

Tonimétrie Périnéale Instrumentale : objectivation des paramètres périneaux impliqués dans l'Incontinence Urinaire à l'effort

M. Caufriez¹, J. Caufriez², J. Simon^{†3}, E. Wespes³, C.C. Schulman⁴

¹ *Université Libre de Bruxelles (Belgique) - Laboratory for Experimental and Applied Human Ecophysiology (Spain);* ²*Laboratoire de Physiologie environnementale - Haute Ecole Paul Henri Spaak (Bruxelles);* ³*Département d'Urologie - Hôpital Universitaire Erasme (Bruxelles);* ⁴ *Chef du département d'urologie - Hôpital Universitaire Erasme - Université Libre de Bruxelles.*

INTRODUCTION

La Continence Urinaire au repos est le fruit d'une différentielle de pression urétrovésicale positive en faveur de l'urètre. Cet équilibre est soumis au contrôle du système nerveux central et périphérique et nécessite l'inhibition du Détrusor et l'intégrité mécanique parfaite du système de clôture annexé au bas-appareil urinaire.

Chez la Femme, au cours de l'effort, l'augmentation de la pression abdominale provoque le déplacement des viscères pelviens vers le bas et l'arrière; ce déplacement est normalement limité par un système "d'amortissement" postérieur constitué par le vagin et le Plancher Pelvien. L'hyperpression abdominale et le manque de résistance du Plancher Pelvien, dû à son relâchement, provoqué par des facteurs obstétricaux ou à la pratique d'exercices physiques hyperpressifs, conduit progressivement à des ptoses des organes pelviens et à l'Incontinence Urinaire à l'Effort (I.U.E.). L'approche thérapeutique rééducative habituelle, depuis de nombreuses années, consiste essentiellement à appliquer par voie vaginale les techniques dites de Kegel (1. KEGEL AH. - 1948); datant des années 1940, ce terme est un générique englobant des techniques manuelles très diverses selon les Ecoles, mais ayant toutes l'objectif de renforcer le périnée, c'est à dire d'augmenter sa force contractile volontaire. Les exercices de Kegel ont à l'évidence une action efficace, à court terme sur le renforcement musculaire du périnée et le symptôme d'Incontinence Urinaire à l'effort; ils ont de plus un haut niveau de reconnaissance scientifique (classification de Cochrane A) [2. C. Dumoulin - 2018], et ceci en dépit du fait que leurs effets à long terme n'empêchent pas l'intervention chirurgicale de colposuspension et qu'il n'existe aucune relation statistiquement établie entre la force musculaire du périnée et l'I.U.E.

[3. M. Caufriez - 1990]. En fait, l'évaluation des résultats repose sur le Pad test (quantité d'urines perdues au cours d'un effort calibré) et le "Testing", appréciation par le toucher vaginal de la force du périnée durant sa contraction volontaire; ces "quantifications" nous paraissent peu objectives d'autant plus que le Pad Test est réalisé sans tenir compte du degré de remplissage de la vessie et que le "Testing", codifié en 5 grades (de 0 à 4) est basé plus sur l'impression subjective de l'opérateur que sur une réalité numérique objective et reproductible.

Notre opinion est que l'amélioration à court terme du symptôme d'I.U.E. est plus que probablement due à d'autres facteurs que la force musculaire volontaire du périnée. L'objectif de cet article est de présenter une partie des études ayant fait l'objet d'une thèse de doctorat, et portant sur les mécanismes physiopathologiques en cause dans l'I.U.E chez la Femme; nous nous limitons dans cet article à la présentation de tests instrumentaux Périnéaux réalisés avec le "Tonimètre Périnéal", instrument de mesure que nous avons créé au début des années 1980, commercialisé actuellement par la Société française Phénix sous l'appellation "Pelvimètre".

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Le Tonimètre Périnéal (marque commerciale : Pelvimètre) (Fig. 1) est constitué de deux branches rectilignes (matériaux à hystérésis négligeable), soit une branche supérieure (ou branche d'appui pubien) et une branche inférieure (ou branche de mesures), plus courte, comportant deux jauges de contrainte, fixées en opposition.

Le fonctionnement mécanique de ce Tonimètre Périnéal est basé sur le principe du levier simple (Fig. 2), où F_M est la Force Motrice (imprimée par la main du thérapeute) et F_R la Force Résistante développée par l'appui périnéal. Les deux branches sont reliées entre elles au niveau d'un axe central, contenant un potentiomètre mesurant les degrés d'ouverture du tonimètre; les mesures obtenues par les jauges de contraintes sont proportionnelles à la F_R rapportée perpendiculairement à la branche d'appui pubien, par rapport au point de contact de la branche de mesure; nous obtenons ainsi les relations :

$$M_R = F_R \times A'O \text{ et } M_M = F_M \times B'O$$

M_r est le Moment de la Force Résistante et M_m le moment de la Force Motrice.

