaires des muscles pelvi-périnéaux a observé une amélioration de la force de contraction des muscles pelvi-périnéaux (évaluée par un périnéomètre) et une diminution des fuites urinaires aux efforts, mais sans modification de la mobilité cervico-urétrale [19].

Enfin, une étude de Balmforth et al. a montré que ce type d'exercices de contraction volontaire s'accompagnait d'une réduction de l'hypermobilité cervico-urétrale (mesurée par échographie), mais sans corrélation entre l'amélioration du pad test et l'amélioration de la mobilité cervico-urétrale, c'est-à-dire que ce n'étaient pas systématiquement les femmes qui avaient une amélioration de la mobilité cervico-urétrale qui voyaient leur incontinence s'améliorer [20].

Au total, il n'existe pas de preuve pour penser que la rééducation par exercices de contraction volontaire des muscles du plancher pelvien fonctionne grâce à une diminution de la mobilité cervico-urétrale.

#### Effet sur la pression de clôture urétrale maximum

Une des hypothèses concernant les mécanismes par lesquels la rééducation traite l'incontinence pourrait être une augmentation de la PCUM.

Cinq études ont mesuré la PCUM (par profilométrie urétrale) avant et après une série de séances de rééducation par des exercices de contraction volontaire des muscles pelvi-périnéaux chez des femmes ayant une IUE (Tableau 3) [18,21–24]. Aucune de ces études n'a montré de changement de la PCUM (ni de la longueur fonctionnelle urétrale) après des séries de séances de rééducation.

**Tableau 1** Études avec mesure de la force de contraction des muscles du plancher pelvien avant et après rééducation (femmes avec incontinence urinaire à l'effort). Les résultats ne sont pas comparables d'une étude à l'autre compte tenu de la disparité des appareils de mesure et de l'âge des femmes incluses dans chaque étude.

Auteurs, revues, années de publication, références	Type d'études	<i>n</i>	Méthode d'évaluation de la force de contraction	Évolution de la force de contraction maximum des muscles du plancher pelvien après plusieurs séances d'exercices de contraction volontaires
Theofrastous et al., <i>Neurourol Urodyn</i> , 2002 [14]	Randomisée	67	Manométrie	26,0 (±16,0) cm H <sub>2</sub> O après vs 22,2 (±14,4) cm H <sub>2</sub> O avant ( <i>p</i> = 0,0008)
Bø, <i>Neurourol Urodyn</i> , 2003 [15]	Randomisée	55	Manométrie	14,8 cm H <sub>2</sub> O (IC95 % : 8,9–20,7) chez répondeuses versus 5,0 cm H <sub>2</sub> O (IC95 % : 2,6–12,6) chez non répondeuses ( <i>p</i> = 0,03)
Bø et al., <i>BMJ</i> , 1999 [13]	Randomisée	25	Manométrie	11,0 cm H <sub>2</sub> O (IC95 % 7,7–14,3) avant versus 19,2 cm H <sub>2</sub> O (IC95 % 15,3–23,1) après
Dumoulin et al., <i>Arch Phys Med Rehabil</i> , 2010 [16]	Randomisée	57	Dynamomètre	<sup>b</sup>
Da Roza et al., <i>IJJ</i> , 2012 [17]	Prospective <sup>a</sup>	16	Manométrie	73,4 cm H <sub>2</sub> O ± 24,9 avant vs 89,8 cm H <sub>2</sub> O ± 19,1 après ( <i>p</i> = 0,043)

*n* : nombre de sujets de l'étude.

<sup>a</sup> Étude réalisée chez des jeunes femmes sportives nullipares incontinentes à l'effort.

<sup>b</sup> Augmentation de la force moyenne (statistiquement significative).

**Tableau 2** Études avec mesure de la force de contraction des muscles du plancher pelvien avant et après rééducation (femmes avec incontinence urinaire à l'effort) et étude de la corrélation entre cette augmentation de force et l'amélioration des paramètres de l'incontinence.

Auteurs, revues, années de publication, références	Type d'études	n	Méthode d'évaluation de la force de contraction	Méthode d'évaluation de l'incontinence	Corrélation entre l'amélioration de la force de contraction des muscles pelvi-périnéaux et l'amélioration de l'incontinence
Theofrastous et al., <i>Neurourol Urodyn</i> , 2002 [14]	Randomisée	67	Manométrie	Nombre de fuites	$r = 0,32$ ( $p = 0,04$ )
Bø, <i>Neurourol Urodyn</i> , 2003 [15]	Randomisée	55	Manométrie	Pad test	$r = 0,34$ ( $p < 0,01$ )
				Nombre de fuites	$r = 0,23$ ( $p = 0,05$ )

*n* : nombre de sujets de l'étude ; *r* : coefficient de corrélation.

### Effet sur la sensibilité vésicale et la contractilité détrusorienne

Notre expérience clinique nous a appris que les patients peuvent inhiber efficacement un besoin mictionnel en contractant leur périnée ou en croisant les jambes (contraction des adducteurs avec contraction concomitante réflexe des muscles périnéaux). Cette contraction des muscles du plancher pelvien destinée à inhiber le besoin sera maintenue jusqu'à disparition de l'urgenterie. Cette inhibition du besoin permet au patient de différer l'envie, le temps du trajet aux toilettes ou d'obtenir temporairement la disparition du besoin.

