

## **RECOMMANDATIONS POUR LA PRATIQUE DE L'EXAMEN URODYNAMIQUE DANS L'EXPLORATION D'UNE INCONTINENCE URINAIRE FEMININE NON NEUROLOGIQUE**

L'incontinence urinaire est parfois complexe et insuffisamment explorée par les données de l'examen clinique et morphologique. L'examen urodynamique, par l'enregistrement de paramètres physiques tels que débits, pressions et volumes, permet d'apporter des renseignements complémentaires très utiles à la compréhension du phénomène pathologique en cause.

L'examen urodynamique permet principalement : [1]

- D'identifier des facteurs responsables de l'incontinence urinaire
- D'étudier le fonctionnement vésico-sphinctérien
- De prédire un risque éventuel pour le haut appareil urinaire
- De prédire les complications éventuelles d'un traitement de l'incontinence
- De comprendre les raisons de l'échec d'un traitement de l'incontinence.

Ces paramètres sont étudiés au cours des différents temps de l'examen : débitmétrie, cystomanométrie appréciant la phase de remplissage et de miction, et profilométrie urétrale.

Idéalement l'examen urodynamique doit répondre à un exigeant cahier des charges : mesures standardisées, résultats reproductibles, tests sensibles et spécifiques, résultats permettant d'optimiser le choix thérapeutique et d'en connaître les résultats. Même si aucune étude de preuve de niveau 1 n'a pu prouver que le taux d'échec de traitement de l'incontinence urinaire était plus élevé lorsque le traitement était choisi sans examen urodynamique [1], de nombreux travaux de niveau 2, 3 ou 4 ont montré l'intérêt du bilan urodynamique dans l'exploration d'une incontinence urinaire féminine. La place du bilan urodynamique a d'ailleurs fait l'objet de recommandations de l'ANAES. [2]

## **RECOMMANDATIONS POUR L'ORGANISATION DU LABORATOIRE D'URODYNAMIQUE**

### Le local

La réalisation de bilans urodynamiques impose de disposer d'un local idéalement vaste et lumineux. Une surface de 20 m<sup>2</sup> paraît raisonnable. La porte d'accès doit être suffisamment large pour laisser passer un fauteuil roulant voire un lit. Ce local doit être facile à nettoyer et disposer d'un point d'eau et d'évacuation [3]. Doivent être prévues une zone de déshabillage pour les patientes et une zone de stockage du matériel consommable ou non.

Afin de pouvoir réaliser des débitmétries dans des conditions proches des conditions physiologiques, il est indispensable de disposer d'un endroit calme, isolé, où la patiente puisse uriner seule avec une intimité satisfaisante.

Les données étant stockées grâce à des matériels informatiques, il est préférable de disposer d'un ordinateur enregistrant en permanence les données ou de disposer d'un onduleur, évitant les conséquences des micro-coupures sources de pertes des données, avant que celles-ci ne soient sauvegardées.

## L'unité centrale

L'unité centrale doit être la moins encombrante possible. Le programme informatique doit permettre un paramétrage propre à chaque laboratoire d'urodynamique et à chaque utilisateur. Il doit autoriser les changements de paramètres en cours d'examen (changement de vitesse de remplissage ou changement d'échelle de pression, arrêt et reprise du remplissage en poursuivant la mesure) et permettre le stockage informatique des données de chaque examen. Un écran couleur sur lequel le déroulement de l'examen en temps réel s'effectue, un tableau de commande étanche, une imprimante couleur viendront compléter idéalement l'installation. La technologie sans fil, assurant la communication entre les différents composants de l'installation, est désormais disponible.

Les programmes d'interprétation automatique sont d'une aide modeste dans la mesure où toutes les données interprétées par la machine doivent être vérifiées et validées par l'opérateur.

Le coût d'une machine urodynamique neuve de base est de l'ordre de 25 000 à 30 000 euros. Pour acquérir une machine réalisant des vidéo-urodynamiques, l'investissement à prévoir est de l'ordre de 70 000 euros. Il est également possible d'acquérir des machines d'occasion pour un investissement d'environ 15 000 euros. Outre les caractéristiques de la machine, une attention toute particulière doit être portée à la pérennité du fabricant et à la qualité de son service après-vente.

## La table d'examen

Elle doit être parfaitement stable, mobile (dispositif manuel ou électrique) et comporter un tiroir de recueil des urines. Certaines tables comportent un débitmètre intégré et permettent de mettre la patiente en position assise ou semi-assise facilitant l'obtention de la miction en cours d'examen.

## Le personnel

Idéalement, l'examen sera réalisé par un médecin et une infirmière. Afin d'interpréter au mieux les données de l'examen et de détecter le cas échéant des artéfacts induits par les conditions de l'examen, il est recommandé d'assister à l'enregistrement des données et de ne pas interpréter a posteriori des courbes enregistrées par un autre opérateur.

## Durée de l'examen

Elle est d'environ une heure, cette durée incluant l'interrogatoire, l'examen clinique, l'examen proprement dit et son interprétation. Pour les explorations complexes en particulier chez le neurologue, et les patientes handicapées une durée supérieure doit être prévue.

## Examen urodynamique - bilan de 2<sup>ème</sup> intention

Avant de réaliser l'examen urodynamique, un bilan clinique, incluant un calendrier mictionnel complété éventuellement d'explorations morphologiques, est indispensable. Le bilan avant l'examen permettra souvent d'adapter l'exploration urodynamique à chaque cas particulier. La coopération de la patiente est indispensable pendant l'examen.

### Information de la patiente (cf annexe 1 : fiche d'information)

Avant l'examen, une information sur le déroulement de la procédure, les informations que l'on peut en attendre et les inconvénients éventuels (gêne mictionnelle après sondage, infections urinaires) devra être délivrée à la patiente. L'examen débutant par une débitmétrie, il sera conseillé aux patientes d'arriver avec une envie normale d'uriner. Il est, par contre, déconseillé de se présenter avec une vessie en trop grande réplétion risquant d'entraîner un spasme sphinctérien et/ou une hypocontractilité détrusorienne.

### Contrôle de la stérilité des urines

Outre le risque éventuel d'un sondage et d'un remplissage vésical chez une patiente présentant des urines infectées, l'infection urinaire peut modifier les résultats de l'examen (modification de la perception de besoin, apparition de contractions non inhibées du détrusor, modification de la capacité vésicale, ...). Il est indispensable avant d'effectuer le sondage urétral, de s'assurer de l'absence d'infection urinaire par une bandelette urinaire et un examen cytobactériologique des urines au moindre doute.

### Antibioprophylaxie

L'intérêt indiscutable d'une antibioprophylaxie systématique n'a jamais été démontré. Celle-ci pourra donc être réservée à des cas particuliers (diabétique, immuno-déprimée, ...) ou à des situations potentiellement à risque (vessie rétentionniste). Pour les patientes porteuses d'une valve cardiaque, la prophylaxie de l'endocardite n'est pas recommandée par la dernière conférence de consensus sur la prévention de l'endocardite infectieuse [4]. Lorsqu'une antibioprophylaxie est utilisée, il est recommandé d'utiliser un antibiotique actif sur les entérobactéries en dose unique (fluoroquinolone ou fosfomycine trométanol).

## **LA DEBITMETRIE**

La débitmétrie permet de mesurer le débit urinaire lors de la miction. Cet examen donne des renseignements très importants sur la vidange vésicale, de manière non invasive et pour un coût réduit [5].

### Recommandations sur le matériel nécessaire à la débitmétrie :

Deux types de matériels sont couramment utilisés :

Le débitmètre par système de pesée. Ce débitmètre mesure la variation du poids d'un récipient se remplissant d'urines lors de la miction. La dérivation de la courbe poids/temps permet d'obtenir la courbe débit/temps. Ce système a l'avantage d'être simple, facile à nettoyer (il suffit de rincer le récipient après l'examen) mais impose un étalonnage régulier du système de pesée.

Le débitmètre par disque rotatif. L'urine arrivant sur un disque rotatif ralentit la vitesse de rotation du disque. L'énergie nécessaire à maintenir une vitesse constante est proportionnelle au débit d'urine. Plus le débit est élevé, plus le ralentissement est important. Ce système est de maintenance un peu plus complexe que le système par pesée. La mesure dépend, par ailleurs, du site d'impact du jet sur le disque. Il s'agit néanmoins d'un système fiable et précis.

Le débitmètre doit avoir une précision acceptable ( $\pm 5\%$ ), enregistrer des débits de 0 à 50 ml/s, des volumes de 0 à 1000 ml. Il doit restituer une courbe filtrée permettant une analyse qualitative sans altérer l'exactitude de la mesure. Les recommandations concernant l'étalonnage du débitmètre sont résumées dans l'annexe 1.

#### Recommandations sur les conditions de réalisation de l'examen :

- Installer le débitmètre dans une pièce calme reproduisant le plus possible les conditions physiologiques habituelles afin d'éviter toute inhibition liée aux conditions de l'examen.
- Effectuer, si possible la débitmétrie avant la cystomanométrie. En effet, le sondage réalisé lors de l'examen peut modifier les résultats, par les phénomènes psychologiques ou douloureux qu'il entraîne. Ces modifications sont cependant beaucoup plus significatives chez l'homme que chez la femme [6].
- Conseiller à la patiente de réaliser la débitmétrie avec un besoin normal d'uriner. Une interprétation correcte des courbes nécessite en effet un volume uriné suffisant. Mais une forte réplétion vésicale ( $> 400\text{ml}$ ) peut altérer la contraction vésicale et modifier les résultats.
- Conseiller d'uriner normalement sans effort de poussée en se détendant le plus possible
- S'assurer, lors de la miction, que la totalité du jet tombe dans le débitmètre.

#### Paramètres déterminés par l'examen :

Les deux paramètres principaux sont le débit maximum ( $Q_{\text{max}}$ ) et le volume uriné.

Les paramètres accessoires sont : le débit moyen ( $Q_{\text{moy}}$ ), le temps au débit maximum, la durée du débit, la durée de la miction [7].

L'aspect de la courbe est essentiel à étudier (fig. 1).

Le  $Q_{\text{max}}$  est le débit maximum mesuré lors de la miction après avoir éliminé les pics artefactuels. Il est exprimé en ml /s.

Le volume uriné est le volume émis lors de la miction. Il s'exprime en ml.

Le débit moyen ( $Q_{\text{moy}}$ ) est le volume uriné divisé par le temps de la miction. Ce paramètre n'est interprétable que si le débit urinaire est continu, sans interruption. Il s'exprime en ml/s.

Le temps au débit maximum est le temps écoulé du début de la miction au débit maximum. Il s'exprime en secondes.

La durée du débit est le temps mesuré lors de l'enregistrement d'un flux. Elle s'exprime en secondes.

La durée de la miction est la durée totale de la miction incluant les périodes d'interruption. Elle s'exprime en secondes. Lorsque la miction est ininterrompue elle est égale à la durée du débit.

L'aspect d'une courbe normale est une courbe en cloche.

#### Recommandations pour l'interprétation de l'examen :

L'échelle de la courbe doit être affichée. Compte tenu du niveau de précision du matériel, le débit doit être approché au ml/ s et le volume aux 10 ml.

Se méfier de l'interprétation automatique des courbes.

La machine indique comme débit maximum le débit le plus élevé lors de la miction, celui-ci pouvant correspondre à un pic artéfactuel. Ainsi un pic initial trop élevé peut traduire l'arrivée brutale du flux d'urine sur un débitmètre à système de pesée. Les oscillations irrégulières sur le tracé peuvent témoigner de ricochets de la colonne d'urine sur les parois de l'entonnoir du débitmètre. Un pic artéfactuel peut aussi être lié à une variation brutale de l'activité sphinctérienne, à un effort de poussée abdominale ou à un choc sur le débitmètre. Grino [8], analysant plus de 20 000 courbes de débitmétrie, a montré que l'interprétation manuelle conduisait en moyenne à un débit minoré de 1,5 ml/s par rapport à une interprétation automatique. La différence pouvait dépasser 2 ml /s pour 20 % des patients et 3 ml/s pour 5 %.

Reproductibilité de la débitmétrie

Peu d'études portent sur la reproductibilité de la débitmétrie chez la femme. Elle a, par contre, été bien étudiée chez l'homme. Lors de débitmétries répétées chez le même patient à deux semaines d'intervalle, la différence moyenne était de - 0,1 ml/s avec une déviation standard de 3,2 ml/s et des variations de - 14,7 ml/s à + 13,8 ml/s [9]. Lorsque les débitmétries sont répétées régulièrement, on constate un effet d'apprentissage avec une élévation progressive des valeurs enregistrées [10].

### La débitmétrie normale

La débitmétrie normale est continue et a un aspect en cloche. Le débit maximum est atteint dans le premier tiers du tracé en moins de 5 secondes.

Le débit maximum et l'aspect de la courbe varient en fonction du volume uriné mais la partie initiale et finale de la courbe sont toujours semblables.

Plusieurs nomogrammes établis à partir de volontaires sains ont été publiés. Ils montrent la corrélation entre le débit maximum et le volume uriné [11, 12 , 13]. Un volume uriné de 150 ml voire de 200 ml est nécessaire pour pouvoir interpréter les données de l'examen [14]. Pour des raisons anatomiques évidentes, le débit maximum est plus élevé chez la femme que chez l'homme et la durée de la miction plus courte [15]. Le débit maximum n'est pas dépendant de l'âge chez la femme.

La fin du tracé montre une chute rapide du débit avec une interruption nette du flux.

### Les débitmétries pathologiques :

#### **Diminution du débit maximum**

Une dysurie se traduira sur la débitmétrie par un débit maximum et un débit moyen abaissé, une courbe aplatie et une durée mictionnelle allongée. Une dysurie n'est pas synonyme d'obstruction et peut témoigner d'une hypocontractilité vésicale. La débitmétrie ne permet malheureusement pas de différencier ces deux diagnostics dont la confirmation repose sur l'analyse de l'ensemble des éléments cliniques et paracliniques voire sur des épreuves pression-débit.

Pour Farrar [16], un débit maximum inférieur à 15 ml/s pour une miction d'au moins 200 ml est pathologique. Axelrod [17], Massey [18] et plus récemment Groutz [19] retiennent comme valeur pathologique un débit inférieur à 12 ml/s. Ces chiffres ne sont cependant que des valeurs indicatives puisque près de 12 % des patientes ayant un débit supérieur à 15 ml/s ont en réalité un obstacle à l'évacuation des urines [20].