Les examens tonimétriques périnéaux sont réalisés par voie vaginale, la patiente étant positionnée en position gynécologique (hanches fléchies à 90 degrés et en abduction passive totale, genoux à l'aplomb des hanches).



Fig. 1 : Pelvimètre de la société Phénix (Tonimètre périnéal)

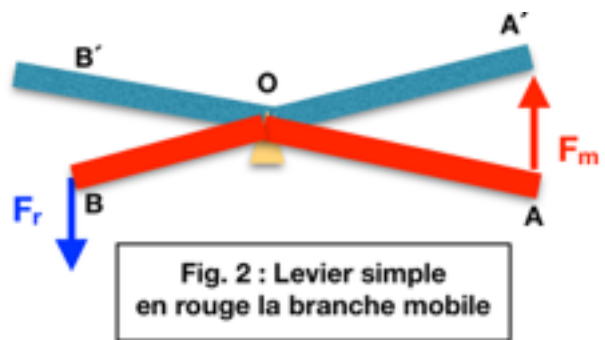


Fig. 2 : Levier simple en rouge la branche mobile

Les branches du tonimètre sont introduites dans le vagin, branche majeure contre le pubis, la ligne de repère du tonimètre est positionnée sur la ligne d'insertion hyménéale. Le thérapeute ouvre lentement les branches du pelvimètre jusqu'à 15 degrés d'ouverture maximum. L'opération est répétée deux fois.

Les paramètres mesurés relatifs au périnée féminin sont les suivants :

1. L'indice Initial d'Inertie (I.I.I.) : représente le rapport entre la Force résistante du périnée et le degré d'ouverture. La courbe établie à partir des Indices Initiaux (ordonnées) et des degrés d'ouverture (abscisses) [Fig. 3]
2. [= Capacité d'amortissement en valeur absolue] démontre la diminution de capacité d'amortissement des variations de pressions abdominales à l'effort en fonction de l'étirement du Plancher Pelvien : en d'autres termes, plus un périnée est étiré, moins il est efficace pour limiter le déplacement des organes pelviens à l'effort.
3. La Capacité d'Amortissement à 5 degrés (C.A.) : représente le total de l'amortissement des variations de pressions abdominales pour un étirement du Périnée à 5 degrés. Le périnée étant constitué de deux tissus, soit 20% de tissu musculaire et 80% de tissu conjonctif (Collagène I et III), le Périnée obéissant à la loi de Hooke, le déficit de la C.A. représente essentiellement le défaut de résistance du collagène.
4. La Capacité d'Amortissement relative représente en terme de pourcentage les Indices d'Amortissement du périnée à l'effort (en considérant que I.I.I. = 100%). L'inclinaison de la courbe (I.A. en % /degrés d'étirement) atteste de l'état de

résistance passive des fibres musculaires (réflexes) et du collagène (principalement le III) [Fig. 4].

5. La force contractile volontaire du périnée calculée en moyenne sur 10 secondes de contraction maintenue (à 5 ou 10 degrés d'étirement).

L'échantillon humain de référence (population témoin) est constitué de 60 jeunes femmes, âgées de 18 à 25 ans ($\mu = 22$ ans), non-vierges, sans passé obstétrical, sans symptômes uro-génitaux.

L'examen tonimétrique est réalisé pendant la période des menstruations : une étude préliminaire a démontré jusqu'à une différence de 30% dans les paramètres tonimétriques périnéaux entre la phase oestrogénique (prolifération) et la phase progestative (phase lutéale). Il est donc indispensable, pour établir des statistiques valables, de mesurer ces paramètres durant la même période, les menstruations donnant la certitude du statut hormonal.

L'échantillon humain Test est constitué de 60 femmes, âgées de 32 à 48 ans (moyenne : 43 ans, médiane : 43 ans) avec passé obstétrical ($1 < \mu < 2$ enfants), avec symptômes uro-génitaux (principalement I.U.E. et cystocèle grade I).

Comme pour la population de référence, l'examen tonimétrique est réalisé pendant la période des menstruations.

STATISTIQUES DESCRIPTIVES

Population Témoin :

Indice Initial d'Inertie (I.I.I.):

Moyenne = 927 Médiane = 917 Max. = 1248 Min. = 708 $\sigma = 167$

Capacité d'Amortissement (C.A.)

