الفصل الرابع

قياس الضغط/الجريان باستخدام ضغط المثانة

مقدمة

في الفصل السابق، تم توضيح عدد من طرق تقييم حركية الجهاز البولي بما في ذلك الطرق التي يتم تنفيذها بكثرة والمهمة، مثل السجل اليومي للتبول، قياس جريان البول، وفحص الحفاض. ومع ذلك، عادة ما يستخدم مصطلح "حركية الجهاز البولي" (بصورة خاطئة) لوصف طريقة قياس ضغط/جريان المثانة فقط.

في هذا الفصل، سوف نناقش طريقة قياس ضغط/جريان البول بالتفصيل. وسيتم التركيز على إعداد المعدات اللازمة بشكل صحيح وفقاً لإرشادات الجمعية الدولية للاستمساك (ICS)، والمصطلحات الصحيحة، ودواعي الفحص، وكيفية تفسير النتائج. وسوف تناقش الفصول اللاحقة اضطرابات السبيل البولي السفلي الشائعة، وما يرتبط بها من نتائج فحوصات حركية الجهاز البولي بمزيد من التفصيل.

أهداف التخطيط المثاني عن طريق قياس ضغط/جريان البول

يعتبر قياس (ضغط/جريان المثانة) ضروريًّا في الحالات المشتبهة أو الأكثر تعقيداً. والميزة الرئيسية لفحوصات ضغط/جريان المثانة مقارنة بطرق حركية الجهاز البولي الأخرى، مثل قياس جريان البول، هي إمكانية إجراء الضغط داخل المثانة بشكل متزامن مع تقييم وظيفة الإفراغ؛ مما يتيح لنا تحديد موقع القصور بالتحديد، إما في

المثانة وإما في مخرج المثانة/الإحليل. وإضافة إلى ما سبق، يوفر المخطط المثاني الكثير من المعلومات المفيدة عن وظيفة السبيل البولي السفلي أثناء مراحل التخزين والإفراغ من دورة المثانة، وفي كثير من الحالات يمكن أن يوفر التشخيص الفيزيولوجي النهائي للأعراض التي يعاني منها المريض في السبيل البولي السفلي.

إن الهدف الرئيسي هو إعادة إنتاج أعراض المريض، وربط الأعراض مع النتائج الكامنة التي توصلت إليها فحوصات حركية الجهاز البولي. ويجب أن يسمح هذا الإجراء بالإجابة عن سؤال محدد يتعلق بحركية الجهاز البولي حول بعض الأمور التالية:

- التشخيص.
- شدة المرض.
- الاضطرابات الأكثر أهمية.
- خيارات العلاج المستقبلية.
- المشاكل المحتملة بعد العملية.
- نتائج العلاج.
- المشاكل المستقبلية (المراقبة) في الفئات المعرضة للخطر، مثل المرضى الذين يعانون من قصور وظيفة الجهاز العصبي.

وبالإضافة إلى ما سبق، وأثناء قياس المخطط المثاني، من الممكن تحديد سلوك المثانة خلال مراحل التخزين والإفراغ على حد سواء. ففي الحالة العادية، تتمدد المثانة تماماً أثناء التخزين وتنكمش بقوة خلال الإفراغ. وبالمثل، يجب أن نتمكن من تحديد سلوك الإحليل أثناء المرحلتين. في جدول رقم (٤,١)، نستعرض مجموعات النشاطات المتوقعة بين وظائف المثانة والإحليل.

أيضاً، تساعد فحوصات الضغط/الجريان على تمييز:

- مطاوعة المثانة.
- إحساس المثانة.

• سعة المثانة.

• معدل الجريان (مع بيانات الضغوط الإضافية غير المتوفرة أثناء قياس جريان البول وحده).

طرق قياس ضغط/جريان البول

تم تطوير عدد من الطرق المختلفة التي تسمح بالقياس المتزامن لكل من ضغوط المثانة ومعدلات الجريان.

القياس البسيط لضغط المثانة : أثناء القياس البسيط لضغط المثانة يتم قياس ضغط داخل المثانة فقط (المثانة ككل). وهذه الطريقة ليست دقيقة ؛ لأنها تفترض أن ضغط العضلة المثانية مقارب للضغط داخل المثانة. وتتبع نسبة كبيرة من الضغط الذي تم قياسه في المثانة من الأعضاء الأخرى داخل البطن، وليس من العضلة المثانية نفسها ؛ وسبب ذلك هو أن المثانة تخضع للتغيرات التي تحدث في ضغط داخل البطن كما هو الحال مع جميع الأعضاء التي داخل البطن. وقد تؤدي هذه الطريقة إلى تشخيص غير دقيق ونادراً ما يتم تنفيذها.

المخطط المثاني بالطرح: ينطوي المخطط المثاني بالطرح على قياس الضغط داخل المثانة وداخل البطن على حد سواء وفي وقت واحد. ويتيح الطرح الإلكتروني للضغط داخل البطن من ضغط داخل المثانة – في الوقت الحقيقي – عزل وتحليل عنصر ضغط العضلة المثانية (المشمول مع ضغط داخل المثانة). في هذه الطريقة، يتم ملء المثانة بشكل مصطنع بسائل لمحاكاة مرحلة التخزين.