### **Courbes irrégulières à haut débit**

- Elles correspondent habituellement à des efforts de poussées abdominales secondaires à une hypocontractilité vésicale ou à un obstacle mais sont parfois liées aux conditions de l'examen.
- Lors des efforts de poussées abdominales, les variations sur le tracé sont relativement lentes et le flux continu.
- Chez la patiente neurologique, les variations sont généralement plus rapides avec parfois des interruptions de flux. Ces anomalies peuvent orienter vers une dyssynergie vésico-sphinctérienne et amener à pratiquer une cystomanométrie avec électromyogramme du sphincter strié à l'aiguille pour confirmer ce diagnostic.

## **LA CYSTOMANOMETRIE DE REMPLISSAGE**

La cystomanométrie de remplissage a pour but d'étudier les variations de pression/volume dans la vessie durant son remplissage. Elle permet en outre d'étudier la perception du besoin d'uriner, l'activité du détrusor, la capacité et la compliancé vésicale. Elle essayera de reproduire et d'analyser les symptômes urinaires ressentis par la patiente.

### Recommandations sur le matériel nécessaire à la cystomanométrie :

#### **Voies de pression**

Trois voies de pression représentent la configuration idéale d'une machine d'urodynamique. Ces trois voies seront utilisées pour la mesure de la pression vésicale, la pression urétrale et la pression abdominale. Lors de la cystomanométrie, les voies vésicales et abdominales seront les seules utilisées. Lors de la profilométrie urétrale, les voies vésicales et urétrales seront seules connectées. Il est possible de se limiter à deux voies de pression mais cette configuration impose qu'une voie soit utilisée alternativement pour la mesure de la pression abdominale lors de la cystomanométrie et la pression urétrale lors de la profilométrie ce qui multiplie les manipulations et augmente les risques septiques.

#### **Remplissage vésical**

Le remplissage vésical peut être réalisé à l'eau, au sérum physiologique, au produit de contraste dilué ou au gaz (CO<sub>2</sub>) [14, 21].

**Le remplissage vésical au gaz** est rapide (120 ml/mn), peu coûteux mais a de nombreux inconvénients : remplissage non physiologique, compressibilité du gaz, absence de variation de la masse vésicale lors du remplissage, irritation vésicale source de contractions non inhibées du détrusor, réduction de la compliancé vésicale liée au remplissage rapide, impossibilité de détecter de fuites, de réaliser une débitmétrie, une

épreuve pression - débit, une exploration radiographique couplée à l'urodynamique. Il ne peut plus être recommandé pour réaliser des cystomanométries [14, 22].

- **Le remplissage vésical par un liquide** peut être réalisé par simple déclivité grâce à une poche placée sur un pied à perfusion. Ce montage ne permet pas un remplissage à vitesse constante et est influencé par la pression vésicale. De hautes pressions vésicales, par exemple chez une patiente neurologique, auront pour conséquences de ralentir ou d'interrompre le remplissage. Il est préférable de remplir la vessie par une pompe, généralement à galets, assurant un débit de remplissage connu et constant quelles soient les pressions vésicales.

**Le volume infusé dans la vessie doit être parfaitement connu.** Ce volume peut être mesuré par un système de pesée de la poche de perfusion, la différence de poids correspondant au volume perfusé. Le volume infusé peut également être déterminé grâce à une pompe à galets, un tour de pompe à galets correspondant à un volume connu. Ce système impose d'utiliser des tubulures parfaitement adaptées à la pompe à galets utilisée. Des tubulures de calibre inadapté conduiront à une mesure inexacte. Le nombre de tours de pompe à galets détermine un volume perfusé même si la poche de liquide d'irrigation est vide. Il est indispensable de toujours s'assurer qu'il reste du liquide à perfuser. Les recommandations concernant l'étalonnage de la pompe de perfusion sont résumées dans l'annexe 2.

**La vitesse de perfusion du liquide a une grande importance.** Le remplissage physiologique de la vessie est en moyenne de 1 à 2 ml/mn. Un remplissage trop rapide risque de déclencher des contractions non inhibées du détroiseur ou de conduire à une mesure de la compliance ou de la capacité vésicale sous-évaluée. Une vitesse de remplissage de 30 à 50 ml/mn peut être recommandée [23]. L'exploration de vessies neurologiques ou douloureuses peut requérir une vitesse de remplissage plus lente comprise entre 10 et 20 ml/min.

Certains utilisent des remplissages rapides (100 ml/mn) comme test de stimulation lorsqu'une contraction détrusorienne suspectée n'a pas été détectée lors d'une cystomanométrie classique.

**Le liquide de perfusion utilisé est habituellement à température ambiante,** certains préférant un liquide à 37°. Un liquide trop froid doit être évité car il peut déclencher des contractions détrusoriennes [22]

## Capteurs

Les capteurs choisis pour mesurer la pression vésicale sont soit des capteurs à eau, soit des capteurs électroniques.

- **Les capteurs à eau** sont les plus utilisés. Ils doivent être purgés de toute bulle d'air. Il existe parfois des variations des résultats en fonction des différents lots de fabrication. Ces capteurs doivent être raccordés au cathéter par des prolongateurs non expansibles, n'altérant pas les temps de réponse (longueur et diamètre adaptés). Les recommandations concernant l'étalonnage des capteurs perfusés sont résumées dans l'annexe 2.
- **Les capteurs électroniques** [24] transforment une pression en un signal électrique. Ils sont très fiables avec une bonne exactitude et une bonne réponse dynamique. La mesure qu'ils effectuent est indépendante de la pression hydrostatique. Ils sont, par contre, coûteux, fragiles et posent le problème de leur décontamination/stérilisation, des

procédures de nettoyage correctes étant peu compatibles avec une durée de vie prolongée des capteurs.

- **Les cathéters à ballonnets** sont remplis à l'air et commercialisés sous le nom T-doc®. Il comporte 2 petits ballonnets remplis à l'air, montés sur le cathéter. Leur précision semble bonne dans une enceinte manométrique de pression telle que la vessie.

## **Voies de mesure de la pression vésicale**

La pression vésicale peut être mesurée par voie urétrale ou par voie sus-pubienne.

### **Voie urétrale**

L'influence du cathéter urétral sur la miction a été bien documentée chez l'homme. Celle-ci est d'autant plus grande que le cathéter est de gros calibre (10 CH : - 2 à - 3,4 ml/s ; 6 CH : - 1,7 ml/s ; 5 CH : - 1,5 ml/s). Chez la femme, l'effet d'un cathéter urétral sur le déroulement de la miction ne peut être méconnu. Groutz [25] a montré qu'un cathéter urétral 7 CH diminuait significativement le débit maximum, augmentait significativement le temps de la miction et conduisait fréquemment à une miction en plusieurs fois. Baseman [26] a montré, sur une série de 21 patientes continentales, que la présence d'un cathéter urétral 6 CH diminuait le débit maximum de 6,4 ml/s à 7,4 ml/. Outre l'effet obstructif, le cathéter urétral peut induire des phénomènes réflexes ou psychogènes plus difficilement identifiables.

Un cathéter à deux voies est volontiers utilisé. Une voie est réservée au remplissage, l'autre permettant la prise de la pression vésicale lors de la cystomanométrie et la prise de la pression urétrale lors de la profilométrie (fig. 2). Afin de limiter l'influence du cathéter sur la miction, on peut utiliser 2 cathéters, l'un servant au remplissage retiré en fin de remplissage, l'autre de CH 4 ou 5 permettant la mesure de la pression vésicale.

Il est aussi possible d'utiliser un cathéter 3 voies permettant le remplissage et la mesure de la pression vésicale ou urétrale sans aucune déconnexion ou manipulation (fig. 3).

### **Voie sus-pubienne**

Afin d'éviter l'interaction complexe du cathéter urétral sur le fonctionnement vésical, la voie sus-pubienne a été proposée. Elle nécessite soit un cathéter 2 voies mis en place avec un trocard déchirable, soit un cathéter mis en place par voie sus-pubienne permettant de mesurer la pression vésicale et un cathéter urétral de remplissage retiré avant la miction, soit un cathéter une voie sus-pubien servant à remplir la vessie et à mesurer la pression vésicale (débit de perfusion constant et faible et adapté à la perte de charge du cathéter utilisé).

La voie sus-pubienne est beaucoup plus invasive et retentit aussi sur le comportement vésical (diminution de la contractilité vésicale à l'origine d'une diminution du débit mictionnel).

La voie sus-pubienne doit être réservée à des indications exceptionnelles chez la femme.

## **Fixation de la sonde**

Afin d'éviter l'expulsion de la sonde lors de la miction, il est indispensable de la fixer solidement. La patiente peut également tenir elle-même le cathéter pendant l'examen.

## **Mesure de la pression abdominale**

La pression abdominale est enregistrée simultanément à la pression vésicale. Son site d'enregistrement est le rectum. Le cathéter utilisé préférentiellement est une sonde à ballonnet. Ce cathéter évite les artefacts de mesure dans le rectum liés à la présence de gaz, liquides et matières solides. Il doit être rempli à 10-20% de son élasticité, le surremplissage provoquant un artefact. Il ne doit pas être lubrifié à l'huile de vaseline pour éviter sa fragilisation.

Il est aussi possible d'utiliser une sonde lentement perfusée (< 2 ml/min). Cette sonde a l'inconvénient de pouvoir être obstruée par des matières et conduit pour la patiente au désagrément de la perfusion de liquide dans le rectum.

## **Affichage des résultats et précision des mesures**

Le document final doit répondre aux exigences suivantes :

- Pouvoir apprécier une variation de pression sur les courbes d'au moins 5 cm d'eau
- Afficher les échelles de pression, de temps, de volume de remplissage, de débit.
- Afficher la totalité des courbes.

## Recommandations sur les conditions de réalisation de l'examen :

Comme toute mesure scientifique, le matériel doit être régulièrement étalonné.

Le montage du matériel doit être rigoureux et les tubulures non coudées, exemptes de bulle ou de fuite.

La solution idéale est d'utiliser exclusivement du matériel à usage unique mais le coût élevé du "tout usage unique" a conduit les fabricants à proposer une partie du matériel pour chaque séance (poches de perfusion, tubulures reliant les poches aux capteurs et à la pompe, capteurs) et une partie pour chaque patiente (prolongateur reliant les capteurs à la sonde, tubulure de remplissage, valves anti-retour, sonde).

- La position dans laquelle est réalisée la cystomanométrie est variable d'un laboratoire d'urodynamique à l'autre (position couchée, gynécologique, assis, debout). La position assise est recommandée afin d'obtenir facilement une phase mictionnelle.
- Après avoir réalisé une débitmétrie, la sonde urétrale est posée.
- Le résidu post-mictionnel est mesuré.
- La sonde rectale est mise en place et fixée.
- La patiente est installée dans la position de l'examen.

## **Mise à zéro et niveau de référence [27]**

La mise à zéro doit être effectuée alors que le capteur, le prolongateur rigide perfusé ou l'extrémité du cathéter est ouvert à la pression atmosphérique.

Le niveau de référence est le bord supérieur de la symphyse pubienne. Afin d'éviter l'influence de la pression hydrostatique, les capteurs doivent être placés à ce niveau de référence.

Il est déconseillé d'effectuer la mise à zéro sonde en place connectée. Cette pratique rend la pression de base inconnue, interdit toute comparaison d'un centre à l'autre. Enfin, en raison du relâchement habituel de la patiente après quelques minutes d'examen conduisant à une baisse des pressions abdominales et vésicales, cette mise à zéro initiale peut conduire à une pression détrusorienne négative !

Il est utile de s'assurer que l'élévation d'une vingtaine de centimètres de l'extrémité des prolongateurs se traduit effectivement par une variation cohérente des pressions enregistrées. Les tubulures sont alors connectées aux sondes et le remplissage débuté. Il est recommandé après quelques dizaines de ml de remplissage puis régulièrement de demander à la patiente de tousser afin de s'assurer que l'élévation de pression abdominale apparaît simultanément et avec la même amplitude sur la voie vésicale et abdominale. Ce test permet de vérifier l'absence d'anomalie sur le montage.

Les paramètres couramment mesurés simultanément lors de la cystomanométrie sont la pression intravésicale **P<sub>v</sub>** (pression régnant à l'intérieur de la vessie), la pression abdominale **P<sub>abd</sub>** (pression autour de l'enceinte vésicale, habituellement estimée à partir du rectum ou du vagin), la différentielle pression vésicale - pression abdominale appelée pression détrusorienne **P<sub>det</sub>** (part de la pression intravésicale déterminée par les forces actives et passives exercées par la paroi vésicale), le volume perfusé.

Interprétation de l'examen : (fig. 4)

### **Volume résiduel**

Il doit être inférieur à 10 % du volume mictionnel. Le volume résiduel doit toujours être mesuré juste après la miction. Un volume résiduel élevé doit toujours être interprété avec prudence et contrôlé à plusieurs reprises. Lors de mesures répétées, le volume résiduel le plus bas doit toujours être choisi. Une seule mesure d'un résidu post-mictionnel nul permet d'affirmer que la patiente vide complètement sa vessie ce qui ne signifie pas forcément qu'elle ne présente pas une hypo-contractilité vésicale ou un obstacle. La mesure du volume résiduel est sujette à caution chez les patientes porteuses de diverticules vésicaux ou de reflux vésico-urétéral.

### **Pression détrusorienne de base**

Elle correspond à la pression régnant dans la vessie lorsqu'elle est vide. Elle est normalement inférieure à 20 cm H<sub>2</sub>O. L'obésité ou le port d'un corset peut augmenter la pression vésicale de base.

### **Perception du besoin**

La perception du besoin d'uriner est habituellement analysée lors de la cystomanométrie.

On décrit la première sensation de remplissage vésical (anciennement premier besoin B1) correspondant à la première sensation que le patient a lors du remplissage. Il est normalement

perçu à environ 50% de la capacité vésicale (entre 150 et 250 ml). Le premier besoin d'uriner (anciennement deuxième besoin B2) « normal » survient à environ 75% de la capacité vésicale (vers 300 à 350 ml) et correspond à une première sensation de besoin de miction mais que le patient peut aisément différer. Le besoin intense d'uriner (anciennement troisième besoin B3) « besoin d'uriner persistant » se situe entre 400 et 500 ml de remplissage (90% de la capacité vésicale).