Moyenne = 241 Médiane = 241 Max. = 333 Min. = 86 $\sigma = 60$

Force Contractile Volontaire (premier essai)

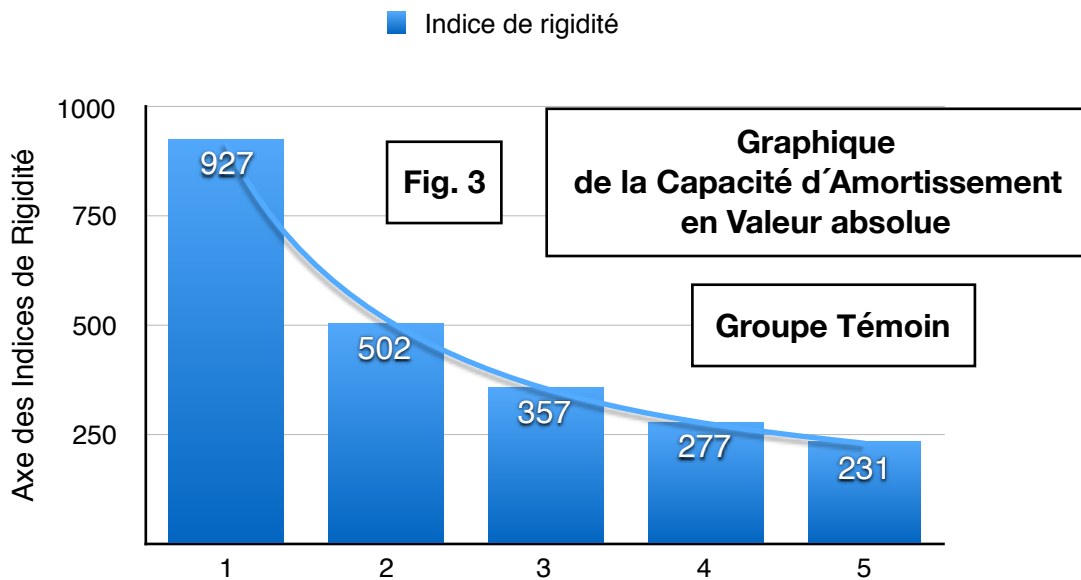
Fmax. : Moyenne (10 sec.) = 1.154 g'/cm² $\sigma = 394$ g'/cm²

Fmax. Minimum (10 sec.) = 380 g'/cm² Fmax. Maximum (10 sec.) = 1946 g'/cm²

Force Contractile Volontaire (deuxième essai)

Fmax. : Moyenne (10 sec.) = 1.111 g'/cm² $\sigma = 402$ g'/cm²

Fmax. Minimum (10 sec.) = 380 g'/cm² Fmax. Maximum (10 sec.) = 1974 g'/cm²



Population Test :

Indice Initial d'Inertie (I.I.I.):

Moyenne = 449 Médiane = 447 Max. = 750 Min. = 111 σ = 160

Capacité d'Amortissement (C.A.)

Moyenne = 125 Médiane = 122 Max. = 223 Min. = 39 σ = 42

Force Contractile Volontaire (premier essai)

Fmax. : Moyenne (10 sec.) = 842 g/cm² σ = 453 g/cm²

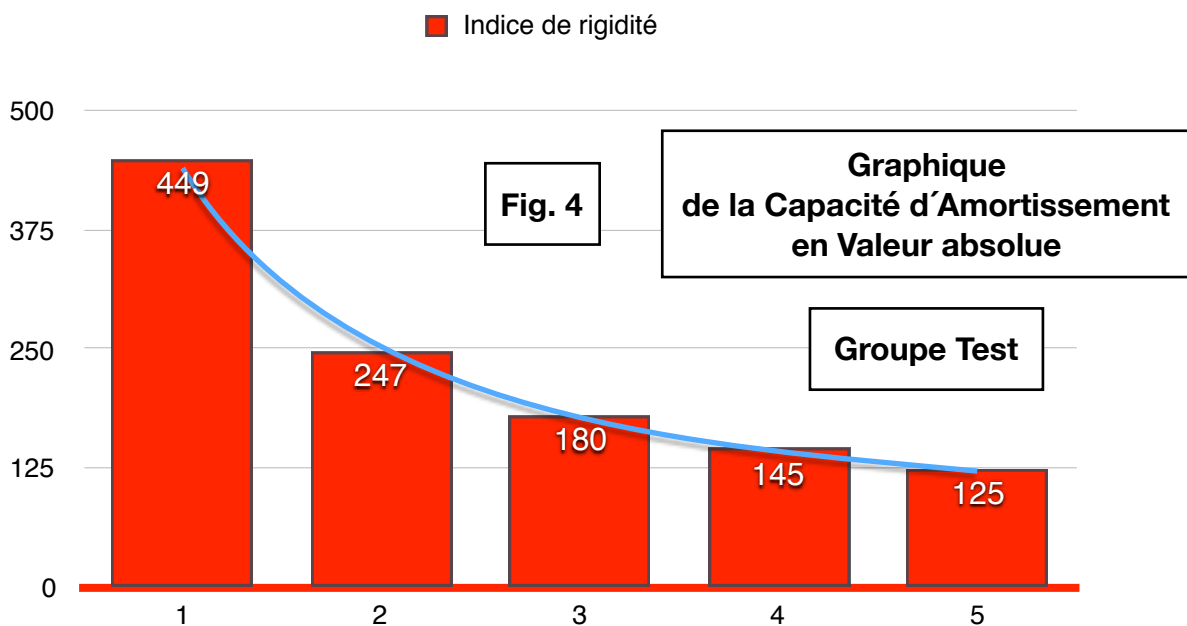
Fmax. Minimum (10 sec.) = 147 g/cm² Fmax. Maximum (10 sec.) = 2.241 g/cm²