Il existe en fait peu d'études objectives sur l'inhibition du réflexe mictionnel (voie afférente du réflexe mictionnel) par les exercices de contraction volontaire des muscles du plancher pelvien. Shafik et Shafik ont réalisé une étude expérimentale chez 28 sujets en réalisant deux remplissages successifs au cours d'une cystomanométrie et en demandant aux sujets de faire des exercices de contraction volontaires des muscles pelvi-périnéaux (pendant dix secondes) entre les deux remplissages [25]. Ils ont déterminé le volume de

remplissage à partir duquel une contraction détrusorienne se déclenchait. Ils ont observé que ces exercices entraînaient une diminution significative de la pression vésicale (de 10 cm H<sub>2</sub>O) et un retard de déclenchement de la contraction détrusorienne lors du deuxième remplissage.

### Biofeedback

Le principe du biofeedback est de placer une sonde vaginale « réceptrice » qui enregistre globalement l'activité électromyographique péri-vaginale (donc essentiellement celle des faisceaux pubococcygien et iliococcygien du muscle levator ani) et de demander à la patiente de réaliser des exercices de contraction volontaires de ces muscles périvaginux (efforts de retenu, de serrage ou d'ascension). La femme pourra ainsi visualiser l'intensité de sa contraction. Ces exercices sont censés améliorer la prise de conscience (proprioception) vis-à-vis de ces muscles pelvi-périnéaux, améliorer la qualité de la relaxation ainsi que le maintien de la contraction (endurance). Si une méta-analyse a conclu à l'efficacité du biofeedback pour diminuer le

**Tableau 3** Études avec mesure de la force de la pression de clôture urétrale maximum avant et après rééducation par exercices de contraction volontaire des muscles pelvi-périnéaux.

Auteurs, revues, années de publication, références	n	PCUM (après versus avant rééducation)	LFU
Kuo, <i>J Formose Med Assoc</i> , 2003 [22]	40	Inchangée	Inchangée
Tchou et al., <i>Phys Ther</i> , 1988 [21]	13	48 vs 51 cm H <sub>2</sub> O (NS)	2,6 vs 2,5 cm (NS)
Zahariou et al., <i>Urol Int</i> , 2008 [24]	50	Inchangée	Inchangée
Moreno et al., <i>Clin Exp Obstet Gynecol</i> , 2004 [23]	27	Inchangée	Inchangée
Elser et al., <i>Neurourol Urodyn</i> , 1999 [18]	90	35 vs 36 cm H <sub>2</sub> O (NS)	2,1 vs 2,3 cm (NS)

LFU : longueur fonctionnelle urétrale ; n : nombre de sujets de l'étude ; PCUM : pression de clôture urétrale maximum ; NS : non significatif.

nombre d'épisodes de fuites urinaires [26], nous n'avons retrouvé aucune étude ayant évalué de façon objective les mécanismes par lesquels fonctionne ce biofeedback. De façon isolée, elle ne semble pas en tout cas améliorer la force de contraction des muscles du plancher pelvien [27].

## Électrostimulation pelvi-périnéale

### Principes généraux

Une des principales limites à la réalisation des exercices de contraction des muscles du plancher pelvien est l'incapacité de les contracter volontairement par absence ou mauvaise proprioception, hypertonie ou inversion de commande, lésions musculaires (amyotrophie levatorienne post-accouchement) ou lésions neurologiques périphériques (pathologie neurologique périphérique ou neuropathie d'étirement par périnée descendant). On imagine donc les bénéfices potentiels (au moins hypothétiques) d'une électrostimulation pouvant déclencher une contraction involontaire.

L'électrostimulation est l'application d'un courant électrique sur un groupe musculaire d'une zone du corps humain. Les impulsions électriques sont générées par un générateur externe et transmises par des électrodes de surface ou endocavitaires. Au niveau périnéal, en raison de la proximité des faisceaux musculaires et des diverses fibres nerveuses présentes, l'électrostimulation doit être envisagée comme une stimulation globale car, en pratique clinique, il est impossible de stimuler un nerf ou un faisceau musculaire de façon isolée. Les mécanismes par lesquels agit l'électrostimulation sur la vessie et les muscles du plancher pelvien sont donc complexes à étudier car les courants électriques délivrés stimulent à la fois directement des fibres musculaires, des fibres motrices efférentes et des fibres sensibles afférentes.

Expérimentalement, l'électrostimulation neuromusculaire entraîne une hypertrophie des fibres musculaires, une transformation de fibres à contraction rapides en fibres à contraction lente et une modification des potentiels membranaires et elle favorise les bourgeonnements axonaux. Cela peut théoriquement entraîner une amélioration des transmissions synaptiques, une dépolarisation des afférences, une amélioration de la modulation centrale des afférences et une augmentation de la capacité vésicale [28,29].

Diverses hypothèses ont par ailleurs été émises pour expliquer le mécanisme d'action de cette contraction involontaire des muscles pelvi-périnéaux sur le fonctionnement vésico-sphinctérien. Une des hypothèses est que l'électrostimulation stimule des afférences pudendales, ce qui va activer des efférences hypogastriques inhibitrices. Certains auteurs ont même évoqué l'hypothèse que la contraction des muscles du plancher pelvien aurait également un effet sur le système nerveux central par une boucle inhibitrice [30].

### Effet sur la force de contraction des muscles pelvi-périnéaux

Deux études prospectives ont montré que la réalisation de séances d'électrostimulation périnéale entraînait une augmentation de la force de contraction des muscles pelvi-périnéaux (évaluée par manométrie) [13,31].