En réalité, l'analyse de la perception du besoin d'uriner est fort discutable. Il est difficile de faire comprendre au patient à quoi correspondent exactement ces besoins. La sonde urétrale en place peut modifier les perceptions habituellement ressenties. Enfin, la reproductibilité de ce paramètre a été peu documentée.

En pathologie, la vessie peut être hypersensible (première sensation et/ou besoin intense trop précoce), hyposensible (sensation diminuée de remplissage vésical) voire ne percevoir aucun besoin. La perception du besoin peut s'accompagner anormalement de douleurs ou d'urgenterie (besoin d'uriner soudain et irrésistible)

### **Activité du Détrusor**

Normalement lors du remplissage vésical, la pression augmente très progressivement. Il est possible d'inhiber toute activité détrusorienne jusqu'à une miction programmée. La survenue de contractions détrusoriennes involontaires pendant la phase de remplissage définit l'hyperactivité détrusorienne. Ces contractions peuvent survenir spontanément ou à la suite d'épreuves de stimulation (changement de position, audition d'eau qui coule, immersion des mains dans l'eau, test à l'eau glacée, ...) [14, 21]. Chez des patientes présentant des signes cliniques d'hyperactivité vésicale, la contraction vésicale ne surviendrait spontanément que pour une patiente sur 2. L'immersion des mains dans l'eau révélerait la contraction pour 20% des patientes. Le meilleur test de stimulation serait de s'asseoir sur les toilettes vessie pleine (68%).

Initialement l'International Continence Society exigeait une variation de pression d'au moins 15 cm H<sub>2</sub>O pour affirmer une contraction non inhibée du détrusor. Cette définition, assez réductrice, a été assouplie par la suite. Toute variation de pression non artefactuelle peut être considérée comme une contraction [14, 21]. Il est très important de noter les symptômes ressentis pendant la contraction.

Deux types d'hyperactivité détrusorienne sont décrits :

l'hyperactivité détrusorienne phasique (survenue d'ondes de contractions caractéristiques quelles que soient leur durée ou leur amplitude, qu'elles entraînent ou non une fuite, qu'elles soient ou non perçues par la patiente).

l'hyperactivité détrusorienne terminale (survenue d'une contraction détrusorienne involontaire non inhibable apparaissant à la capacité maximale cystomanométrique et entraînant souvent des fuites voire une vidange vésicale).

L'interprétation de ces contractions détrusoriennes est délicate. Lors de cystomanométries de remplissage chez des volontaires sains, des contractions sont observées chez 10% des patientes. Ce taux est de 45% lors de bilans urodynamiques ambulatoires. Chez des patientes présentant des signes cliniques d'hyperactivité vésicale, des contractions ne sont pas toujours enregistrées lors de la cystomanométrie. Digesu [28] estime que l'enregistrement de contractions détrusoriennes lors de la cystomanométrie pour le diagnostic d'hyperactivité

vésicale à une sensibilité de 54%, une spécificité de 68%, une valeur prédictive positive de 28% et une valeur prédictive négative de 86%.

Par définition, l'hyperactivité détrusorienne secondaire à une cause neurologique est appelée hyperactivité détrusorienne neurogène. L'hyper-activité détrusorienne sans cause urologique ou neurologique est appelée « hyper-activité détrusorienne idiopathique » (anciennement instabilité détrusorienne).

L'hypo ou l'acontractilité détrusorienne ne sont pas recherchées pendant la cystomanométrie de remplissage mais pendant la phase mictionnelle.

### **Capacité vésicale "urodynamique"**

Elle se définit comme le volume vésical obtenu à la fin de du remplissage lorsque la miction est autorisée. La raison de la fin du remplissage doit être précisée (besoin habituel d'uriner ?). Cette capacité correspond à la somme du volume uriné et du résidu post mictionnel.

La mesure de la capacité vésicale cystomanométrique se heurte parfois à quelques difficultés [21]. En l'absence de sensibilité vésicale, la capacité vésicale cystomanométrique correspondra au moment où le remplissage sera arrêté par l'opérateur en raison d'une élévation importante de la pression détrusorienne, de douleurs. En présence de miction incontrôlée, elle correspondra au volume juste avant la miction. En présence d'une insuffisance sphinctérienne, elle pourra être mesurée en obturant le col vésical grâce à une sonde à ballonnet.

Cette capacité vésicale cystomanométrique peut être différente de la capacité vésicale fonctionnelle mesurée par un calendrier mictionnel.

### **Compliance vésicale**

La compliance vésicale est le témoin de la propriété de la vessie de s'adapter au remplissage. Une vessie normalement compliant peut voir son volume augmenter beaucoup en modifiant peu sa pression. Cette propriété est liée aux qualités visco-élastiques de la paroi vésicale mais aussi à son contrôle neurologique [23]. Elle permet d'éviter de hautes pressions vésicales et de protéger le haut appareil urinaire.

Sa mesure correspond au rapport  $\Delta V / \Delta P$  (variation de volume / variation de pression détrusorienne) et s'exprime en ml/cm d'eau. Pour la calculer, l'ICS recommande d'utiliser deux points. Ces deux points doivent être en dehors d'un artefact ou d'une contraction : le point de départ de l'examen (volume nul, pression détrusorienne de base) et le point de fin de remplissage (capacité cystomanométrique maximale, pression détrusorienne à la capacité cystomanométrique maximale) avant le début de la contraction détrusorienne. Cette méthode ne peut être utilisée lorsque le rapport  $\Delta V / \Delta P$  évolue pendant le remplissage vésical. Plus qu'une valeur de compliance il est alors plus judicieux de signaler cette évolution (par exemple compliance initiale normale, anomalie de la compliance terminale).

Les vessies à compliance abaissée sont les plus dangereuses car elles menacent le haut appareil. Elles peuvent être consécutives à une maladie urologique altérant les propriétés visco-élastiques de la paroi vésicale ou à une atteinte neurologique.

La mesure de la compliance vésicale est influencée par la vitesse de remplissage (une vitesse de remplissage élevée peut diminuer la compliance), par l'endroit sur la courbe de

cystomanométrie où elle est mesurée, et peut être faussée par l'existence de fuites au cours de la cystomanométrie notamment en cas d'insuffisance sphinctérienne [14].

La valeur normale de la compliance n'est pas consensuelle. Pour certains auteurs elle doit être comprise entre 30 et 50 [23]. Pour d'autres, elle doit être d'au moins 12,5 ml/cm H<sub>2</sub>O [14].

Afin d'étudier au mieux les vessies à haute pression, certains auteurs recommandent de prendre en considération compliance vésicale et Detrusor Leak Point Pressure [21].

### **Reproductibilité de la cystomanométrie de remplissage**

- A court et moyen terme (même session ou délai de moins de 4 semaines entre les deux examens), il est constaté une augmentation des volumes des besoins et de la capacité vésicale de 30 à 50 ml. Cette variation est proche de la variation intra-individuelle estimée entre 50 à 60 ml. Le taux d'hyperactivité détrusorienne détectée diminue de 10%. Ces variations sont vraisemblablement liées à l'adaptation des patientes à l'examen et à un effet d'apprentissage [29, 30].
- A 2 ans, ces variations ont disparu [31].
- Une grande variabilité des résultats est constatée d'un laboratoire d'urodynamique à un autre témoignant des différences des pratiques et des appréciations : première sensation de besoin perçue entre 100 et 350 ml, capacité vésicale évaluée entre 340 et 570 ml, taux d'hyperactivité détrusorienne variant de 11 à 17% [1].
- Concernant l'interprétation de l'examen, Venhola rapporte que 4 praticiens expérimentés évaluant des courbes d'urodynamique pratiquées chez des enfants ont une interprétation différente une fois sur 4 [32].

### **LES ETUDES PRESSION - DEBIT**

Le diagnostic d'obstruction est posé beaucoup moins souvent chez la femme que chez l'homme. Pourtant ce diagnostic est loin d'être rare (2,7 à 8 % dans des séries étudiant des patientes consultant pour des symptômes du bas appareil urinaire) [17, 18, 33]. Prolapsus génital, chirurgie de l'incontinence, sténose urétrale en sont les principales causes.

Comme chez l'homme, le diagnostic d'obstruction est difficile à établir chez la femme. Les données cliniques, radiographiques, échographiques, débitométriques peuvent apporter un certain nombre d'arguments. Elles ne sont malheureusement pas suffisamment fiables pour établir un diagnostic de certitude. C'est pourquoi certains auteurs ont proposé des études pression-débit par analogie à ce qui est utilisé chez l'homme.

Si le principe et la méthodologie des mesures peuvent être identiques aux procédures utilisées chez l'homme, il est évident que les données de référence choisies ne peuvent être celles couramment appliquées au sujet masculin. En effet, pour des raisons anatomiques évidentes, les pressions mictionnelles sont beaucoup plus basses chez la femme. On peut d'ailleurs admettre qu'une femme ne présentant aucune plainte clinique urinant avec un débit maximum normal sans résidu post-mictionnel avec une variation minimale de la pression mictionnelle soit considérée comme normale. Cette faible variation de la pression mictionnelle témoigne simplement de résistances cervico-urétrales basses.

Il est classique d'analyser l'obstruction par une analyse pression-débit. La méthodologie particulière des études pression débit figure dans l'annexe 3.

L'analyse pression-débit met en relation la pression détrusorienne avec le débit mictionnel. Elle n'est interprétable qu'en dehors de toute poussée abdominale pendant la miction. Il n'existe aujourd'hui pas d'abaques fiables permettant de catégoriser les patientes obstruées ou non obstruées. La mesure de la pression vésicale pendant la miction permet :

- De vérifier que la vessie est contractile ou non
- D'apprécier une obstruction en cas de débit mictionnel faible avec une forte pression vésicale
- De dépister des efforts de poussée abdominale.

## LES MESURES DES PRESSIONS DE FUITE

**La pression détrusorienne de fuite (PDF)** se définit comme la pression détrusorienne minimale à partir de laquelle apparaît une fuite d'urines en l'absence de contraction détrusorienne véritable ou d'augmentation de la pression intra-abdominale [7, 34]. Sa valeur dépend de la compliance vésicale et de la résistance urétrale. Une PDF élevée est corrélée avec un risque élevé de retentissement sur le haut appareil.

**La pression abdominale de fuite (PAF)** se définit comme la pression intra-vésicale à partir de laquelle apparaît une fuite urinaire lors d'une augmentation de la pression abdominale, en l'absence de contraction détrusorienne [7, 34]. La pression abdominale de fuite lors de l'effort de Valsalva est appelée **Valsalva Leak Point Pressure (VLPP)**. La pression abdominale de fuite lors de l'effort de toux est appelée **Cough Leak Point Pressure**. Ces tests ont pour but d'étudier globalement la résistance urétrale. Ainsi une PAF basse témoignerait d'une insuffisance sphinctérienne.

La mesure des pressions de fuite est effectuée lors d'une cystomanométrie à l'eau durant la phase de remplissage vésical. Si le principe de définir la pression à laquelle se produit une fuite d'urines paraît simple, la méthodologie de réalisation de la mesure est plus complexe car dépendante de nombreux paramètres :

### Paramètres susceptibles de faire varier la mesure

La mesure des pressions de fuites peut être influencée par de nombreux paramètres :

**Le calibre du cathéter** utilisé influence la mesure de la PDF [35] Plus le cathéter était important, plus le DLPP élevé, probablement par un effet obstructif.

Le calibre du cathéter utilisé influence aussi la mesure de la PAF. Bump [36, 37] montra que le VLPP était significativement plus élevé en utilisant un cathéter 8 CH qu'un cathéter 3 CH. Cependant, certaines patientes voyaient paradoxalement leur VLPP diminuer en utilisant un cathéter de plus gros calibre. Ces variations montrent, une fois de plus, les interactions complexes et pas toujours prévisibles d'un cathéter sur l'urètre.

**Lieu d'enregistrement des pressions :** La mesure de la PDF est toujours effectuée dans la vessie. Par contre, la mesure du VLPP a pu être réalisée dans la vessie, le vagin ou le rectum. La mesure rectale permet d'éviter l'effet obstructif d'un cathéter urétral. Mais, elle ne permet pas de détecter des contractions non inhibées éventuelles du détrusor. Le rectum est, d'autre part, animé de contractions péristaltiques et rempli d'un contenu hétérogène (gaz, matières solide et liquide) peu propice à une mesure fiable de pression. Bump [37] affirme que la

mesure du VLPP en ces différents sites n'est pas identique et semble préférer le site vésical. Payne [38] retrouve des pressions plus élevées en utilisant un cathéter urétral et préfère le site rectal également préconisé par le comité de standardisation de la SIFUD [39].

**Position de la patiente :** Aucune étude ne compare la mesure du VLPP dans les différentes positions possibles. La position idéale la plus proche des conditions physiologiques est la position debout. Pour des raisons pratiques évidentes, tant de bonne fixation de la sonde que de confort de l'opérateur, le VLPP est le plus souvent réalisé en position assise ou semi-assise.

**Volume de remplissage vésical (VLPP) :** Pour la plupart des auteurs [40, 41, 42], il existe une relation inversement proportionnelle entre VLPP et remplissage vésical. Cette relation serait liée à une fatigabilité sphinctérienne lors de l'examen, à une élévation de la pression vésicale lors du remplissage, à une infundibulisation progressive du col vésical. Pour d'autres auteurs [43] il n'existerait aucune corrélation entre degré de remplissage vésical et VLPP. Le comité de standardisation de la SIFUD [39] recommande de pratiquer la mesure du VLPP à 200 ml de remplissage ou à 50% de la capacité vésicale lorsqu'il s'agit d'une petite vessie. Si le test est négatif, il sera répété tous les 100 ml jusqu'à la capacité vésicale maximale.

**Type d'effort de poussée abdominale (PAF) :** Selon Bump [37], la mesure de la PAF serait plus élevée lors d'un effort de toux que lors d'une manœuvre de Valsalva. La plupart des auteurs et certaines sociétés savantes [37] préconisent le choix de la manœuvre de Valsalva. En effet, la toux entraîne une variation de pression abdominale très rapide, importante et fugace, donc difficilement mesurable. D'autre part, l'effort de toux s'accompagne normalement d'une contraction périnéale réflexe concourant à élever le seuil de fuites à l'effort [44].