Force Contractile Volontaire (deuxième essai)

Fmax. : Moyenne (10 sec.) = 847 g/cm² σ = 432 g/cm²

Fmax. Minimum (10 sec.) = 220 g/cm²

Fmax. Maximum (10 sec.) = 2.179 g/cm²



STATISTIQUES INFÉRENTIELLES et DISCUSSION

Dans la Population témoin, en ce qui concerne la Fmax il existe une différence entre le premier et le second essai :

$$\text{Essai 1} = 1.154 \text{ g/cm}^2 \quad \text{Essai 2} = 1.111 \text{ g/cm}^2$$

L'expérience clinique, ainsi que des études préliminaires démontrent que la durée de contraction maximale du Périnée féminin est très limitée : au-delà de 10 secondes, en général, on observe une chute de la Fmax. développée. La diminution de la Fmax moyenne qui apparaît au deuxième essai semble confirmer ces observations.

Le Test de rang de Wilcoxon ($P = 0,2941$) dément cette observation : il n'y a pas de différence significative entre les deux essais de contraction du Périnée.

Le Test non-paramétrique de Spearman confirme la parfaite corrélation entre les deux essais ($P < 0,0001$).

Dans la population Test, les deux essais sur la Fmax présentent également une différence, à l'inverse de la population témoin : le deuxième essai est meilleur et semble plaider pour une amélioration de la performance par proprioceptivité;

$$\text{Essai 1} = 842 \text{ g/cm}^2 \quad \text{Essai 2} = 847 \text{ g/cm}^2$$

cependant le Test non-paramétrique de Spearman atteste qu'il y a une parfaite corrélation entre les deux essais appariés ($P < 0,0001$). Le Test de rang de Wilcoxon confirme qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux essais ($P = 0,9447$).

Comparaison des Forces maximales moyennes développées dans les deux populations [Fig. 5].

La comparaison des Forces maximales entre les deux populations non-appariées révèle une différence significative : test de Mann-Whitney ($P < 0,0017$).

$$\text{Fmax. moyenne Témoin} : 1.154 \text{ g/cm}^2 \quad \text{Fmax. moyenne Test} : 841 \text{ g/cm}^2$$

Cela signifierait que les patientes présentant une I.U.E. avec cystocèle aurait une force contractile volontaire moindre que une population jeune et normale et que cela justifierait la rééducation type Kegel, basée sur les techniques augmentant la Force.

Cela est en contradiction avec des études préliminaires de la puissance contractile du périnée qui atteste qu'il n'existe aucun lien entre la Force contractile maximale et l'I.U.E.; on peut observer dans l'échantillon "test" que le score de Fmax le plus élevé se trouve dans la population test : 2241 g/cm^2 contre 1946 g/cm^2 dans la population témoin; cette différence n'est donc pas liée au contexte pathologique uro-génital mais

très probablement à une diminution générale de la puissance musculaire due au vieillissement (la différence d'âge est très importante entre les deux populations) : le vieillissement est associé à une diminution du potentiel mitochondrial (4. Julie Faitg - 2017).