### Effet sur la sensibilité vésicale et la contractilité détrusorienne

Le rationnel pouvant expliquer l'efficacité des exercices de contraction musculaire sur l'hyperactivité vésicale est issu de l'expérimentation de l'électrostimulation de ces mêmes groupes musculaires pelvi-périnéaux. Godec et al. ont montré en 1975 que l'électrostimulation périnéale (20 Hz) inhibait la contraction détrusorienne lors de la cystomanométrie [32], probablement par inhibition du réflexe sacré (inhibition de la voie parasympathique excitatrice) [33]. Il a été montré que l'effet inhibiteur de cette contraction périnéale était temporaire: la contraction détrusorienne réapparaît quelques minutes après l'arrêt de l'électrostimulation pelvi-périnéale [30].

Il a été montré expérimentalement que l'électrostimulation des muscles du plancher pelvien, du sphincter urétral et du sphincter anal externe inhibe et diminue les contractions détrusorienne et diminue la fréquence des mictions [34–37].

Récemment, Kajbafzadeh et al. ont montré que l'électrostimulation interférentielle (appliquée globalement sur le pelvis [électrodes en avant de la symphyse pubienne et électrodes sur les ischions]) permettait de diminuer l'intensité des contractions détrusorienne observées en cystomanométrie chez des sujets présentant une hyperactivité détrusorienne d'origine neurologique [38]. Dans cette étude, l'électrostimulation augmentait également la capacité vésicale et sa compliance et diminuait la dyssynergie vésico-sphinctérienne.

Nissenkorn et De Jong ont implanté une électrode d'électrostimulation latéralement au sphincter urétral chez des femmes présentant un syndrome d'hyperactivité vésicale [39]. Dans cette étude, la capacité vésicale était significativement augmentée après électrostimulation, mais de façon modérée (180 mL après versus 130 mL avant électrostimulation,  $p < 0,05$ ). Il s'agissait d'une électrostimulation intermittente (alternance de phases de stimulation de cinq secondes et de phases de pause de 15 secondes, avec un seuil de stimulation inférieur à la sensation).

Les études ont montré une efficacité de l'électrostimulation périnéale dans l'hyperactivité vésicale dès lors que la fréquence de stimulation est comprise entre 10 et 20 Hz (basse fréquence), que l'ampérage est faible (contrairement à l'électrostimulation pour incontinence urinaire à l'effort) et que les séances sont intensives (une à deux séances quotidiennes de 20 minutes pendant 12 semaines) ce qui nécessite une motivation importante des patients. Chez la femme, l'électrostimulation intra-vaginale semble plus efficace que la stimulation par voie transcutanée.

Deux études ont observé que la réalisation de séances d'électrostimulation périnéale s'accompagnait d'une augmentation du délai du premier besoin mictionnel (B1) au cours d'une cystomanométrie [35,40].

### Effet sur la pression de clôture urétrale maximum

Deux études ont montré que la PCUM et la longueur fonctionnelle urétrale n'étaient pas modifiées après des séances d'électrostimulation périnéale [35,40].

Au total, l'électrostimulation périnéale agit donc par plusieurs mécanismes. Par ailleurs, le courant induit une contraction involontaire des muscles du plancher pelvien

(augmentation de la force de contraction des muscles pelvi-périnéaux) et une dépolarisation des afférences (inhibition de la contraction détrusorienne, augmentation du délai du premier besoin).

### Apprentissage d'une pré-contraction périnéale volontaire (*knacking*)

Il a été montré que la toux entraînait une contraction réflexe des muscles pelvi-périnéaux (levator ani, sphincter anal et urétral) et une augmentation de la pression urétrale [41]. Il a également été montré que l'augmentation de la pression urétrale précède l'augmentation de pression abdominale de 250 ms [42,43]. Il semble donc exister une « pré-contraction » réflexe des muscles pelvi-périnéaux qui débute avant même l'initiation de la toux. Une étude a observé que les femmes ayant une IUE semblaient avoir une latence accrue de la contraction pelvi-périnéale (enregistrements électromyographiques au niveau du sphincter anal externe) par rapport à l'initiation de la toux (enregistrement électromyographique des muscles intercostaux externes), en comparaison à des femmes volontaires n'ayant pas d'incontinence urinaire [44]. Il est donc fait l'hypothèse que, chez certaines femmes, un défaut d'activation des muscles périnéaux (« retard » de la pré-contraction pelvi-périnéale) pourrait participer à la physiopathologie de l'IUE. Madill et al. ont également montré que les fuites urinaires chez les femmes ayant une IUE pourraient être plus liées à un retard d'activation de la contraction des muscles pelvi-périnéaux, qu'à un défaut de force de contraction [45].

Il est possible d'enseigner une pré-contraction périnéale aux femmes ayant une IUE (apprentissage du verrouillage à la toux) : on leur apprend à contracter les muscles périnéaux (et pas les muscles abdominaux) juste avant de produire leur effort générant une hyperpression abdominale (effort de toux par exemple ou soulèvement de charge) et de maintenir cette contraction pendant la durée de l'effort. Le thérapeute espère non seulement que cette précontraction volontaire soit utilisée par la patiente, mais aussi que, progressivement, cette précontraction soit intégrée et qu'elle devienne (ou redevienne...) un phénomène réflexe.

L'équipe de DeLancey a beaucoup étudié cette contraction périnéale préparatoire à l'effort (*knacking*) [46,47]. Leur hypothèse est que cette pré-contraction périnéale avant un effort conduirait à une rigidification du soutien urétral facilitant l'occlusion urétrale lorsque l'effort surviendra. Cela n'est qu'une hypothèse qui n'a pas été vérifiée expérimentalement jusqu'à présent.