**Mode de détection des fuites :** Le mode de détection de la fuite est essentiel. La technique initiale du VLPP utilisait une détection vidéoscopique. La vessie était initialement remplie de produit de contraste et l'effort de poussée réalisé sous contrôle scopique. Cette technique est reproductible [45] et permet une analyse rétrospective. Elle a pourtant l'inconvénient de nécessiter un investissement très coûteux pour un test présenté comme simple. La détection visuelle de la fuite semble préférable. Elle peut être facilitée par la coloration des urines par du bleu de méthylène.

**Mode de transmission des données :** Pour des raisons humaines et techniques évidentes, la pression enregistrée ne peut correspondre exactement à l'instant précis où se produit la fuite. Il existe en effet un délai incompressible entre la survenue de la fuite, la visualisation de la fuite par l'opérateur et le relevé de la pression à laquelle elle se produit. Il existe aussi un certain délai de transmission entre le cathéter mesurant la pression et l'unité informatique. Ces délais inévitables sont de l'ordre de quelques dixièmes de secondes et ne peuvent être méconnus.

**Variations liées à la patiente :** Certaines patientes ne peuvent réaliser un effort de Valsalva suffisant pour entraîner une fuite d'urines [37, 46]. Le test sera donc considéré comme faussement négatif. La plupart des auteurs [47, 48, 49] considèrent qu'une volumineuse cystocèle, par l'effet obstructif et par l'amortissement des pressions qu'elle entraîne, rend inapplicable la mesure du VLPP. Le test sera soit négatif, soit surévalué, non par les forces de clôture urétrale mais par les conditions anatomiques particulières liées au prolapsus génital.

### Recommandations sur les conditions de réalisation de l'examen :

En 1998, la Sifud a proposé les conditions suivantes pour réaliser un VLPP [39] :

Position demi assise, capteur intra-rectal, test réalisé indépendamment ou au décours de la cystomanométrie, volume de remplissage 200 ml, type d'effort – poussée abdominale standardisée par mesure (éventuellement enregistrée) de la pression expirée dans un manomètre (paliers de 10 en 10 mm de mercure jusqu'à 40 mm de mercure), visualisation directe de la fuite.

Le test est contre-indiqué en cas de prolapsus à la vulve ou extériorisé, de pneumothorax.

Pour l'interprétation, en cas de test positif (présence de fuite), donner la valeur la plus basse des trois, en cas de test négatif (absence de fuite), donner la valeur maximale de poussée abdominale atteinte.

### Recommandations pour l'interprétation de l'examen :

- Reproductibilité : Bump [36, 37] a démontré que la mesure du VLPP était reproductible chez 80 % des patientes avec néanmoins des variations individuelles difficiles à prédire, parfois très importantes. Heritz [47] considère le test comme parfaitement reproductible inter ou intra-examineur. Griffiths [1] estime que la reproductibilité du test est faible du fait des variations biologiques et de la technique elle-même.

Pression détrusorienne de fuite : sa mesure a pour objectif de détecter essentiellement, dans la population neurologique, les patientes à risque de dégrader leur haut appareil urinaire. La valeur de 40 cm H<sub>2</sub>O paraît être la valeur seuil pour ce risque [48, 50].

Pression abdominale de fuite : sa mesure a pour but d'évaluer de manière globale la fonction sphinctérienne chez la femme. McGuire [51] et Nitti [52] étudiant des femmes incontinentes par examen vidéo-urodynamique ont constaté que lorsque le VLPP était inférieur à 60 cm H<sub>2</sub>O, l'incontinence urinaire était préférablement liée à une insuffisance sphinctérienne. Au delà de 90 cm H<sub>2</sub>O, elle était liée à une hypermobilité cervico-urétrale. Entre 60 et 90 cm H<sub>2</sub>O, l'incontinence urinaire était liée à l'association de ces deux causes. Ces constatations ont conduit à proposer ce test comme aide au diagnostic d'incontinence urinaire d'effort féminine. Aucune publication à ce jour n'a cependant montré l'intérêt de ce test dans le choix thérapeutique ou une amélioration des résultats thérapeutiques en fonction de la valeur du VLPP.

- Comparaison pression abdominale de fuite et pression urétrale : de nombreuses publications ont porté sur la comparaison de la mesure de la pression urétrale et du VLPP censés évaluer la fonction sphinctérienne. Mac Guire [51], comparant ces deux tests chez 125 femmes incontinentes, concluait qu'ils n'étaient pas corrélés. Cependant, aucune donnée statistique ne venait préciser cette conclusion. Sultana [53] démontrait, au contraire, une corrélation statistiquement significative. Le VLPP permettait de prédire de basses pressions urétrales avec une sensibilité de 100 % et une spécificité de 34,7 %. Swift [54] étudiait l'aptitude du VLPP à détecter une pression de clôture maximale de l'urètre (P<sub>cmu</sub>) inférieure à 20 cm d'eau en fonction de différentes valeurs seuil. Pour un VLPP de 45 cm d'eau, le test avait une très bonne spécificité (90 %) et une sensibilité correcte (80 %). Pour un VLPP de 60 cm d'eau, le test avait une excellente sensibilité (90 %).

%) mais une mauvaise spécificité. Le choix de la valeur seuil est donc essentiel selon que l'on souhaite disposer d'un outil de dépistage ou de diagnostic précis d'une Pcmu basse. Théofrastous [55] quant à lui démontra que, lorsque la fuite d'urines survenait lors d'une manoeuvre de Valsalva sur une vessie peu remplie, la Pcmu était en règle basse.

Aucun argument ne permet d'affirmer la supériorité du VLPP ou de la mesure de la pression urétrale pour évaluer la fonction sphinctérienne. Ces deux tests évaluent l'urètre de manière différente et apportent des renseignements complémentaires, l'insuffisance sphinctérienne ne pouvant être affirmée sur un argument clinique ou para-clinique mais sur un faisceau d'arguments [56, 57, 58].

La réalisation du VLPP ne peut être recommandée en pratique clinique quotidienne.

## **MESURE DE LA PRESSION URETRALE**

Elle consiste à enregistrer la pression tout au long de l'urètre par l'intermédiaire d'un cathéter retiré progressivement de la vessie au méat urétral. Cette pression peut être mesurée dans des conditions de repos (mesure statique) ou lors de manoeuvres particulières telles que l'effort de retenue ou la toux (mesure dynamique). La mesure de la pression urétrale permet d'évaluer de manière globale l'ensemble des forces occlusives appliquées à l'urètre (force musculaire lisse et striée, vascularisation, tissu urétral et péri-urétral) [59].

Le but de cette mesure est de tenter de connaître la fonction sphinctérienne urétrale dont l'appréciation est difficile cliniquement ou par d'autres examens complémentaires endoscopique, radiographique ou échographique. L'évaluation du sphincter urétral est pourtant essentielle car de nombreuses publications ont montré que les techniques usuelles de correction de l'incontinence urinaire d'effort féminine avaient de mauvais résultats lorsque la fonction sphinctérienne était médiocre.

### Recommandations sur les conditions de réalisation de l'examen : [60]

La mesure du profil urétral nécessite d'enregistrer simultanément la pression dans l'urètre (Puh) et la vessie (Pv) tout au long du retrait du cathéter.

- Deux capteurs de pression sont nécessaires. Le logiciel des machines d'urodynamique calculent la différentielle pression urétrale - pression vésicale correspondant à la pression de clôture de l'urètre.
- Le cathéter est retiré au mieux par un bras de retrait automatique à vitesse connue et constante.
- Plusieurs méthodes de mesure sont utilisables :
  - Cathéters perfusés selon la méthode de Brown et Wickham [61].  
Le cathéter possède 2 voies, une pour s'ouvrant à l'extrémité du cathéter (permettant de mesurer la pression vésicale), l'autre s'ouvrant par au moins 2 orifices latéraux opposés à 5 cm de l'extrémité du cathéter (permettant de mesurer la pression urétrale).

Le cathéter est perfusé pour mesurer une résistance à l'écoulement. En effet, l'urètre étant collabé, il n'est pas possible de mesurer une pression tel qu'on peut le faire dans une enceinte manométrique. Le cathéter doit délivrer un débit constant et connu. Le fluide de perfusion utilisé préférentiellement est de l'eau distillée, le sérum physiologique pouvant par le dépôt de sel qu'il entraîne, altérer les capteurs de pression ou les régulateurs de débit. La vitesse de perfusion doit être de 2 ml/min.

- Micro-capteurs électroniques

Il élimine les erreurs dues à l'utilisation de liquide mais introduit des erreurs liées à l'orientation du transducteur monté sur le cathéter, à son poids et à sa rigidité pouvant interférer avec l'urètre. Il est réutilisable ce qui pose le problème de sa stérilisation. Par ailleurs, il est fragile et d'un coût élevé.

- Cathéters à ballonnets

Initialement remplis à l'eau, ils sont actuellement remplis à l'air et commercialisés sous le nom T-doc®. Il comporte 2 petits ballonnets remplis à l'air, montés sur le cathéter. Si leur précision semble bonne dans une enceinte manométrique de pression telle que la vessie, il semble sur-estimer la pression dans l'urètre vraisemblablement en raison de l'interaction du ballonnet avec la paroi urétrale. [62]

- Avant de débiter la mesure :

La mise à zéro des capteurs est indispensable. Si l'on utilise un capteur électronique ou à air, le « zéro » sera fait au niveau de la pression atmosphérique. Si l'on utilise des capteurs perfusés, le « zéro » sera fait au niveau de la symphyse pubienne en tenant compte de la perte de charge du matériel utilisé : (le calcul de la perte de charge d'un cathéter perfusé est résumé dans l'annexe 2)

- Si la perte de charge du cathéter perfusé à 2 ml/mn n'est pas nulle, le « zéro » devra être fait avec la sonde perfusée, les orifices de la voie urétrale étant positionnées à hauteur de la symphyse pubienne. On peut également effectuer ce « zéro » dans la vessie, la voie urétrale étant perfusée. Cette méthode ne permet pas d'apprécier la pression vésicale de base mais est suffisante pour mesurer la pression différentielle urètre-vessie.
- Si le cathéter utilisé, perfusé à 2 ml/mn, n'a pas de perte de charge, le « zéro » peut être effectué en plaçant l'extrémité des prolongateurs, voie urétrale perfusée, à hauteur de la symphyse pubienne.

L'ensemble des connexions doit être étanche, aucune bulle d'air ne devant se trouver dans les tubulures.

Lorsque les orifices urétraux de la sonde sont dans la vessie, il faut vérifier que les voies vésicale et urétrale affichent la même valeur et que lors de l'effort de toux la variation de pression est identique sur les 2 voies.

- Plusieurs retraits sont habituellement réalisés afin d'étudier la reproductibilité des mesures.

Les retraits sont effectués prolapsus réduit dans une position de repos.

- L'absence de variation de la pression urétrale lorsque le capteur est immobilisé au point où la pression urétrale est maximale permet de s'assurer de l'absence d'instabilité urétrale.

- Le profil de retenue se définit comme la variation de pression, mesurée au point où la pression urétrale est maximale, lors de l'effort de retenue.
- L'étude de la transmission des pressions se définit comme l'analyse des variations de pression dans la vessie et dans l'urètre lors de la toux à différents points du profil.

### Paramètres susceptibles de faire varier la mesure

La mesure de la pression urétrale peut être influencée par de nombreux paramètres :

**Le calibre du cathéter** utilisé n'a pas d'influence sur la mesure en dessous de charrière 12 [63].

**Les capteurs électroniques ou les capteurs perfusés monotrou** mesurent la pression urétrale en un point. L'orientation du capteur modifie le résultat obtenu. La longueur fonctionnelle mesurée à 12 heures est plus courte que celle mesurée à 6 heures, la pression urétrale mesurée à 12 heures est plus élevée que celle mesurée à 6 heures [64]. Afin d'éviter l'effet d'orientation du cathéter, il est recommandé d'utiliser des cathéters perfusés multitrou effectuant une mesure circonférentielle et évitant cet effet d'orientation [60].

**Les cathéters perfusés** ne mesurent pas une pression mais mesurent une résistance à l'écoulement. Ainsi un trouble de la compliance urétrale peut se traduire par un pic de pression simulant une activité sphinctérienne [60, 65].

**La vitesse de perfusion** des cathéters est habituellement de 2 ml/mn [61, 63, 66]. Trop lente la perfusion peut réduire l'amplitude du profil, trop rapide elle peut fausser le résultat.

**La vitesse de retrait** du cathéter a peu d'influence sur le profil urétral lorsqu'elle est lente. La vitesse de retrait habituellement utilisée est de 1 mm/s [60].

**Le remplissage vésical** entraîne une augmentation de la pression urétrale [67, 68, 69, 70]. Chez la femme non ménopausée, non incontinente à l'effort, la pression urétrale augmente au fur et à mesure du remplissage vésical. Cette augmentation n'est pas retrouvée chez la femme incontinente à l'effort [71, 72, 73, 74].

**La position de la patiente** n'est pas sans conséquence sur la mesure du profil urétral. Chez la femme continente à l'effort, la pression de clôture urétrale est plus élevée en position debout qu'en position couchée [75], cette augmentation n'étant pas retrouvée chez la femme incontinente à l'effort. Pour Bhatia [71], le passage de la position couchée à la position debout entraîne une diminution de la pression urétrale.

**L'extériorisation d'un prolapsus** ne modifie pas, selon Schussler [76], la pression urétrale au repos. Elle peut, par contre, par son effet pelote masquer une incontinence urinaire à l'effort. Il est recommandé de réaliser le profil urétral prolapsus réduit.

**La mesure urétrale** est enfin influencée par le statut hormonal de la femme [77], la grossesse [78], l'accouchement [63, 79], une activité intellectuelle pendant l'examen [80], l'anesthésie

générale avec curarisation [81] et certains traitements agissant sur les récepteurs alpha cervico-urétraux.

#### Paramètres déterminés par l'examen : (fig. 5) [7, 34]

Pression urétrale : pression de perfusion nécessaire pour ouvrir un urètre fermé.(termino ICS, standard uréthro) Elle s'exprime en cm d'eau.