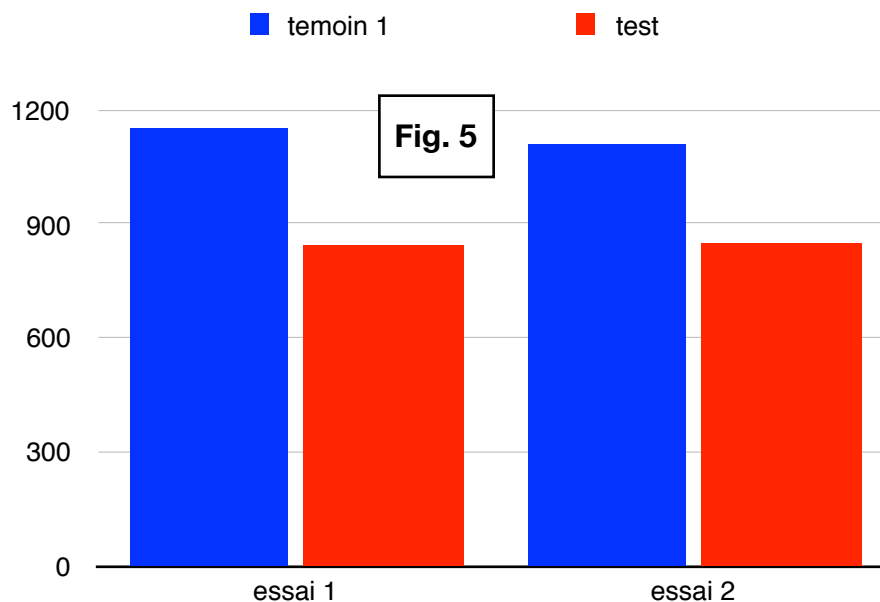


Fig. 5 : Graphique des Forces Moyennes comparées

Comparaison des moyennes de I.I.I. dans les deux populations :

Indice Initial d'Inertie Population test : 449 g/degé d'étirement

Indice Initial d'Inertie Population témoin : 927 g/degé d'étirement

Test de Mann-Whitney : $p < 0,0001$ ➡ l'hypothèse nulle est rejetée; il y a une très grande différence de tonus global du périnée dans l'échantillon de femmes présentant de l'I.U.E. (avec cystocèle I et II) et la population de jeunes femmes sans passé obstétrical et sans symptômes Uro-génitaux [Fig. 6].

Comparaison des moyennes de C.A. dans les deux populations :

Capacité d'amortissement Population test : 125 g/degé d'étirement

Capacité d'amortissement Population témoin : 241 g/degé d'étirement

Test de Mann-Whitney : $p < 0,0001$ ➡ l'hypothèse nulle est rejetée; il y a une très grande différence du tonus global du périnée dans l'échantillon de femmes présentant de l'I.U.E. (avec cystocèle I et II) et la population de jeunes femmes sans passé obstétrical et sans symptômes Uro-génitaux [Fig. 6].

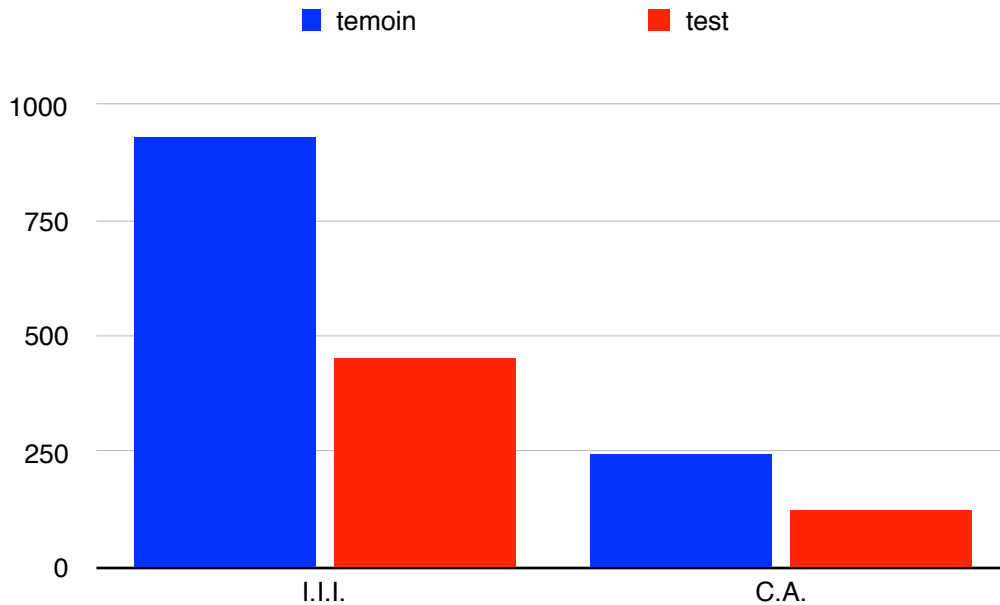
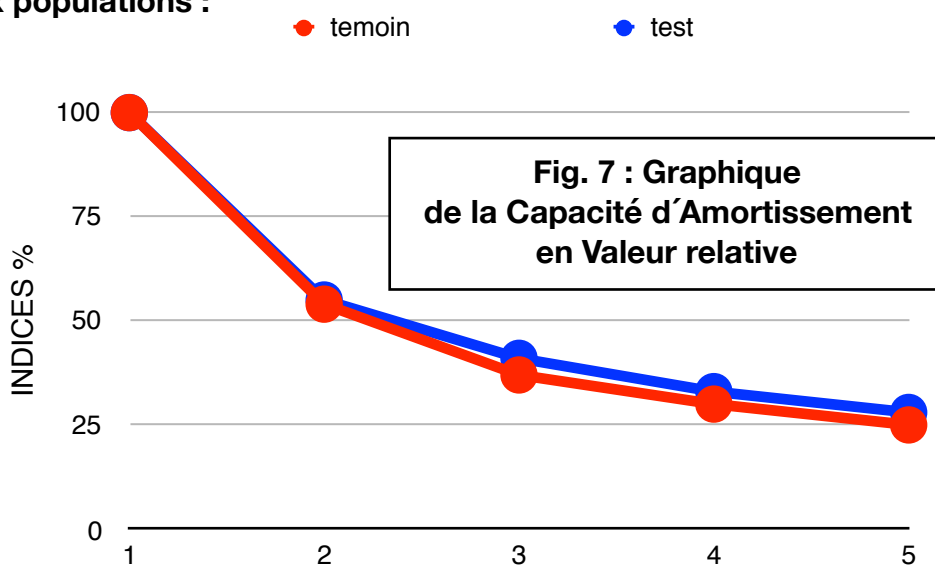