Dans un essai randomisé, il a été montré que l'apprentissage de cette pré-contraction (*knack* ou *counterbracing*) s'accompagnait d'une diminution significative des fuites urinaires (mesurée par un paper towel test) de l'ordre de 70% [46].

Une étude chez des volontaires comportant des enregistrements électromyographiques pelvi-périnéaux et des échographies pelvi-périnéales, a observé une réduction significative de la descente du col vésical dans le groupe « pré-contraction » par rapport au groupe « sans pré-contraction » [48]. Toutefois, une autre étude a montré qu'il n'existait pas de corrélation entre la diminution de descente du col vésical et le volume des fuites urinaires ( $r = -0,03$ ) [47].

Concernant l'effet hypothétique de cette pré-contraction sur la pression urétrale (effet théoriquement immédiat et fugace), une étude prospective portant sur 300 patientes a étudié l'effet de cette pré-contraction des muscles pelvi-périnéaux sur la PCUM « instantanée » [49]. Cette étude a observé une augmentation significative de la PCUM au moment de cette pré-contraction (36 vs 42 cm H<sub>2</sub>O,  $p = 0,001$ ). Toutefois, 20% des femmes voyaient leur PCUM diminuer lors de cette manœuvre.

### Thérapies cognitivo-comportementales (TCC)

De même que le contrôle volontaire de la miction est le résultat d'un apprentissage cognitif (intégration corticale d'une fonction végétative soumise à des messages sensoriels), les preuves d'une participation cognitive au syndrome d'HAV sont nombreuses (urgentes à l'audition d'eau qui coule ou lors de l'arrivée au domicile, syndrome clé-porte ou « du paillason » alors que la vessie est peu remplie). De manière équivalente à ce qui est observé pour les médicaments de l'HAV qui agissent sur les voies afférentes et efférentes du réflexe mictionnel, les différentes techniques de rééducation ont des cibles multiples : une action sur la voie afférente du réflexe mictionnel (inhibition du réflexe mictionnel par contraction volontaire des muscles périnéaux) et une action sur l'intégration cognitive du besoin mictionnel (techniques de TCC). Des essais randomisés ont montré que les TCC sont plus efficaces que l'absence de traitement, entraînant une amélioration des symptômes de pollakiurie (augmentation de la capacité vésicale fonctionnelle), nycturie et urgenterie [50–53]. L'efficacité des TCC n'est pas significativement différente de celle des techniques de rééducation comportant des exercices de contraction musculaire du plancher pelvien [53,54] et des anticholinergiques [55]. La réapparition des symptômes à l'arrêt du traitement serait peut-être même moins fréquente après TCC.

Les mécanismes d'action des TCC ont été assez peu étudiés de façon objective car jusqu'à présent, les outils manquaient pour les évaluer.

Les thérapies cognitivo-comportementales n'ont rien de commun avec une approche psychanalytique qui se focalise sur l'inconscient. Au cours des séances de TCC, le thérapeute écoute le patient, mais il lui apporte aussi une analyse de ses symptômes et de son comportement et il lui propose une modification de ce comportement, des exercices de relaxation, des jeux de rôle et des techniques d'autocontrôle émotionnel. Les séances débutent par une évaluation de la gêne et des troubles du comportement qui peuvent participer à la majoration des symptômes. Le thérapeute recherchera en priorité un trouble du comportement alimentaire cause d'un surpoids facteur d'incontinence mais aussi un défaut d'environnement aggravant les symptômes de l'hyperactivité vésicale. En particulier, il explorera l'accès aux toilettes au domicile et au travail, les habitudes vestimentaires et les capacités générales de mobilité qui peuvent avoir un impact important chez la personne âgée. En effet, des urgentes avec un délai de sécurité de cinq minutes peuvent être très bien tolérées par une femme jeune qui pourra rapidement se rendre aux toilettes et se dévêtir, alors qu'elles s'accompagneront obligatoirement

de fuites urinaires chez une femme âgée handicapée à la marche et trop habillée (jupe, jupon, collants, culotte).

### Approche cognitivo-comportementale

Après cette évaluation vient la thérapeutique. L'objectif de des TCC est une modification des comportements inadaptés, une meilleure inhibition corticale sur la perception du besoin (conscientisation des capacités de réserve de la vessie) et une meilleure modulation de l'information afférente. Le thérapeute va énumérer les troubles comportementaux observés, proposer des corrections et des techniques de relaxation. Les comportements inadéquats que l'on souhaite corriger (se précipiter aux toilettes en arrivant au domicile, mictions fréquentes de précaution, boissons trop abondantes...) ont été progressivement acquis par le patient lors de situations particulières. Le thérapeute va déconstruire ce comportement inadéquat et il va lui substituer un nouveau comportement adapté c'est-à-dire permettant au patient d'être moins gêné. Par ailleurs, le thérapeute va chercher à faire prendre conscience au patient de son dialogue intérieur (analyse des schémas de pensée) qui précède son comportement inadéquat, par exemple, le fait de penser qu'il faut se précipiter aux toilettes ou le fait de penser qu'il faut préventivement aller souvent aux toilettes. Les séances de TCC comporteront des pratiques de déconditionnement en présence du thérapeute. Le patient sera exposé à la situation qui déclenche le comportement anormal. Le thérapeute lui indique alors quel devrait être le bon comportement face à la situation (processus d'imitation) afin que celui-ci mette en jeu des mécanismes inhibiteurs centraux de contrôle du fonctionnement vésical. Les moyens qui lui seront enseignés pour faire face à une urgenterie sans se précipiter aux toilettes sont la relaxation, distraire son attention ou effectuer une contraction périnéale (rétrocontrôle inhibiteur).