Profil de pression urétrale : courbe indiquant la pression intraluminaire tout au long de l'urètre

Pression urétrale maximale : pression maximale mesurée sur le profil urétral

Pression de clôture urétrale : différence entre pression urétrale et pression vésicale

Pression de clôture urétrale maximale : différence entre la pression urétrale maximale et pression vésicale

Longueur fonctionnelle urétrale : longueur de l'urètre pendant laquelle la pression intra-urétrale excède la pression vésicale. Elle s'exprime en cm.

Ratio de transmission des pressions vésicales à l'urètre : rapport exprimé en pourcentage entre l'augmentation de la pression urétrale et l'augmentation de la pression intravésicale lors d'un effort. Cette mesure est effectuée tout au long de l'urètre.

Pression de clôture urétrale en retenue : elle permet d'apprécier le gain de pression urétrale en retenue et de dépister une inversion de commande périnéale (augmentation de la pression vésicale liée à une poussée abdominale).

#### Recommandations pour l'interprétation de l'examen :

Il est indispensable d'indiquer les conditions de réalisation de l'examen : position de la patiente, volume de remplissage vésical, type de capteur utilisé, type du cathéter utilisé (taille, nombre de voies, nombre et orientation des trous), débit de perfusion des capteurs, type et vitesse de retrait du cathéter (manuelle, automatique), état des prolapsus.

- Longueur fonctionnelle urétrale : sa normale est de  $3 \pm 0,5$  cm. Ce paramètre, populaire dans le milieu gynécologique, est en réalité peu fiable. Il ne peut être utilisé comme critère diagnostique de l'incontinence urinaire féminine en raison de chevauchements de valeurs entre femmes continentales et incontinentes [63, 66]. La colposuspension augmente la longueur fonctionnelle [77, 82] de l'urètre mais sa mesure ne peut être considérée comme critère pronostique dans la mesure où il n'existe aucune corrélation entre la valeur de la longueur fonctionnelle et le résultat post-opératoire [83].
- Pression urétrale maximale : elle est corrélée à l'âge. Certains auteurs proposent pour définir les valeurs normales "des formules" (pression urétrale maximale =  $92 - \text{l'âge}$  [84]), d'autres des intervalles de valeur par tranche d'âge [85] ( 20 - 39 ans :  $53,5 \pm 10,6$  ; 40 - 49 ans :  $49,1 \pm 12,4$  ; 50 à 59 ans :  $44,5 \pm 9,3$  ; 60 - 69 ans :  $43,5 \pm 15,7$ ). On admet

cependant qu'une valeur inférieure à 30 cm H<sub>2</sub>O témoigne d'une insuffisance sphinctérienne

L'interprétation de la mesure de la pression urétrale nécessite de tenir compte d'une grande variabilité d'une mesure à l'autre, bien démontrée par de nombreux auteurs [64, 86, 87, 88, 89].

La pression urétrale ne peut être considérée comme un test utile pour diagnostiquer une incontinence urinaire féminine. Il existe en effet de très importants chevauchements entre femmes incontinentes à l'effort et femmes continentes [43, 90]. Une pression urétrale élevée n'est par ailleurs pas obligatoirement le témoin d'une activité sphinctérienne efficace. Aucune étude prospective ne permet d'affirmer l'intérêt de la mesure de la pression urétrale pour déterminer le type de dysfonctionnement urétral à l'origine de l'incontinence [91].

Il n'y a pas de parallélisme entre la valeur de la pression de clôture urétrale et la sévérité de l'incontinence [91].

Il a été par contre bien établi qu'une pression urétrale basse (< 20 cm d'eau) est un facteur d'échec post-opératoire des techniques classiques de correction de la cervico-cystoptose [92, 93]. Cette constatation n'a cependant à ce jour pas été démontrée avec des techniques plus récentes de cure d'incontinence urinaire d'effort telle que la technique TVT. Homma [1, 14] considère que la pression de clôture urétrale n'est plus un critère prédictif valable.

- Ratio de transmission des pressions vésicales à l'urètre : l'aspect typique est un ratio proche de 100% au niveau du col vésical diminuant à 70% au niveau de l'urètre proximal pour réaugmenter à plus de 85% au niveau de l'urètre moyen et distal [1]. Une mauvaise transmission des pressions, se traduisant par un pic de pression moins élevé dans l'urètre que dans la vessie lors de l'effort de toux, définit un défaut de transmission et serait selon la théorie d'Enhoring [94] un critère diagnostique de l'incontinence urinaire d'effort par cervico-cystoptose. Cependant pour Richardson [92], ce test serait très spécifique et peu sensible alors que pour Bump [95] il serait très sensible et peu spécifique. En réalité cette mesure est influencée par de nombreux paramètres la rendant peu fiable (variation selon le lieu de mesure [96], la toux utilisée [97, 98], l'orientation du capteur [84], le remplissage vésical [35], l'extériorisation et la réduction du prolapsus), est source d'une grande variabilité individuelle [100], est peu reproductible [98, 101, 102], n'est pas corrélé au degré d'hypermobilité urétrale [103]. D'autres paramètres comme la position de la patiente [104] n'ont, par contre, pas d'influence sur la mesure du taux de transmission des pressions. Pour toutes ces raisons, cette mesure ne peut être utilisée pour analyser une incontinence urinaire d'effort [105] ni comme un critère prédictif du résultat post-opératoire [93, 106].
- Stabilité urétrale : son étude nécessite de bloquer le capteur de mesure au niveau du point du profil où la pression urétrale est maximale et d'étudier les variations de pression. Certains auteurs ont suggéré que des variations de la pression urétrale pouvaient correspondre à un phénomène pathologique et être à l'origine de symptômes urinaires [89, 107]. Cet engouement pour le concept "d'instabilité urétrale" a trouvé peu d'écho au delà des années 80. Sorensen [73] a montré qu'il existait des variations physiologiques de la pression urétrale atteignant parfois plusieurs dizaines de centimètres d'eau. Les artéfacts techniques liés au déplacement de la sonde ou de la patiente peuvent aussi simuler une instabilité urétrale. En raison de l'imprécision de ce terme, l'ICS recommande de ne plus utiliser l'expression « instabilité urétrale » [1].

## **ETUDES VIDEO URODYNAMIQUES**

Ces études consistent à coupler à la cystomanométrie une exploration morphologique du bas appareil urinaire, radiographique ou échographique. Ces études ont pour objectif d'apporter un maximum de renseignements sur le fonctionnement vésico-sphinctérien [48, 90]. Elles permettent de visualiser le niveau d'un obstacle à l'évacuation des urines, l'ouverture du col vésical, un reflux vésico-urétéral, un diverticule vésical, une hyper-mobilité urétrale, un prolapsus génital avec son retentissement sur la miction. Leur point fort est de permettre une analyse a posteriori ou une réanalyse de l'examen. Leurs points faibles sont un investissement important en raison du coût du matériel nécessaire, une irradiation non négligeable pour les études radiologiques, la possibilité d'artéfacts (modifications de la miction liées à l'hyper-viscosité du produit de contraste ou à la présence d'une sonde d'échographie endo-cavitaire) [14].

Ces études sont peu développées en France. L'intérêt d'une étude couplée vidéo-urodynamique par rapport à des examens séparés consécutifs ne paraît pas évident [23].

## **EXAMEN URODYNAMIQUE AMBULATOIRE**

Un certain nombre de critiques peuvent être formulées à l'encontre de l'examen urodynamique standard. Il s'agit d'un examen enregistrant, sur une courte durée, le fonctionnement vésico-sphinctérien dans des conditions non physiologiques (présence d'un opérateur, stress de l'examen, position imposée, remplissage rapide vésical par un liquide à température ambiante). Cet examen est d'ailleurs parfois mis en défaut pour explorer ou identifier l'origine d'un trouble fonctionnel urinaire.

L'examen urodynamique ambulatoire a pour but d'enregistrer sur une longue durée (jusqu'à 24 heures) la pression vésicale et la pression abdominale. Cet enregistrement est effectué au cours des activités normales de la vie alors que la vessie se remplit physiologiquement. Sur le plan pratique, une sonde urétrale permettant de mesurer la pression vésicale, une sonde rectale mesurant la pression abdominale, éventuellement un détecteur de fuites, sont mis en place et reliés à un boîtier miniaturisé que porte la patiente. Ce boîtier permet d'enregistrer les données avec une autonomie de plusieurs heures. La patiente peut, grâce à différents boutons placés sur le boîtier, signaler les événements éventuels se produisant lors de l'enregistrement.

La comparaison chez des volontaires sains du bilan urodynamique standard à l'examen urodynamique ambulatoire a montré les résultats suivants : lors d'un examen urodynamique ambulatoire, une hyperactivité vésicale est retrouvée deux fois plus fréquemment [14, 21, 108, 109, 110], la pression vésicale de remplissage est plus basse, la pression vésicale permictionnelle plus élevée, la capacité vésicale plus basse [14, 108, 109, 111, 112].

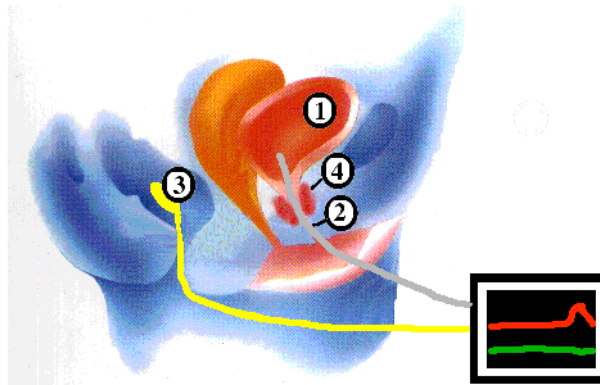
Malgré l'enthousiasme de ses promoteurs, l'examen urodynamique ambulatoire demeure un examen peu utilisé. Même s'il permet un enregistrement prolongé des paramètres vésicaux, la présence de cathéters modifie les conditions physiologiques du fonctionnement vésico-sphinctérien. La détection très fréquente de contractions vésicales non symptomatiques chez des volontaires sains amène d'ailleurs à se poser quelques interrogations. Ces contractions vésicales correspondent-elles à un phénomène physiologique ou à des artéfacts induits par les conditions de l'examen ?

La place de l'examen urodynamique ambulatoire et son intérêt réel demandent à être précisés. L'examen urodynamique ambulatoire n'est pas recommandé en pratique clinique quotidienne.

### **INDICATIONS DU BILAN URODYNAMIQUE CHEZ LA FEMME**

- L'examen urodynamique n'est pas utile pour le diagnostic d'une incontinence urinaire féminine qui demeure un diagnostic clinique.
  
- Avant toute chirurgie d'une incontinence urinaire d'effort pure, l'évaluation de la vidange vésicale par la mesure du débit maximum et du résidu post-mictionnel est recommandée. Un bilan urodynamique complet n'est pas obligatoire mais permet d'aider à établir un pronostic et à informer la patiente de son fonctionnement vésico-sphinctérien.
  
- Un examen urodynamique complet est par contre recommandé pour explorer une incontinence urinaire compliquée principalement en cas :
  - D'antécédents de chirurgie de l'incontinence urinaire
  - D'association à des urgenturies avec ou sans fuite
  - D'incontinence urinaire sévère
  - D'anomalies mictionnelles
  - De test à la toux négatif
  - De réduction de la capacité vésicale
  - De suspicion d'obstruction ou d'hypocontractilité vésicale
  - D'échec d'un traitement de première ligne

### **Annexe 1 : Fiche d'information destinée à la patiente**



Anatomie du petit bassin de la femme

### **Qu'est-ce qu'un bilan urodynamique ?**

Cet examen, en enregistrant des volumes, des pressions, des débits et éventuellement des activités électriques des muscles du périnée (partie du corps fermant en bas le petit bassin et traversé par la terminaison des voies urinaires, génitales et digestives), permet de mieux comprendre le fonctionnement de votre vessie(1) et de votre sphincter(4) (muscle chargé d'assurer l'étanchéité des urines).

### **Pourquoi votre médecin a demandé cet examen ?**

Le bilan urodynamique n'est pas un examen de routine. Il est demandé lorsque l'examen clinique et des examens simples (échographiques, radiographiques ou biologiques) n'ont pas permis de comprendre l'anomalie de fonctionnement de votre vessie.

Il est demandé en particulier :

- avant d'être opéré d'une incontinence urinaire ou en cas d'échec d'un traitement antérieur,
- pour analyser les défauts complexes de fonctionnement de la vessie,
- pour faire le bilan d'anomalies de la commande nerveuse de la vessie et du sphincter urinaire.

### **Comment va se passer l'examen ?**

L'examen est réalisé en ambulatoire. Il est inutile d'être à jeun.

Le bilan urodynamique ne pouvant être pratiqué en cas d'infection urinaire non traitée, votre médecin vous prescrira une analyse ou effectuera un test rapide sur vos urines juste avant l'examen. En cas d'infection urinaire, votre examen pourra être reporté.

Vous devrez signaler la liste des médicaments que vous prenez, certains pouvant modifier les résultats de l'examen. Munissez-vous de votre dernière ordonnance.

Vous devrez indiquer si vous êtes allergique ou si vous êtes porteur d'une valve cardiaque artificielle.

Il vous sera demandé d'uriner au début de l'examen. Arrivez donc avec une vessie remplie mais **pas trop pleine**.

### **Quel est le déroulement de l'examen ?**

Il débute par un interrogatoire sur votre passé médical, vos symptômes et un examen clinique de votre périnée. Il comporte au maximum trois parties et dure de 30 à 60 minutes.