Fig. 6 : Histogrammes des Indices de Rigidité comparés

L'I.U.E. et la descente des organes pelviens semblent bien associées au déficit tonique du Périnée, comme le démontraient des études que nous avons menées dans le passé (5. M. Caufriez -). Le Tonus représente la Force Résistante aux contraintes que subit le périnée, durant l'accouchement et la pratique d'exercices physiques qui augmentent la pression abdominale, comme les sauts, la course à pied, ...Le Périnée féminin est constitué d'une part de tissu conjonctif (80%) et d'autre part de tissu musculaire strié (20%) lui-même subdivisé en trois types de fibres : les fibres I, majoritaires (elles représentent 80% des fibres musculaires) ont une activité électromyographique permanente, de faible intensité, qui augmente à l'effort (réflexes myotatiques); les fibres Iix ne représentent que 3% du tissu musculaire, inactives au repos, c'est leur recrutement qui valorise la force musculaire volontaire du périnée (elles sont très fatigables); à l'effort elles produisent un réflexe myotatique rapide et intense (cette contraction se produit juste avant le pic de pression abdominale). Par le toucher intracavitaire du Pubo-Vaginal, on peut facilement mettre en évidence cette contraction réflexe lors d'un effort de toux. Un certain nombre de femmes (à passé obstétrical) n'ont plus ce réflexe : sa disparition est attribuée à la lésion de la gaine de myéline du nerf Pudendal durant l'accouchement. Ce réflexe augmentant fortement la résistance du Périnée durant l'effort, son absence constitue probablement un risque très important de relâchement de celui-ci, à moyen terme.

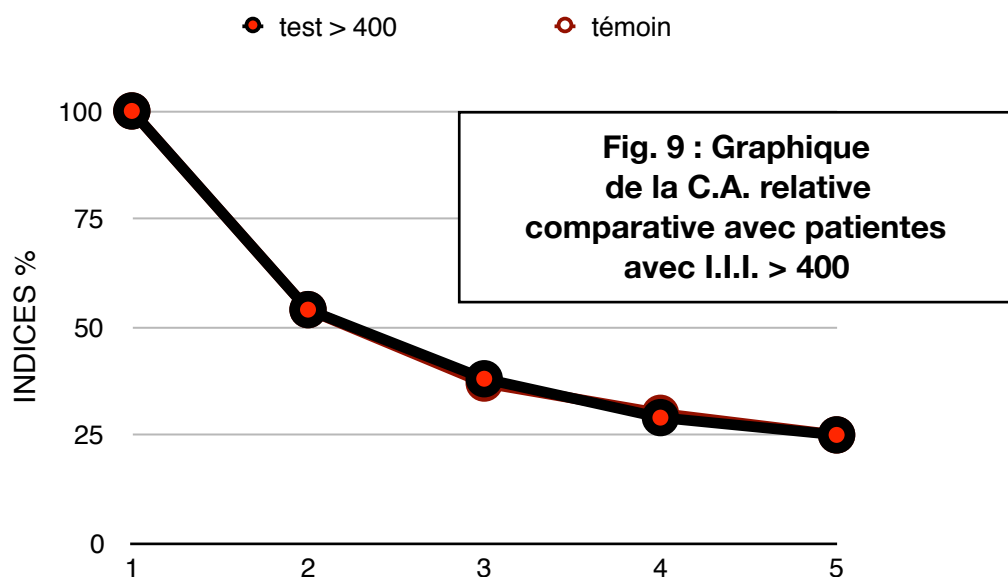
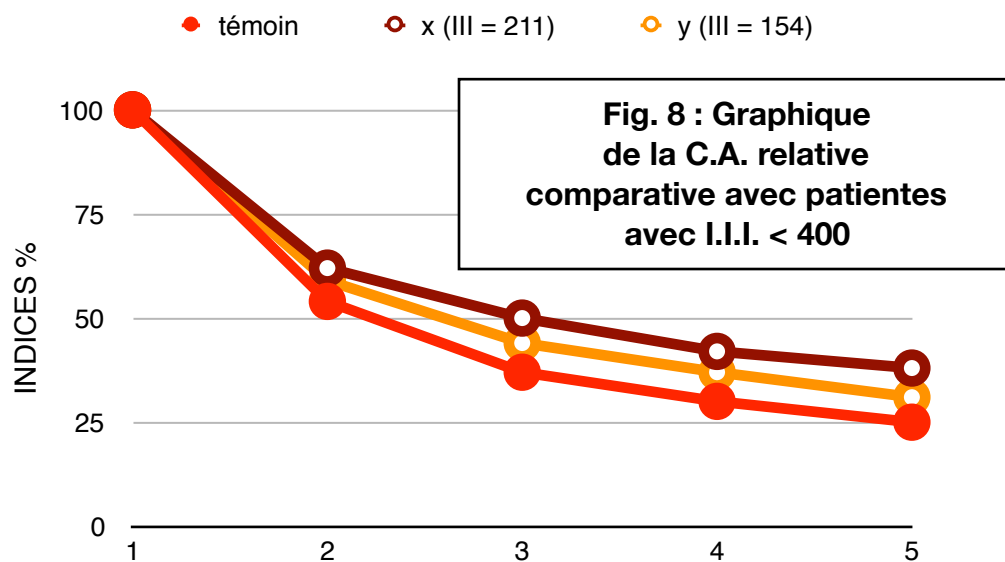
Le collagène du tissu conjonctif périnéal (principalement du collagène III) semble donc être, en association avec le réflexe myotatique rapide produit pendant l'effort, l'élément clef de la résistance aux variations de pression abdominale. Les examens post-mortem de femmes incontinentes à l'effort démontrent la diminution quantitative (voire la disparition) du collagène III périnéal [5. S.R. Jackson - 1996]. La forme de la courbe Tests tonométriques (pelvimètre) permettent de mettre en évidence la dysfonction conjonctive :