Parallèlement à ces séances en présence du thérapeute, la patiente devra s'exercer au quotidien en tenant un catalogue mictionnel (en notant les volumes mictionnels), ce qui permettra d'évaluer ses progrès (feedback). En cas de pollakiurie, l'objectif est d'augmenter l'intervalle entre chaque miction ; l'augmentation des volumes mictionnels (rééducation de la sensibilité vésicale) à intervalles de plus en plus longs sera la preuve de l'efficacité de la thérapie et la récompense du patient. En cas de fuites sur urgenteries, il faudra tenter de réguler les apports hydriques et de prévenir les fuites en vidant volontairement préventivement la vessie avant l'heure de survenue habituelle des fuites. Les deux objectifs peuvent donc être contradictoires et il faudra donc parfois privilégier l'un ou l'autre en fonction de la gêne principale rapportée.

Il n'existe malheureusement pas de travaux expérimentaux publiés ayant tenté d'objectiver les mécanismes d'action de ces TCC. Les mécanismes de contrôle centraux et cognitifs impliqués dans la continence sont connus, au moins partiellement. Les noyaux médullaires contrôlant la musculature lisse (détrusor et col) sont situés dans la région lombo-sacrée. Le noyau spinal sympathique (inhibiteur) est situé dans la colonne intermédiolaterale de la substance grise entre D10 et L2 [56]. Le noyau parasympathique (excitateur) spinal est situé dans la même colonne au niveau des segments S2–S4. Les innervations afférente et efférente

sont sous la dépendance de ces centres médullaires. Le centre principal de la miction est situé au niveau de la formation ponto-mésencéphalique. Ce centre joue un rôle de contrôle facilitateur et inhibiteur sur les noyaux médullaires de la miction par des fibres descendantes. Plusieurs autres zones dans le cerveau, spécialement le cortex frontal, l'hypothalamus, le cervelet, les noyaux gris centraux et le système limbique, exercent une influence facilitatrice ou inhibitrice sur le centre mictionnel ponto-mésencéphalique. Toutefois, il n'a pas encore été réalisé d'IRM cérébrale fonctionnelle avant et après TCC pour déterminer si cette technique de rééducation modifie les circuits d'activation cérébrale dévolus à la continence.

### Discussion

Au total, on peut donc conclure que les exercices de contraction volontaire du périnée et l'électrostimulation augmentent la force de contraction des muscles pelvi-périnéaux et que cette augmentation de force de contraction est corrélée à l'amélioration des paramètres objectifs de l'incontinence. Toutefois, il n'a pas été montré par quel biais cette augmentation de force de contraction était efficace sur la continence : est-ce un meilleur soutien urétral à l'effort ? Une meilleure coordination de la mise en tension des muscles et tissus de soutien juste avant ou pendant un effort ? Les études se sont pour l'instant arrêtées à la constatation de cette augmentation de la force de contraction sans aller plus avant dans l'analyse de ses conséquences réelles. Pourtant, il est contradictoire d'observer que certains états ont montré qu'il n'y avait pas de différence de force de contraction des muscles pelvi-périnéaux entre des groupes de femmes continentes et incontinentes mais plutôt des différences en termes de coordination de la réponse réflexe périnéale [45].

La rééducation est une prise en charge globale multimodale. Dans les études ayant évalué objectivement les mécanismes d'action de la rééducation périnéale, il a été observé que les exercices de contraction volontaire des muscles pelvi-périnéaux entraînaient une augmentation de leur force de contraction, sans modifier la PCUM. Il a aussi été observé que les séances d'électrostimulation pelvi-périnéale amélioraient la force de contraction de ces muscles, allongeaient le délai du B1, inhibaient la contraction détrusorienne mais ne modifiaient pas la PCUM.

En pratique, on peut conseiller pour une IUE une rééducation par des exercices de contraction volontaire sous contrôle du thérapeute, éventuellement associé à du biofeedback (en cas de troubles de la proprioception périnéale) et à une électrostimulation (en cas de défaut de la contraction volontaire en début de rééducation). Pour une incontinence urinaire sur urgenteries (HAV), l'association d'une prise en charge cognitivo-comportementale, d'exercices de contraction volontaire sous contrôle du thérapeute et d'une électrostimulation semble la plus logique. Pour une IUM, l'association de ces différentes techniques semble la plus légitime.

D'autres éléments de la rééducation comme la correction des troubles du comportement alimentaire sont tout aussi importants, même s'ils ne concernent pas directement le périnée.



La correction du comportement alimentaire comportera un programme de réduction pondérale en cas de surpoids et une diminution de la consommation de liquides (en cas de polydipsie), de tabac et de caféine. En cas d'obésité, la réduction pondérale a prouvé qu'elle entraîne une diminution du nombre d'épisodes de fuite et du volume des fuites [57]. La réduction pondérale chez l'obèse diminue surtout significativement l'IUE [57]. Il a été montré une corrélation entre la réduction pondérale (diminution de l'IMC) et la diminution des épisodes de fuites urinaires à l'effort, avec une réversibilité, c'est-à-dire que dans les cas de reprise pondérale on observait une réaugmentation des fuites urinaires [58–61]. En revanche, il n'a pas été étudié de façon objective si la diminution des fuites urinaires lors de l'amaigrissement était corrélée à une diminution de la pression abdominale ou vésicale. Le mécanisme par lequel la réduction pondérale corrige l'incontinence urinaire n'est probablement pas lié uniquement à un simple effet mécanique de diminution de la pression intra-abdominale. En effet, l'incontinence urinaire de la femme obèse est multifactorielle et elle met en jeu, en plus des mécanismes habituellement évoqués chez la femme non obèse, une augmentation de la pression intra-abdominale et vésicale, une altération des fibres musculaires et nerveuses du périnée (neuropathie), un défaut du réflexe inhibiteur sur la contraction détrochantière (mutation du récepteur b3-adrénérique [sensibilité à l'insuline]), et un défaut de relaxation du muscle vésical (graisse péri-vésicale siège d'une réaction inflammatoire chronique) [62–67].