- *La débitmétrie* : elle consiste à uriner dans des toilettes spéciales qui enregistrent la puissance de votre jet et le volume uriné. Urinez comme d'habitude et essayez de vous détendre. Pour que l'examen puisse être interprété correctement, il faut que vous ayez uriné une quantité suffisante. Evitez par contre d'avoir la vessie trop pleine ce qui peut perturber le fonctionnement de votre vessie ou entraîner un blocage.
- *La cystomanométrie* : elle consiste à enregistrer les pressions dans la vessie pendant son remplissage.  
L'examen se réalise en position couchée, assise ou gynécologique. Il nécessite de mettre en place une sonde très fine (2) dans la vessie par le méat urinaire. Cette sonde permettra de remplir la vessie avec de l'eau stérile et d'enregistrer simultanément la pression. Parfois une petite sonde sera introduite dans le rectum (3), par l'anus. Pour l'étude des maladies neurologiques de la vessie, il est parfois utile d'enregistrer l'activité électrique des muscles du périnée. Ceci sera effectué par des pastilles collées ou par une électrode-aiguille placée dans le sphincter urinaire.  
L'examen est désagréable mais non douloureux. Le passage des sondes entraîne simplement une légère gêne. Il est important de vous décontracter au maximum. Toutes les précautions seront prises pour vous mettre à l'aise et respecter votre pudeur.  
Vous devrez signaler tout ce que vous ressentez pendant l'examen (besoin léger d'uriner, besoin normal d'uriner, besoin douloureux d'uriner, envie urgente...)
- *La profilométrie urétrale* : elle consiste à analyser votre sphincter. Lors de cette troisième phase, la sonde sera retirée progressivement. Il est important de se détendre le plus possible, de ne pas bouger ni parler pendant cette période.

### **Que faire après l'examen au retour à domicile ?**

Le passage de la sonde peut irriter votre urètre et votre vessie. Vous pourrez ressentir quelques brûlures ou quelques gênes lorsque vous urinerez le jour et le lendemain de l'examen. Pensez à boire abondamment pendant cette période pour bien « laver la vessie ».

### **Quels signes doivent vous amener à consulter votre médecin après l'examen ?**

En cas de saignement important, de fièvre, de difficultés à uriner, de brûlures persistantes, de douleurs vésicales, d'urines troubles « d'odeur forte », n'hésitez pas à consulter votre médecin.

### **Quels sont les risques de l'examen ?**

Exceptionnellement, une infection urinaire peut survenir. Elle sera traitée efficacement par votre médecin, par quelques jours d'antibiotiques.

Sachez que tout le matériel utilisé est stérile et que toutes les précautions d'hygiène et d'asepsie sont prises pour limiter au maximum ce risque.

## Annexe 2 : Recommandation pour l'étalonnage d'une machine d'urodynamique

### Débitmètre

- Test 1 : Vérification du débitmètre à l'aide d'un calibre de débit. Ce calibre permet de délivrer un volume donné à un débit constant connu. Le débit maximum mesuré doit correspondre à celui du calibre de débit. Ce test permet de vérifier le bon étalonnage.
- Test 2 : Verser une quantité d'eau connue à des débits variables à plusieurs reprises. Ce test permet de vérifier la reproductibilité de la mesure du volume du débitmètre.
- Test 3 : Instaurer brutalement un débit constant pendant 30 secondes et l'interrompre brutalement.

Le temps d'obtention du débit maximum doit être proche de zéro. Ce test est un témoin de l'inertie du débitmètre.

Le plateau du débit doit être plat ce qui témoigne du filtrage du signal électrique. Un bon filtrage ne doit pas se faire au détriment de la mesure.

Le débit moyen mesuré doit être identique à la valeur calculée en divisant le volume recueilli par le temps du débit (30 secondes). Ce test permet aussi de s'assurer du bon étalonnage.

- Test 4 : Instaurer, interrompre puis rétablir brutalement un débit à fréquences croissantes. Ce test étudie l'inertie du système. Une inertie importante gêne l'enregistrement des débits polyphasiques générés par exemple par des poussées abdominales, en fusionnant artificiellement les pics donnant un aspect de jet ininterrompu.

### Pompe de perfusion

Elle nécessite de mesurer sur un temps donné le volume débité par la pompe et de comparer ce volume à la valeur indiquée par la machine. Il est nécessaire de répéter la mesure avec plusieurs débits.

### Capteurs perfusés

Sur un temps donné, vérifier que le débit perfusé correspond bien à la valeur indiquée par le constructeur (en général 2 ml/min).

Vérifier l'exactitude du montage en effectuant une mise à zéro en positionnant l'extrémité du prolongateur à un niveau de référence. L'extrémité du prolongateur est alors montée à une hauteur donnée (en utilisant par exemple un mètre-ruban). La valeur indiquée par le capteur doit être identique à cette valeur.

### Calcul de la perte de charge du cathéter

Capteur, prolongateur et cathéter sont connectés, purgés et positionnés sur un plan horizontal. Le montage est alors perfusé à 2ml/min ce qui entraîne une augmentation de pression correspondant à la charge initiale. Le cathéter est alors déconnecté. La diminution de pression

enregistrée correspond à la perte de charge du cathéter. La différence entre la charge initiale et la charge du cathéter correspond à la perte de charge liée au cathéter.

### **Annexe 3 : Méthodologie particulière des études pression - débit**

L'objectif est d'obtenir des courbes de qualité et de toujours faire une analyse critique des mesures.

L'unité centrale doit disposer de deux voies de mesure de pression et d'un débitmètre afin d'enregistrer simultanément la pression vésicale, la pression abdominale, la pression détrusorienne ( $P_v - P_{abd}$ ) et le débit.

L'affichage des courbes doit se faire en temps réel.

#### **Vérification de la qualité du signal [27]**

Plus encore que lors de la cystomanométrie de remplissage, l'étalonnage initial des capteurs et la vérification des signaux sont absolument essentiels.

- La pression vésicale de départ est variable selon la position de la patiente (couchée 5-20 cm d'eau, assis 15-40 cm d'eau, debout 30-50 cm d'eau). Des chiffres en dehors de ces valeurs amènent à vérifier le montage.
- La  $P_v$  et la  $P_{abd}$  doivent varier faiblement et de manière identique lors de la parole et de la respiration faible.
- La  $P_v$  et la  $P_{abd}$  doivent varier de manière identique à la toux.
- La  $P_v$  et la  $P_{abd}$  sont le plus souvent identique au début de l'examen.  $P_{det}$  est compris entre 0 et 6 cm d'eau dans 80% des cas.
- La  $P_{det}$  ne peut être négative (sauf en cas de contractions rectales)

#### **Corrections des anomalies possibles**

- La  $P_{det}$  est négative :
  - Car la pression abdominale est trop haute (ballonnet trop gonflé ?, Sonde bouchée/coudée/déplacée ?)
    - Dégonfler un peu le ballonnet
    - Repositionner la sonde rectale
  - Car la pression vésicale est trop basse (bulles ?, Sonde bouchée/coudée/déplacée ?)
    - Injecter quelques ml dans la sonde
    - Remplir un peu plus la vessie
    - Repositionner la sonde ou la changer
- La  $P_{det}$  est trop haute :
  - Car la pression abdominale est trop basse (ballonnet pas assez gonflé ?, Sonde bouchée/coudée/déplacée ?)
    - Gonfler plus le ballonnet
    - Repositionner la sonde rectale
  - Car la pression vésicale est trop haute (bulles ?, Sonde bouchée/coudée/déplacée ?)
    - Injecter quelques ml dans la sonde
    - Remplir un peu plus la vessie
    - Repositionner la sonde ou la changer

L'ordre de miction sera donné lorsque la patiente ressentira un besoin normal. Il faut éviter de pousser trop loin le remplissage vésical, une trop forte réplétion vésicale pouvant bloquer la miction. La miction non entravée doit s'effectuer en totalité dans le débitmètre. Après la miction, le résidu post-mictionnel sera mesuré.

En raison de la variabilité individuelle de la mesure de la relation pression-débit, 2 à 3 mesures consécutives sont habituellement réalisées. Une comparaison des débits urètre libre et sonde en place doit toujours être effectuée.

Malheureusement un certain nombre de patientes ne pourront uriner lors de l'examen en raison des conditions particulières non physiologiques de cette miction sur ordre (stress, absence d'intimité, gêne urétrale, effet obstructif de la sonde).

#### Paramètres déterminés par l'examen [7, 34]

- Pression vésicale prémictionnelle : pression enregistrée immédiatement avant la contraction isovolumétrique initiale
- Pression vésicale d'ouverture : pression enregistrée au démarrage du débit urinaire
- Temps d'ouverture : temps écoulé depuis l'augmentation initiale de la pression détrusorienne jusqu'à l'apparition du débit
- Pression vésicale maximale : valeur de la pression maximale mesurée au cours de la phase mictionnelle
- Pression vésicale au débit maximum : pression mesurée lorsque le débit maximum est atteint (si plusieurs mesures sont effectuées, la valeur la plus basse doit être retenue)
- Pression de fermeture : pression mesurée à la fin de la miction lorsque le débit redevient nul
- Pression vésicale minimale de miction : pression minimale mesurée pendant le débit
- Délai d'enregistrement mictionnel : délai entre l'apparition d'une modification de la pression vésicale et l'enregistrement des modifications du débit correspondant à ces variations de pression (délai de 1 à 2 secondes nécessaire au temps nécessaire à l'urine pour tomber dans le débitmètre et à l'inertie du système).
- Activité détrusorienne : L'activité détrusorienne normale permet par une contraction détrusorienne volontairement initiée et continue, en l'absence d'obstruction sous-vésicale, une vidange complète de la vessie dans un temps normal. L'hypoactivité détrusorienne se définit par une contraction réduite en force ou en durée, déterminant une vidange vésicale prolongée ou un défaut de vidange complète dans un temps habituel. Le détrusor acontractile se définit par l'absence de toute contraction détrusorienne lors de l'exploration urodynamique (lors de la miction et lors d'un stop test).

#### Recommandations pour l'interprétation des études pression - débit

Le but de ces études est de différencier la patiente dysurique à haute pression mictionnelle (obstacle) de la patiente dysurique à basse pression mictionnelle (hypocontractilité vésicale).

La reproductibilité de la mesure de la relation pression-débit a été peu étudiée chez la femme. Chez l'homme, Rosier [113] fait état d'une variabilité individuelle. Tammela [114] et Hansen [115, 116] rapportent une diminution significative de la PdetQmax lors de mesures répétées de la relation pression-débit.

Farrar [15] propose, comme valeur seuil pour porter le diagnostic d'obstruction chez la femme, un débit maximum ( $Q_{max}$ ) inférieur à 15 ml/s pour une miction d'au moins 200 ml et une pression du détrusor au moment du débit maximum ( $P_{detQ_{max}}$ ) supérieure à 50 cm H<sub>2</sub>O.

Massey et Abrams [17] retiennent deux ou plus des paramètres suivants :  $Q_{max} < 12$  ml/s,  $P_{detQ_{max}} > 50$  cm H<sub>2</sub>O, résistance urétrale ( $P_{detQ_{max}}/Q_{max}^2$ )  $> 0,2$ , résidu post-mictionnel significatif.

Chassagne [117] retient des pressions mictionnelles plus basses. Selon lui un débit maximum  $\leq 15$  ml/s et une  $P_{detQ_{max}} > 20$  cm H<sub>2</sub>O permettent de poser le diagnostic d'obstruction avec une sensibilité de 74,3 % et une spécificité de 91,1 %. Il ne donne malheureusement aucune information sur les critères cliniques utilisés pour déterminer le statut obstructif ou non des patientes et réalise deux mesures pression - débit successives prenant arbitrairement le débit maximum le plus haut et la  $P_{detQ_{max}}$  la plus basse.

Plus récemment Blaivas [118] propose un nomogramme pour déterminer la présence ou l'absence d'obstacle à l'évacuation des urines. Ce nomogramme, constitué à partir d'une population de 600 femmes, utilise une débitmétrie urètre libre et une étude pression débit avec vidéoscopie simultanée. Le débit maximum mesuré urètre libre est préféré pour éviter les interactions complexes du cathéter urétral sur la miction. La pression détrusorienne maximum ( $P_{detmax}$ ) est préférée au  $P_{detQ_{max}}$  avec les arguments suivants :

- la mesure de la  $P_{detQ_{max}}$  est peu reproductible,
- La  $P_{detmax}$  est plus facile à déterminer sur la courbe,
- la  $P_{detmax}$  peut être mesurée même en l'absence de miction.

Le report sur le nomogramme du point débit maximum urètre libre en abscisse et  $P_{detmax}$  en ordonnée permet de classer la patiente dans les quatre zones du nomogramme (absence d'obstruction, obstruction minimale, obstruction modérée, obstruction sévère) (fig. 6). Ces 4 zones ne sont cependant qu'une représentation qualitative de la relation pression-débit. Ce nomogramme est proposé par son auteur comme un outil diagnostique mais non comme un moyen de choisir un traitement

Les difficultés de réalisation et d'interprétation des épreuves pression débit amènent certains auteurs à réaliser séparément la mesure du débit et de la pression mictionnelle.

## **RESUME DES RECOMMANDATIONS POUR LA PRATIQUE DE L'EXAMEN URODYNAMIQUE DANS L'EXPLORATION D'UNE INCONTINENCE URINAIRE FEMININE NON NEUROLOGIQUE**

### **Indications du bilan urodynamique chez la femme**

- L'examen urodynamique n'est pas utile pour le diagnostic d'une incontinence urinaire féminine qui demeure un diagnostic clinique
- Avant toute chirurgie d'une incontinence urinaire d'effort pure, l'évaluation de la vidange vésicale par la mesure du débit maximum et du résidu post-mictionnel est recommandée. En présence d'une incontinence urinaire d'effort pure sans autre symptôme clinique

associé, un bilan urodynamique complet n'est pas obligatoire mais permet d'aider à établir un pronostic et à informer la patiente sur son fonctionnement vésico-sphinctérien.

- Un examen urodynamique complet est par contre recommandé pour explorer une incontinence urinaire complexe ou compliquée, et ce principalement en cas :
  - D'antécédents de chirurgie de l'incontinence urinaire
  - D'association à des urgenteries avec ou sans fuite
  - D'incontinence urinaire sévère
  - D'anomalies mictionnelles
  - De test à la toux négatif
  - De réduction de la capacité vésicale
  - De suspicion d'obstruction ou d'hypocontractilité vésicale
  - D'échec d'un traitement de première ligne

### **Préparation de la patiente**

- Une information complète de la patiente sur le déroulement de l'examen et ses conséquences éventuelles est préconisée. Il est conseillé à la patiente de se présenter avec un besoin normal d'uriner
- Le bilan urodynamique ne doit pas être réalisé en cas d'infection urinaire non traitée
- L'antibioprophylaxie n'est pas recommandée.