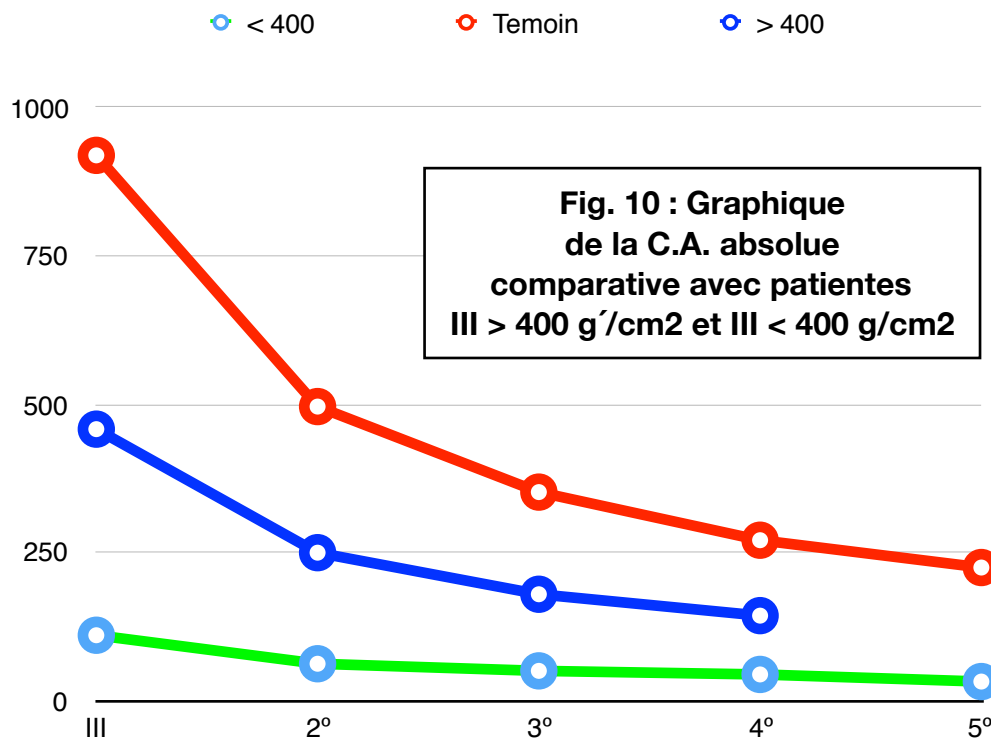
Comparaison des graphiques de Capacité d'Amortissement en Valeur relative dans les deux populations :