La consommation de tabac semble aggraver l'incontinence urinaire, mais les données sont contradictoires. Une consommation de caféine (psychotrope alcaloïde contenue dans le thé et le café) de plus de 100 mg/j, augmenterait la prévalence des symptômes d'hyperactivité vésicale. Il a été montré que la diminution de consommation de café améliore la pollakiurie et la fréquence des épisodes d'incontinence, mais sans étude précise des mécanismes physiopathologiques mis en jeu [68].

Le rôle de la rééducation des troubles de la statique rachidienne demeure très discuté. S'il existe quelques données semblant montrer une relation entre la statique rachidienne et le prolapsus génital [69–71], il n'existe aucune étude contrôlée ayant montré qu'une rééducation de la posture avait un impact sur la continence ou le prolapsus.

## Conclusion

Dans les études ayant évalué objectivement les mécanismes d'action de la rééducation périnéale, il a été observé que les exercices de contraction volontaire des muscles pelvi-périnéaux entraînaient une augmentation de leur force de contraction, sans modifier la PCUM. Il a aussi été observé que les séances d'électrostimulation pelvi-périnéale amélioraient la force de contraction de ces muscles, allongeaient le délai du B1, inhibaient la contraction détrochantière mais ne modifiaient pas la PCUM.

## Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

## Références

- [1] Haylen BT, de Ridder D, Freeman RM, Swift SE, Berghmans B, Lee J, et al. An International Urogynecological Association (IUGA)/International Continence Society (ICS) joint report on the terminology for female pelvic floor dysfunction. *Neurourol Urodyn* 2010;29:4–20.
- [2] Haab F, Amarenco G, Coloby P, Grise P, Jacquetin B, Labat JJ, et al. Terminology of lower urinary tract dysfunction: French adaptation of the terminology of the International Continence Society. *Prog Urol* 2004;14:1103–11.
- [3] Deffieux X, Hubeaux K, Amarenco G. Female urinary stress incontinence: analysis of pathophysiological hypothesis. *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris)* 2008;37:186–96.
- [4] Delancey J. What causes stress incontinence: fallacies, fascias and facts. *Can Urol Assoc J* 2012;6(5 Suppl. 2):S114–5.
- [5] Banakhar MA, Al-Shaiji TF, Hassouna MM. Pathophysiology of overactive bladder. *Int Urogynecol J* 2012;23:975–82.
- [6] Fritel X, Fauconnier A, Bader G, Cosson M, Debodinance P, Deffieux X, et al. Diagnosis and management of adult female stress urinary incontinence: guidelines for clinical practice from the French College of Gynaecologists and Obstetricians. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2010;151:14–9.
- [7] Hermieu JF, Denys P, Fritel X. Critical review of guidelines for female urinary incontinence diagnosis and treatment. *Prog Urol* 2012;22:636–43.
- [8] Hay-Smith EJ, Herderschee R, Dumoulin C, Herbison GP. Comparisons of approaches to pelvic floor muscle training for urinary incontinence in women. *Cochrane Database Syst Rev* 2011;12:CD009508.
- [9] Hagen S, Stark D. Conservative prevention and management of pelvic organ prolapse in women. *Cochrane Database Syst Rev* 2011;10:CD003882.
- [10] Lipp A, Shaw C, Glavind K. Mechanical devices for urinary incontinence in women. *Cochrane Database Syst Rev* 2011;7:CD001756.
- [11] Dumoulin C, Glazener C, Jenkinson D. Determining the optimal pelvic floor muscle training regimen for women with stress urinary incontinence. *Neurourol Urodyn* 2011;30(5):746–53.
- [12] Boyle R, Hay-Smith EJ, Cody JD, Mørkved S. Pelvic floor muscle training for prevention and treatment of urinary and faecal incontinence in antenatal and postnatal women. *Cochrane Database Syst Rev* 2012;10:CD007471.
- [13] Bø K, Talseth T, Holme I. Single blind, randomised controlled trial of pelvic floor exercises, electrical stimulation, vaginal cones, and no treatment in management of genuine stress incontinence in women. *BMJ* 1999;318:487–93.
- [14] Theofrastous JP, Wyman JF, Bump RC, McClish DK, Elser DM, Bland DR, et al. Effects of pelvic floor muscle training on strength and predictors of response in the treatment of urinary incontinence. *Neurourol Urodyn* 2002;21:486–90.
- [15] Bø K. Pelvic floor muscle strength and response to pelvic floor muscle training for stress urinary incontinence. *Neurourol Urodyn* 2003;22:654–8.
- [16] Dumoulin C, Bourbonnais D, Morin M, Gravel D, Lemieux MC. Predictors of success for physiotherapy treatment in women with persistent postpartum stress urinary incontinence. *Arch Phys Med Rehabil* 2010;91:1059–63.
- [17] Da Roza T, de Araujo MP, Viana R, Viana S, Jorge RN, Bø K, et al. Pelvic floor muscle training to improve urinary incontinence in young, nulliparous sport students: a pilot study. *Int Urogynecol J* 2012;23:1069–73.
- [18] Elser DM, Wyman JF, McClish DK, Robinson D, Fantl JA, Bump RC, et al. The effect of bladder training, pelvic floor muscle training, or combination training on urodynamic parameters in women with urinary incontinence. *Neurourol Urodyn* 1999;18:427–36.