### **Débitmétrie**

- Le débitmètre doit être étalonné régulièrement et installé dans une pièce calme
- La débitmétrie est réalisée, si possible, avant la cystomanométrie, avec un besoin normal d'uriner
- Il faut conseiller à la patiente d'uriner normalement sans effort de poussée en se détendant le plus possible
- Il faut s'assurer, lors de la miction, que la totalité du jet tombe dans le débitmètre.
- Les paramètres enregistrés sont principalement le Qmax (exprimé en ml/s), le volume uriné (exprimé en ml), l'aspect de la courbe. L'examen doit être interprété manuellement sans tenir compte de l'interprétation automatique.

### **Recommandations sur le matériel nécessaire à la cystomanométrie**

- Une configuration à 3 têtes de pression peut être recommandée
- Le remplissage vésical doit être effectué par un liquide stérile, le remplissage au gaz n'étant plus recommandé. Ce remplissage est idéalement réalisé par une pompe assurant un débit suffisamment lent pour ne pas modifier le comportement vésical (< 50 ml/min). Il est indispensable de connaître et de vérifier le volume infusé dans la vessie. Lorsqu'une pompe à galets est choisie, la tubulure de remplissage utilisée doit être adaptée à la pompe.
- Des capteurs à eau ou électroniques peuvent être utilisés pour mesurer la pression vésicale. Les cathéters à ballonnets remplis à l'air semblent de bonne précision pour

effectuer une mesure dans une enceinte manométrique (lors de la cystomanométrie) mais pas dans une cavité virtuelle telle que l'urètre (lors de la profilométrie).

- La mesure de la pression abdominale est recommandée. Elle peut se faire par cathéter perfusé ou au mieux par sonde à ballonnet placée en intra-rectal.

### **Recommandations sur les conditions de réalisation de la cystomanométrie**

- Le matériel doit être régulièrement étalonné.
- La vacuité vésicale est vérifiée avant de débiter la cystomanométrie
- La mise à zéro des capteurs est effectuée au niveau de l'extrémité supérieure de la symphyse pubienne pour les capteurs perfusés, à la pression atmosphérique pour les capteurs électroniques et à air.
- Les tubulures sont correctement connectées sans coude, bulle ou fuite.
- Le choix de la sonde utilisée doit dépendre de ses caractéristiques techniques et en particulier de sa perte de charge.
- Après une à deux minutes de remplissage, une toux de contrôle s'assure d'une élévation de pression de même amplitude pour la pression vésicale et abdominale.
- Les paramètres enregistrés sont la pression détrusorienne de base, la perception du besoin, l'activité détrusorienne, la capacité et la compliance vésicale. La mesure de la pression vésicale pendant la miction permet de vérifier que la vessie est contractile ou non, d'apprécier une obstruction en cas de débit mictionnel faible avec une forte pression vésicale, de dépister des efforts de poussée abdominale. Il est important de se mettre dans de bonnes conditions pour obtenir une miction de qualité.
- En cas de résultats incohérents, un nouveau remplissage est nécessaire après avoir vérifié le montage

### **Mesure et interprétation de la pression urétrale**

- **Afin d'effectuer une mesure correcte de la pression urétrale, il est recommandé :**
  - De définir les normes utilisées
  - D'utiliser un calibre du cathéter < 12 CH
  - D'effectuer une mesure circonférentielle
  - D'utiliser un cathéter perfusé à 2 ml/min
  - De choisir une vitesse de retrait du cathéter de 1 mm/s
  - De réaliser l'examen en position couchée ou assise, vessie semi-pleine, prolapsus réduits
  - De répéter les mesures
- **L'interprétation d'une profilométrie urétrale nécessite de considérer les éléments suivants :**
  - La longueur fonctionnelle urétrale n'est ni un critère diagnostique, ni un critère pronostique de l'incontinence urinaire.

- La pression urétrale ne peut être considérée comme un test utile pour diagnostiquer une incontinence urinaire féminine. Elle est, par contre, en association avec des critères cliniques, un élément pronostique des résultats des techniques de cure chirurgicale d'incontinence urinaire d'effort féminine.
- La mesure du ratio de transmission des pressions vésicales à l'urètre n'est ni un critère diagnostique, ni un critère pronostique de l'incontinence urinaire.

### Divers

- VLPP

Le VLPP est un examen difficile à réaliser et à interpréter dont les résultats doivent toujours être corrélés à la clinique et aux autres paramètres d'évaluation de la fonction sphinctérienne. La pratique du VLPP ne peut être recommandée en pratique clinique quotidienne

- Vidéourodynamique

L'intérêt d'une étude couplée vidéo-urodynamique par rapport à des examens séparés consécutifs ne paraît pas évident. La pratique d'études vidéourodynamiques ne peut être recommandée en pratique clinique quotidienne

- Examen urodynamique ambulatoire

En raison des artefacts qu'il induit et de ses difficultés d'interprétation, l'examen urodynamique ambulatoire n'est pas recommandé en pratique clinique quotidienne.

**Figure 1 : courbe de débitmétrie**

**Figure 2 : cystomanométrie Montage 2 voies**

**Figure 3 : cystomanométrie Montage 3 voies**

**Figure 4 : courbe de cystomanométrie**

**Figure 5 : courbe de profilométrie urétrale chez la femme**

**Figure 6 : nomogramme de Blaivas**

## **Références :**

1. Griffiths D, Kondo A, Bauer S, Diamant N, Liao L, Lose G, Schäfer W, Yoshimura N. Dynamic testing. In : Abrams P, Cardozo L, Khoury S, Wein A Incontinence. Health Publication Ltd, Paris, 2005 ; p 585-673
2. Prise en charge de l'incontinence urinaire de la femme en médecine générale, recommandations de l'ANAES 2003 ; 1-136
3. Abrams P. Organisation of the urodynamic unit. In : Abrams P Urodynamics. Springer-Verlag, London, 2006 ; p 185-1964.
4. Prophylaxie de l'endocardite infectieuse. Révisions de la conférence de mars 1992. Recommandations de 2002. Médecine et maladies infectieuses 2002 ; 32 : 533-541
5. Rivas DA, Chancellor MB; Uroflowmetry. In : Blaivas J, Chancellor M (ed) Atlas of urodynamics. Williams & Wilkins, Baltimore, 1996 . p 48-59
6. Bergman A, Bhatia NN; Uroflowmetry : spontaneous versus instrumented. Am J Obstet Gynecol 1984; 15 : 788
7. Abrams P, Cardozo L, Fall M, Griffiths D, Posier P, Ulmsten U, Van Kerrebroeck P, Victor Arne, Wien A The standardisation of terminology of lower urinary tract function: Report from the Standardisation Sub-committee of the International Continence Society. Neurourol Urodyn, 2002 ; 21 :167-178
8. Grino PB, Bruskevitz R, Blaivas JG, Siroky MB, Andersen JT, Cook T, Stoner E; Maximum urinary flow rate by uroflowmetry : automatic or visual interpretation. J Urol 1993; 149: 339-341
9. Barry MJ, Girman CJ, O'Leary MP, Walker-Corkery ES, Binkowitz BS, Cockett A.T.K., Guess HA; Using repeated measures of symptom score, uroflowmetry and prostate specific antigen in the management of prostate disease. J Urol 1995; 153 : 99-103
10. Dutarte D, Susset JG ; Reproductibilité des courbes de débitmétrie urinaire. J Urol 1974; 80 : 484-494
11. Haylen BT, Ashby D, Suthrest JR, Frazer MI, West CR; Maximum and average urine flow rates in normal male and female populations : the Liverpool Nomogram. Br J Urol 1989; 64 : 30-38

12. Haylen BT, Parys BT, Anyaegbunam WI, West CR; Urine flow rates in male and female urodynamic patients compared to the Liverpool Nomograms Br. J. Urol. 1990; 65: 483-487
13. Susset JG, Picker P, Kretz M, Jorest R Critical evaluation of uroflowmeters and analysis of normal curves J Urol 1973; 109 : 874 - 878
14. Homma Y Urodynamics In : Abrams P, Khoury S, Wein A (ed) Incontinence. Health Publication, Plymouth, 1999; p 351-399
15. Jorgensen JB, Jensen KME ; Uroflowmetry. Urol Clin North Am 1996; 23 : 237-242
16. Farrar DJ, Osborne JL, Stephenson TP, Whiteside CG, Weir J, Berry J, Milroy EJG, Turner- Warwick R; A urodynamic view of bladder outflow obstruction in the female : factors influencing the results of treatment. Br J Urol 1976; 47 : 815-822
17. Axelrod SL, Blaivas JG; Bladder neck obstruction in women. J Urol 1987;; 137 : 497-499
18. Massey JA, Abrams P; Obstructed voiding in the female. Br J Urol 1988; 61 : 36-39
19. Groutz A, Blaivas JG, Chaikin DC Bladder outlet obstruction in women : definition and characteristics. Neurourol Urodyn 2000; 19 : 213-220
20. Nitti VW, Tu LM, Gitlin J; Diagnosing bladder outlet obstruction in women. J Urol 1999; 161 :1535-1540.
21. Blaivas J, Chancellor M; Cystometry. In : Blaivas J, Chancellor M (ed) Atlas of urodynamics. Williams & Wilkins, Baltimore, 1996; p 31-47
22. Abrams P. Urodynamic techniques; In : Abrams P Urodynamics. Springer-Verlag, London, 2006; p 17-116
23. Buzelin JM, Glémain P, Labat JJ, Le Normand L ; Les examens urodynamiques. In : Buzelin JM (ed) Physiologie et explorations fonctionnelles de la voie excrétrice urinaire. Synthélabo France, Meudon la Forêt, 1993 ; p 65-78
24. Asmussen M, Ulmsten U; Simultaneous urethrocystometry with a new technique. Scand J Urol Nephrol 1976; 10 : 7-11.
25. Groutz A, Blaivas JG, Sassone AM; Detrusor pressure uroflowmetry studies in women : effect of a 7 FR transurethral catheter. J Urol 2000; 164 : 109-114
26. Baseman AG, Baseman JG, Zimmern PE, Lemack GE; Effect of 6F urethral catheterization on urinary flow rates during repeated pressure-flow studies in healthy female volunteers. Urology, 2002 ; 59 :843-846

27. Schäfer W, Abrams P, Liao L, Mattiasson A, Pesce F, Spanberg A, Sterling AM, Zinner NR, Van Kerrebroeck. Good urodynamic practices : uroflowmetry, filling cystometry, and pressure-flow studies. *Neurourol Urodyn* 2002; 21: 261-274
28. Digesu GA, Khullar V, Cardozo L, Salvatore S; Overactive bladder symptoms : do we need urodynamics. *Neurourol Urodyn* 2003; 22 :105-108
29. Brostrom S, Jennum S, Lose G.; Short-term reproducibility of cystometry and pressure-flow micturition studies in healthy women. *Neurourol Urodyn* 2002; 21: 457-460
30. Mortensen S, Lose G, Thyssen H.; Repeatability of cystometry and pressure-flow parameters in female patients. *Int Urogynecol J* 2002; 13 :72-75
31. Sorensen S, Gregersen H, Sorensen SM.; Long term reproducibility of urodynamic investigations in healthy fertile females. *Scand J Urol Nephrol* 1988; 114 :35-41
32. Venhola M, Reunanen M, Taskinen S, Lahdes-Vasoma T, Uhari M; Interobserver and intra-observer agreement in interpreting urodynamic measurements in children. *J Urol* 2003; 169 :2344-2346
33. Rees DLP, Whitfield HN, Islam AKMS, Doyle PT, Mayo ME, Wickham JEA; Urodynamic findings in adult females with frequency and dysuria. *Br J Urol* 1976; 47 : 853-860
34. Haab F, Amarenco G, Coloby P, Grise P, Jacquetin B, Labat JJ, Chartier-Kastler E, Richard F. ; Terminologie des troubles fonctionnels du bas appareil urinaire, adaptation française de la terminologie de l'International Continence Society. *Prog Urol* 2004; 14:1103-1111
35. Decter RM, Harpster L; Pitfalls in determination of leak point pressure. *J Urol* 1992; 148 : 588-591
36. Bump RC, Elser DM, McClish DK; Valsalva leak point pressure in adult women with genuine stress incontinence : reproducibility, effect of catheter caliber, and correlation with passive urethral pressure profilometry. *Neurourol Urodyn* 1993; 12 : 307-308
37. Bump RC, Elser DM, Theofrastous JP, McClish DK; Valsalva leak point pressures in women with genuine stress incontinence : reproducibility, effect of catheter caliber, and correlations with other measures of urethral resistance. *Am J Obstet Gynecol* 1995 ; 173 : 551-557

38. Payne CK, Raz S, Babiarz JW; The valsalva leak point pressure in the evaluation of stress urinary incontinence : technical aspects of measurement. American Urological Association, San Francisco, 1994; 151, 478A, 1001, 14-19 may
39. Haab F, Amarenco G ; Méthodologie de réalisation du VLPP. Société Internationale Francophone d'Urodynamique (SIFUD), Lisbonne, 1998 ;14-16 mai
40. Haab F, Dmochowski R, Zimmern PE, Leach GE ; Variabilité du valsalva leak point pressure en fonction du volume de remplissage de la vessie. Prog Urol 1997 ; 7 : 422-425
41. Miklos JR, Sze ED, Karram MM; A critical appraisal of the methods of measuring leak point pressures in women with stress incontinence. Obstet Gynecol 1995; 8 : 349-352
42. Theofrastous JP, Cundiff GW, Harris RL, Bump RC; The effects of increasing vesical volume on valsalva leak point pressure in women with pure genuine stress urinary incontinence. Obstet Gynecol 1996; 87 : 711-714
43. Mac Guire EJ; Urodynamic evaluation of stress incontinence. Urol Clin N Amer 1995; 22 : 551-555
44. Walsh IK, Stone AR Cough versus valsalva abdominal leak point pressure : which is the best ? American Urological Association, Atlanta, 2000; 163, 265, A1175, 29 april-4 may
45. Song JT, Campo R, Chai TC, Rozanski TA, Belville WD; Observer variability in stress leak point pressure measurement using fluorourodynamics. American Urological Association, Las Vegas, 1995; 153, 492A, 1056, 23-28 april
46. Haab F, Ciofu C, Pedron P, Hugues-Loriot L, Lukacs B, Doublet JD, Gattegno B, Thibault P ; Valsalva leak point pressure : un test pas toujours facile à mesurer, Société Internationale Francophone d'Urodynamique, Annecy, 1997 ; p341, 15-17 mai
47. Heritz DM, Blaiwas JG; Reliability & specificity of the leak point pressure. American Urological Association, Las Vegas, 1995; 153, 492A, 1055, 23-28 April
48. McGuire EJ, Cespedes D, O'Connell HE; Leak point pressure. Urol Clin North Am 1996; 23 : 253-262
49. Usui A., McGuire EJ, O'Connell HE, Aboseif S; Abdominal leak point pressure in stress incontinence. American Urological Association, Las Vegas, 1995; 153, 493A, 1057, 23-28 april
50. McGuire EJ, Woodside JR, Borden TA; Prognostic value of urodynamic testing in myelodysplastic children. J Urol 1981; 126 : 205-209
51. McGuire EJ, Fitzpatrick CC, Wan J, Bloom D, Sanvordenker J , Ritchey M; Clinical assessment of urethral sphincter function. J Urol 1993; 150 : 1452-1454