Le Graphique de la capacité d'amortissement en valeur relative [Fig. 7] est l'expression des valeurs des Indices de rigidité calculés en pourcentage par rapport à l'Indice Initial d'Inertie (= 100%). Ce procédé permet d'éviter la grande variabilité des mesures en valeur absolue et démontre l'aspect structural du périnée féminin : les mesures initiales correspondent principalement à la réponse musculaire (fibres I et réflexes myotatiques) à l'étirement, les mesures finales traduisant plus la réponse du tissu conjonctif (Loi de Hooke). Dans le graphique 7, on peut observer que la courbe en valeur relative d'amortissement n'est pas complètement superposée à la courbe témoin (elle devrait l'être si la constitution histologique du Périnée est conservée); dans le cas présent, à partir de 2 degrés d'étirement on observe une légère augmentation des valeurs (croissantes en fonction des degrés), ce qui laisse supposer une modification histologique du collagène : l'étirement répétitif, chronique, dû à l'hyperpression abdominale conduit généralement à une modification structurelle des fibroblastes

(accumulation des myofibroblastes et conversion du collagène). La fibrose résultante modifie l'élasticité normale des tissus et donc probablement le degré d'amortissement du Périnée. Nous pensons que dans la pratique clinique, à propos de la faculté périnéale d'amortissement de la Pression abdominale, différents cas de figure peuvent se présenter. Il semblerait qu'un Tonus très faible (III et CA) soit associé à ce phénomène de fibrose [Fig. 8], tandis que chez des patientes présentant des symptômes uro-génitaux avec des tonus plus élevés (III > 400) ont un profil d'amortissement en valeur relative normal. Des investigations ultérieures portant sur la relation Tonus-Fibrose-symptômes sont nécessaires pour valider cette hypothèse [Fig. 8 à 10]





Conclusions

Le Tonimètre périnéal (Pelvimètre) se révèle un outil indispensable pour mettre en évidence de façon objective les paramètres liés à la fonctionnalité du périnée, tonus et force contractile volontaire. Il démontre indirectement que les résultats positifs provisoires des techniques de Kegel ne sont pas liés à l'augmentation de la Force de contraction volontaire du périnée. L'incontinence et la ptose des organes pelviens ne sont pas liées à cette composante, mais à celle du tonus, celui-ci n'étant pas corrélé à la Force contractile volontaire, ce qui confirme les observations cliniques, les Femmes saines comme les Femmes incontinentes peuvent avoir une bonne ou une mauvaise contraction volontaire du Périnée.

La comparaison de deux populations d'âges moyens différents dans notre étude permet d'évaluer à la fois les effets du vieillissement des tissus périnéaux associés aux facteurs obstétricaux et à la somme des efforts abdominaux.

L'Hypotonie du Périnée féminin est le résultat de l'hyperpression abdominale chronique ou répétitive lors des efforts; si elle donne des symptômes comme la descente des organes pelviens et l'Incontinence urinaire d'effort, elle semble évoluer, comme le démontrent les graphiques d'amortissement en valeur relative, vers un état de fibrose du tissu conjonctif pelvi-périnéal.

Nous pensons qu'un examen régulier tonimétrique du Périnée est indispensable pour suivre l'évolution de celui-ci et proposer une prise en charge thérapeutique préventive du périnée, en particulier en post-partum : elle doit tenir compte des facteurs créant l'hyperpression abdominale et sur le plan périnéal elle doit être centrée principalement sur la fonctionnalité des fibroblastes.

Bibliographie

1. KEGEL AH. Progressive resistance exercise in the functional restoration of the perineal muscles. *Am J Obstet Gynecol.* 1948 Aug;56(2):238-48.
2. Chantale Dumoulin, Licia P. Cacciari, E. Jean C. Hay-Smith, and Cochrane Incontinence Group. Pelvic floor muscle training versus no treatment, or inactive control treatments, for urinary incontinence in women. *Cochrane Database Syst Rev*, 2018 Oct 4.
3. Caufriez M. « Contribution à l'étude des mécanismes physiopathologiques en cause dans l'incontinence urinaire à l'effort chez la femme », Laboratoire d'analyse de mouvement, Institut Supérieur de Kinésithérapie, Thèse doctorale, Bruxelles, 1990
4. Julie Faitg, Olivier Reynaud, Jean-Philippe Leduc-Gaudet, Gilles Gouspillou. Skeletal muscle aging and mitochondrial dysfunction: an update. *Med Sci (Paris)*. Volume 33, Number 11, November 2017
5. S.R. Jackson, N.C. Avery, J.F. Tarlton, S.D. Eckford, P. Abrams, A.J. Bailey. Changes in metabolism of collagen in genitourinary prolapse. *Lancet.* 1996 Jun 15;347(9016):1658-61
6. Boris Hinz, Christopher A. Mc Culloch, Numo M. Coelho. Mechanical regulation of Myofriboblastos contraction. *Exp Cell Res.* 2019 Jun 1; 379(1):119-128