- [19] Hung HC, Hsiao SM, Chih SY, Lin HH, Tsao JY. Effect of pelvic-floor muscle strengthening on bladder neck mobility: a clinical trial. *Phys Ther* 2011;91:1030–8.
- [20] Balmforth JR, Mantle J, Bidmead J, Cardozo L. A prospective observational trial of pelvic floor muscle training for female stress urinary incontinence. *BJU Int* 2006;98:811–7.
- [21] Tchou DCH, Adams C, Varner RE, Denton B. Pelvic-floor musculature exercises in treatment of anatomical urinary stress incontinence. *Phys Ther* 1988;68:652–5.
- [22] Kuo HC. Videourodynamic results in stress urinary incontinence patients after pelvic floor muscle training. *J Formos Med Assoc* 2003;102:23–9.
- [23] Moreno AL, Benitez CM, Castro RA, Girão MJ, Baracat EC, de Lima GR. Urodynamic alterations after pelvic floor exercises for treatment of stress urinary incontinence in women. *Clin Exp Obstet Gynecol* 2004;31:194–6.
- [24] Zahariou A, Karamouti M, Georgantzis D, Papaioannou P. Are there any UPP changes in women with stress urinary incontinence after pelvic floor muscle exercises? *Urol Int* 2008;80:270–4.
- [25] Shafik A, Shafik IA. Overactive bladder inhibition in response to pelvic floor muscle exercises. *World J Urol* 2003;20:374–7.
- [26] Herderschee R, Hay-Smith EC, Herbison GP, Roovers JP, Heinenman MJ. Feedback or biofeedback to augment pelvic floor muscle training for urinary incontinence in women: shortened version of a Cochrane systematic review. *Neurourol Urodyn* 2013;32:325–9.
- [27] Fitz FF, Resende AP, Stüpp L, Sartori MG, Girão MJ, Castro RA. Biofeedback for the treatment of female pelvic floor muscle dysfunction: a systematic review and meta-analysis. *Int Urogynecol J* 2012;23:1495–516.
- [28] Messelink EJ. The overactive bladder and the role of the pelvic floor muscles. *BJU Int* 1999;83(Suppl. 2):31–5.
- [29] Walsh IK, Thompson T, Loughridge WG, Johnston SR, Keane PF, Stone AR. Non-invasive antidiromic neurostimulation: a simple effective method for improving bladder storage. *Neurourol Urodyn* 2001;20:73–84.
- [30] Sato M, Mizuno N, Konishi A. Localization of motoneurons innervating perineal muscles: a HRP study in cat. *Brain Res* 1978;140:149–54.
- [31] Amaro JL, Moreira EC, De Oliveira Orsi Gameiro M, Padovani CR. Pelvic floor muscle evaluation in incontinent patients. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 2005;16:352–4.
- [32] Godec C, Cass AS, Ayala GF. Bladder inhibition with functional electrical stimulation. *Urology* 1975;6:663–6.
- [33] de Groat WC, Ryall RW. Reflexes to sacral parasympathetic neurones concerned with micturition in the cat. *J Physiol* 1969;200:87–108.
- [34] Eriksen BC, Mjølnærød OK. Changes in urodynamic measurements after successful anal electrostimulation in female urinary incontinence. *Br J Urol* 1987;59:45–9.
- [35] Esa A, Kiyamoto H, Sugiyama T, Park YC, Kaneko S, Kurita T. Functional electrical stimulation in the management of incontinence: studies of urodynamics. *Int Urol Nephrol* 1991;23:135–41.
- [36] Laycock J, Plevnik S, Senn E. Electrical stimulation. In: Schüssler B, Laycock J, Norton P, Stanton S, editors. *Pelvic floor reeducation: principles and practice*. London: Springer Verlag; 1994. p. 143–56.
- [37] Shafik A. A study of the continence mechanism of the external urethral sphincter with identification of the voluntary urinary inhibition reflex. *J Urol* 1999;162:1967–71.
- [38] Kajbafzadeh AM, Sharifi-Rad L, Baradaran N, Nejat F. Effect of pelvic floor interferential electrostimulation on urodynamic parameters and incontinency of children with myelomeningocele and detrusor overactivity. *Urology* 2009;74:324–9.
- [39] Nissenkorn I, De Jong PR. A novel surgical technique for implanting a new electrostimulation system for treating female overactive bladder: a preliminary report. *BJU Int* 2005;95:1253–8.
- [40] Castro RA, Girão MJ, Arruda RM, Takano CC, Sartori MG, Martins SR, et al. Does electrical stimulation of the pelvic floor make any change in urodynamic parameters? When to expect a cure and improvement in women with stress urinary incontinence? *Clin Exp Obstet Gynecol* 2004;31:274–8.
- [41] Parks AG, Porter NH, Melzak J. Experimental study of the reflex mechanism controlling the muscle of the pelvic floor. *Dis Colon Rectum* 1962;5:407–14.
- [42] Constantinou CE, Govan DE. Spatial distribution and timing of transmitted and reflexly generated urethral pressures in healthy women. *J Urol* 1982;127:964–9.
- [43] van der Kooij JB, van Wanroy PJ, De Jonge MC, Kornelis JA. Time separation between cough pulses in bladder, rectum and urethra in women. *J Urol* 1984;132:1275–8.
- [44] Deffieux X, Hubeaux K, Porcher R, Ismael SS, Raibaut P, Amarengo G. External intercostal muscles and external anal sphincter electromyographic activity during coughing. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 2008;19:521–4.
- [45] Madill SJ, Harvey MA, McLean L. Women with stress urinary incontinence demonstrate motor control differences during coughing. *J Electromyogr Kinesiol* 2010;20:804–12.
- [46] Miller JM, Ashton-Miller JA, DeLancey JO. A pelvic muscle precontraction can reduce cough-related urine loss in selected women with mild SUI. *J Am Geriatr Soc* 1998;46:870–4.
- [47] Miller JM, Sampsel C, Ashton-Miller J, Hong GR, DeLancey JO. Clarification and confirmation of the Knack maneuver: the effect of volitional pelvic floor muscle contraction to preempt expected stress incontinence. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 2008;19:773–82.
- [48] Peschers UM, Vodušek DB, Fanger G, Schaer GN, DeLancey JO, Schuessler B. Pelvic muscle activity in nulliparous volunteers. *Neurourol Urodyn* 2001;20(3):269–75.
- [49] Dietz HP, Shek KL. Levator function and voluntary augmentation of maximum urethral closure pressure. *Int Urogynecol J* 2012;23:1035–40.
- [50] Jarvis GJ, Millar DR. Controlled trial of bladder drill for detrusor instability. *Br Med J* 1980;281:1322–3.
- [51] Fantl JA, Wyman JF, McClish DK, Harkins SW, Elswick RK, Taylor JR, et al. Efficacy of bladder training in older women with urinary incontinence. *JAMA* 1991;265:609–13.
- [52] Mattiasson A, Blaakaer J, Høye K, Wein AJ, Tolterodine Scandinavian Study Group. Simplified bladder training augments the effectiveness of tolterodine in patients with an overactive bladder. *BJU Int* 2003;91:54–60.
- [53] Yoon HS, Song HH, Ro YJ. A comparison of effectiveness of bladder training and pelvic muscle exercise on female urinary incontinence. *Int J Nurs Stud* 2003;40:45–50.
- [54] Wyman JF, Fantl JA, McClish DK, Bump RC, Continence Program for Women Research Group. Comparative efficacy of behavioral interventions in the management of female urinary incontinence. *Am J Obstet Gynecol* 1998;179:999–1007.
- [55] Jarvis GJ. A controlled trial of bladder drill and drug therapy in the management of detrusor instability. *Br J Urol* 1981;53:565–6.
- [56] Vizzard MA, Erdman SL, de Groat WC. Increased expression of neuronal nitric oxide synthase in dorsal root ganglion neurons after systemic capsaicin administration. *Neuroscience* 1995;67:1–5.
- [57] Subak LL, Wing R, West DS, Franklin F, Vittinghoff E, Creasman JM, et al. PRIDE Investigators. Weight loss to treat urinary incontinence in overweight and obese women. *N Engl J Med* 2009;360:481–90.
- [58] Sugerma HJ. Increased intra-abdominal pressure in obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1998;22:1138.