52. Nitti VW, Combs AJ; Correlation of valsalva leak point pressure with subjective degree of stress urinary incontinence in women. *J Urol* 1996; 155 : 281-285
53. Sultana CJ; Urethral closure pressure and leak-point pressure in incontinent women. *Obstet Gynecol* 1995; 86 : 839-842
54. Swift SE, Ostergard DR; A comparison of stress leak-point pressure and maximal urethral closure pressure in patients with genuine stress incontinence. *Obstet Gynecol* 1995; 85: 704-708
55. Theofrastous JP, Cundiff GW, Harrus RL, Bump RC; The effects of increasing vesical volume on valsalva leak point pressure (VLPP) in women with pure genuine stress urinary incontinence (GSI). *Neurourol. Urodyn*, 1995; 14, 409-410
56. Bump RC, Coates KW, Cundiff GW, Harris RL, Weidner AC; Diagnosing intrinsic sphincteric deficiency : comparing urethral closure pressure, urethral axis and Valsalva leak point pressures. *Am J Obstet Gynecol* 1997 ; 177 : 303-310
57. Haab F, Ciofu C ; Place du Valsalva leak point pressure (VLPP) dans l'exploration de l'incontinence urinaire de la femme. In : Amarenco G, Serment G (ed) *L'insuffisance sphinctérienne de la femme*. Elsevier, Paris, 2000 ; p143-152
58. Hermieu JF, Boccon-Gibod L ; Le Valsalva Leak Point Pressure (VLPP). *RGO* 1999 ; 6 : 123-126
59. Awad SA, Downie JW; Relative contribution of smooth muscles to the canine urethral pressure profile. *Br J Urol* 1976; 48 : 347-354.
60. Hermieu JF ; Sphinctérométrie : techniques, paramètres, interprétation. In : Amarenco G, Serment G (ed) *L'insuffisance sphinctérienne de la femme*. Elsevier, Paris, 2000; p 121-136
61. Brown M, Wickham J; The urethral pressure profile. *Br J Urol* 1969; 41 : 211-217
62. Le Normand L, Rigaud J, Battisti S, Glemain P, Buzelin JM, Bouchot O; Exactitude des mesures de pressions effectuées par un système de capteurs et sonde à ballonnets chargés à air TDoc® pour la pratique des examens urodynamiques. *Pelv Perineol* 2006; 1 : 232-236.
63. Edwards L, Malvern J; The urethral pressure profile : theoretical considerations and clinical applications. *Br J Urol* 1974; 46 : 325-336.
64. Van Geelen JM, Doesburg WH, MARTIN CB; Female urethral pressure profile; reproducibility, axial variation and effects of low dose oral contraceptives. *J Urol*. 1984; 131 : 394-398
65. Susset J, Plante P, Servot-Viguié D ; Rôle du profil de pression uréthrale chez la femme dans l'évaluation de l'élasticité de l'urètre et de différents traitements visant au contrôle de l'incontinence ou de la dysurie. *J Urol Nephrol (Paris)* 83 suppl. 1970 ; 2 : 563-570

66. Abrams P ; Perfusion urethral profilometry. *Urol Clin North Am* 1979; 6 : 103-110
67. Griffiths DJ; The mechanics of the urethra and of micturition. *Br J Urol* 1973; 45 : 497-507.
68. Karlson S; Experimental studies on the function of female urinary bladder and urethra. *Acta Obstet Gynecol Scand* 1953; 32 : 285-307
69. Obrink A, Bunne G, Ulmsten U; Intra-urethral and intra-vesical pressure in continent women. *Acta Obstet Gynecol Scand* 1977; 56 :525-529
70. Tanagho EA, Miller ER, Meyers FH, Corbett RK; Observations on the dynamics of the bladder neck. *Br J Urol.* 1966; 38 : 72-84
71. Bhatia NN, Ostergard DR; Urodynamics in women with stress urinary incontinence. *Obstet Gynecol* 1982; 60 : 552-559
72. Mayer R, Wells TJ, Brink CA, Clark P; Correlations between dynamic urethral profilometry and perivaginal muscle activity. *Neurourol Urodyn* 1994; 13 : 227-235
73. Sorensen S ; Urethral pressure variations in healthy and incontinent women. *Neurourol Urodyn* 1992; 11 : 549-591
74. Toews HA; Intraurethral and intravesical pressures in normal and stress incontinent women. *Obstet Gynecol* 1967; 29 : 613-624
75. Cadogan M, Awad S, Field C, Acker K, Middleton S; A comparison of the cough and standing urethral pressure profile in the diagnosis of stress incontinence. *Neurourol Urodyn* 1988 ; 7 : 327-341
76. Schussler B, Hesse U, Lentsch P, Anthuber C; Artefacts in urethrometry caused by marked genital prolapse. *Neurourol Urodyn* 1987; 6 : 154-155
77. Shaw J; Urethral pressure profile. In : Krane RJ, Siroky MB (ed) *Clinical Neuro-Urology*. Little, Brown and Company, Boston, 1991; p 185-199
78. Iosif CS, Ingemarsson I; Urodynamic studies in normal pregnancy and in puerperium. *Am J Obstet Gynecol* 1980; 137: 696-700
79. Cotellet O ; Accouchement et incontinence urinaire. Rééducation urogynécologique post-natale. Thèse. Paris 1983
80. Aranda B., Letzt-Ribnik P Effect of voluntary attention on urethral pressure. *Neurourol Urodyn* 1991; 10 : 571-578.
81. Bump RC, Huang KC, McClish DK, Fantl JA; Effect of narcotic anesthesia and skeletal muscle paralysis on passive and dynamic urethral function of stress continent and incontinent women. *Neurourol. Urodyn* 1991; 10: 523-532

82. Faysal MH, Constantinou CE, Rother LE, Govan DE; The impact of bladder neck suspension on the resting and stress urethral pressure profile : a prospective study comparing controls with incontinent patients pre operatively and post operatively. *J Urol* 1981; 125 : 55-60.
83. Reid RE, Laor E, Tiola BM, Bonner K, Freed SZ; Intraoperative profilometry. *J Urol* 1985; 133 : 203-204
84. Constantinou CE; Urethrometry: considerations of static, dynamic, and stability characteristics of the female urethra. *Neurourol Urodyn* 1988; 7 : 521-539
85. Henriksson L, Ulmsten U, Andersson KE; The effect of changes of posture on the urethral closure pressure in healthy women. *Scand J Urol Nephrol* 1977; 11 : 201-206
86. Bruskewitz R, Raz S; Urethral pressure profile using microtip catheter in females. *Urology* 1979; 14: 303-307
87. Plante P, Susset J; Studies of female urethral pressure profile. Part I. The normal urethral pressure profile. *J Urol* 1980 ; 123 : 64-69
88. Plante P ; L'uréthromanométrie. In : Buzelin JM, Richard F, Susset J (ed) *Physiologie et pathologie de la dynamique des voies urinaires*. FIIS, Paris, 1987 ; p 184-190.
89. Plevnik S, Janez J; Urethral pressure variations. *Urology* 1983; 21 : 207-209
90. Blaivas J, Chancellor M; Synchronous Pressure/Uroflow and Video-urodynamics. In : Blaivas J, Chancellor M (ed) *Atlas of urodynamics*. Williams & Wilkins, Baltimore, 1996; p 88-104
91. Weber AM.; Is urethral pressure profilometry a useful diagnostic test for stress urinary incontinence ? *Obstet Gynecol Surv* 2001; 56 : 720-735
92. Richardson DA; Value of the cough pressure profile in the evaluation of patients with stress incontinence. *Am J Obstet Gynecol* 1986; 155 : 808-811
93. Weil A, Reyes H, Bischoff P; Modifications of the urethral rest and stress profiles after different types of surgery for urinary stress incontinence. *Br J Obstet Gynaecol* 1984 ; 91 : 46-55
94. Enhorning G; Simultaneous recording of intravesical and urethral pressure. A study on urethral closure in normal and stress incontinent women. *Acta Chir Scand suppl*. 1961 ; 276 : 1-68.
95. Bump RC, Copeland WE, Hurt WG, Fantl JA; Dynamic urethral pressure profilometry pressure transmission ratio determinations after continence surgery : understanding the mechanism of success, failure, and complications. *Am J Obst Gynecol* 1988. 159 : 749-755

96. Heidler H, Wolk H, Jonas U; Urethral closure mechanism under stress conditions. *Eur Urol* 1979; 5 : 110-112.
97. Beco J, Serilas M, Schaaps JP ; « Toux maximale » et pression de clôture résiduelle : leur importance dans le bilan urodynamique SIFUD (montréal), 1988 ; 26-29 mai
98. Richardson DA, Ramahi A; Reproducibility of pressure transmission ratios in stress incontinent women. *Neurourol Urodyn* 1993; 12 : 123-130
99. Constantinou CE; Resting and stress urethral pressures as a clinical guide to the mechanism of continence in the female patient. *Urol Clin North Am* 1985; 12 : 247-258.
100. Cundiff GW, Harris RL, Theofrastous JP, Bump RC; Pressure transmission ratio reproducibility in stress continent and stress incontinent women. *Neurourol Urodyn* 1997; 16 : 161-166
101. Amarenco G, Le Cocquen A, Bosc S, Kerdraon J, Lacroix P, Adba MA, Perrigot M ; Reproductibilité DT intra et inter examinateur du calcul de ratio de transmission chez les femmes incontinentes à l'effort. Société Internationale Francophone d'Urodynamique, Marrakech, 1996, 11-13 avril
102. Schick E; Regarding « reproducibility of pressure transmission ratios in stress incontinent women ». *Neurourol Urodyn* 1994; 13 : 81-83
103. Meyer S, de Grandi P, Caccia G, Gerber S; Pressure transmission ratio : is it a reliable parameter in increased urethro-vesical junction mobility. *Neurourol Urodyn* 1997; 16 : 277-284.
104. Constantinou CE, Govan DE; Spatial distribution and timing of transmitted and reflexly generated urethral pressure in healthy women. *J Urol* 1982; 127 : 964-969.
105. Rosenzweig BA, Bhatia NN, Nelson AL; Dynamic urethral pressure profilometry pressure transmission ratio : what do the numbers really mean ? *Obstet Gynecol* 1991; 77 : 586-590
106. Bergman A, Ballard CA, Koonings PP; Comparison of three different surgical procedures for genuine stress incontinence : prospective randomized study. *Am. J. Obstet Gynecol* 1989; 160 : 1102-1106
107. Abrams P, Blaivas JG, Stanton SL, Andersen JT; Standardisation of terminology of lower urinary tract function. *Neurourol Urodyn* 1988; 7 : 403-427
108. Heslington K, Hilton P; A comparison of ambulatory monitoring and conventional cystometry in asymptomatic female volunteers. *Neurourol Urodyn* 1995; 14 : 533-534
109. Van Waalwijk van Doorn ESC, Remmers A, Janknegt RA; Conventional and extramural ambulatory urodynamic testing of the lower urinary tract in female volunteers. *J Urol* 1992; 47 : 1319-1325

110. Van Waalwijk van Door ESC, Janknegt RA; Ambulatory Urodynamics. In : Blaivas J, Chancellor M (ed) Atlas of urodynamics. Williams & Wilkins, Baltimore, 1996; p 105-116
111. Robertson AS, Griffiths CJ, Ramsden PD, Neal DE; Bladder function in healthy volunteers : ambulatory monitoring and conventional urodynamic studies. Br J Urol 1994; 73 : 242-249
112. Webb RJ, Griffiths CJ, Ramsden PD, Neal DE; Measurement of voiding pressures on ambulatory monitoring : comparison with conventional cystometry. Br J Urol 1990; 65 : 152-154
113. Rosier PFWM, de La Rosette JJMCH, Koldewijn EL, Debruyne FMJ, Wijkstra H; Variability of pressure-flow analysis parameters in repeated cystometry in patients with benign prostatic hyperplasia. J Urol 1995; 153 : 1520-1525
114. Tammela TLJ, Schäfer W, Barrett DM, Abrams P, Hedlund H, Rollema HJ, Matos-Ferreira A, Nordling J, Bruskewitz R, Miller P, Kirby R, Andersen JT, Jacobsen C, Gormley GJ, Malice MP, BACH MA; and the Finasteride Urodynamics Study Group. Repeated pressure-flow studies in the evaluation of bladder outlet obstruction due to benign prostatic enlargement. Neurourol Urodyn 1999; 18 : 17-24.
115. Hansen F, Oslen L, Atan A., Jakobsen H, Nordling J; Pressure-flow studies : An evaluation of within-testing reproductibility-validity of the measured parameters. Neurourol Urodyn 1997; 16 : 521-532
116. Hansen F, Oslen L, Atan A, Nordling J; Pressure-flow studies : Short -time repeatability. Neurourol. Urodyn 1999; 18 : 205-214
117. Chassagne S, Bernier PA, Haab F, Roehrborn CG, Reisch JS, Zimmerm PE; Proposed cutoff values to define bladder outlet obstruction in women. Urology 1998; 51 : 408-411.
118. Blaivas JG, Groutz A; Bladder outlet obstruction nomogram for women with lower urinary tract symptomatology. Neurourol Urodyn 2000; 19 : 553-564