- [59] Larsson I, Narbro K. Increasing trends of obesity in Sweden between 1996/97 and 2000/01. *Int J Obes* 2005;29:348–9.
- [60] Burgio KL, Richter HE, Clements RH, et al. Changes in urinary and fecal incontinence symptoms with weight loss surgery in morbidly obese women. *Obstet Gynecol* 2007;110(5):1034–40.
- [61] Hunskaar S. A systematic review of overweight and obesity as risk factors and targets for clinical intervention for urinary incontinence in women. *Neurourol Urodyn* 2008;27:749–57.
- [62] Elia G, Dye TD, Scariati PD. Body mass index and urinary symptoms in women. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 2001;12:366–9.
- [63] Luber KM. The definition, prevalence, and risk factors for stress urinary incontinence. *Rev Urol* 2004;6(Suppl. 3):S3–9.
- [64] Neels JG, Olefsky JM. Inflamed fat: what starts the fire? *J Clin Invest* 2006;116:33–5.
- [65] Townsend MK, Curhan GC, Resnick NM, Grodstein F. BMI, waist circumference and incident urinary incontinence in older women. *Obesity* 2008;16:881–6.
- [66] Laungani RG, Seleno N, Carlin AM. Effect of laparoscopic gastric bypass surgery on urinary incontinence in morbidly obese women. *Surg Obes Relat Dis* 2009;5:334–8.
- [67] Agur W, Rizk DE. Obesity and urinary incontinence in women: is the black box becoming grayer? *Int Urogynecol J* 2011;22:257–8.
- [68] Bryant C, Dowell C, Fairbrother G. Caffeine reduction education to improve urinary symptoms. *Br J Nurs* 2002;11:560–5.
- [69] Duval-Beaupère G, Schmidt C, Cosson P. A Barycentremetric study of the sagittal shape of spine and pelvis: the conditions required for an economic standing position. *Ann Biomed Eng* 1992;20:451–62.
- [70] Schimpf M, Tulikangas P. Evolution of the female pelvis and relationships to pelvic organ prolapse. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 2005;16:315–20.
- [71] Boulay C, Prudhomme M, Prat-Pradal D, Poudroux P, Duval-Beaupère G, Pélissier J. Perineal descent predicted by a pelvic bone factor: the pelvic incidence angle. *Dis Colon Rectum* 2009;52:119–26.