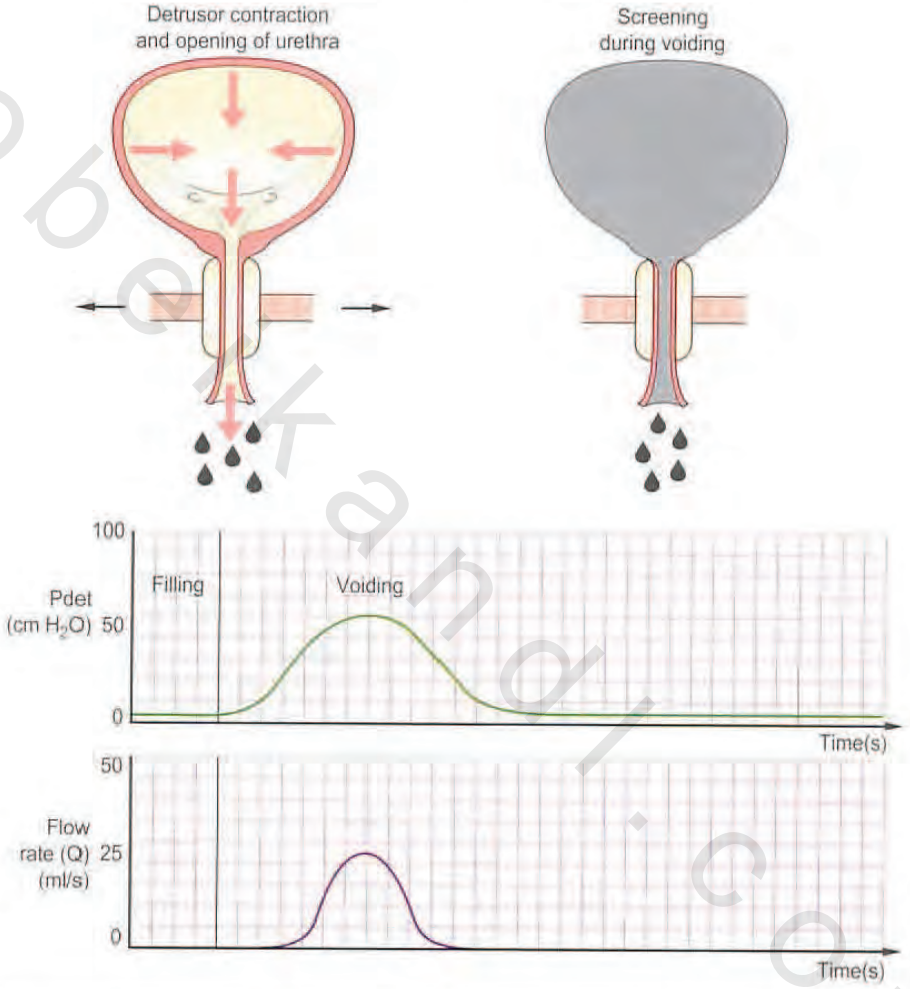
تمكننا هذه الطريقة من تحديد ضغط العضلة المثانية بدقة، وهي مستخدمة في وحدات حركية الجهاز البولي في جميع أنحاء العالم.

النشاط المحتمل للعضلة المثانية والإحليل أثناء التخزين والإفراغ

جدول رقم (٤,١). النشاط المتوقع للعضلة المثانية والإحليل أثناء التخزين والإفراغ.

مرحلة التخزين				مرحلة الإفراغ			
العضلة المثانية		الإحليل		العضلة المثانية		الإحليل	
كسل	نشاط	كسل	نشاط	كسل	نشاط	كسل	نشاط
طبيعي	غير طبيعي	غير طبيعي (غير كفء)	طبيعي	غير طبيعي	طبيعي	طبيعي	غير طبيعي (انسداد)
تتمدد المثانة لتسمح بالتعبئة	فرط نشاط العضلة المثانية، وعادة ما يصحب ذلك أعراض فرط نشاط المثانة سلس بولي إلحاحي	مصحوب بسلس البول الجهدي	يحفظ الاستمساك	ضعف تقلص أو مثانه لا تقلصية تقلص المثانه. مصحوبة بتلف مزمن للعضلة المثانية أو قصور عصبي	التقلص يسمح بطرد البول بقوة	مخرج الإحليل تسمح بالإفراغ مع مقاومة بسيطة من الإحليل	فرط نشاط المعصرة في الإحليل، قد يصحبه قصور عصبي. انسداد مخرج المثانة البروستات يزيد من مقاومة المخرج

المخطط مثاني باستخدام الفيديو (VCMG)؛ ويعرف أيضاً بالمخطط المثاني بالفيديو وحركية الجهاز البولي بالفيديو: عند الجمع بين المخطط المثاني بالطرح مع ملء المثانة بالمادة الظليلة والفحص بالأشعة، يمكن رؤية السبيل البولي السفلي أثناء مراحل التخزين والإفراغ؛ وينتج عن هذا الحصول على فحوصات حركية الجهاز البولي ذات المعيار الأجود (الشكل ٤,١).



Detrusor contraction and opening of urethra	تقلص العضلة المثانية وارتخاء الإحليل
Screening during voiding	التصوير أثناء الإفراغ
Pdet (cm H2O)	ضغط العضلة المثانية (سم ماء)

Voiding	الإفراغ	Filling	التعبئة
Flow rate (Q) (ml/s)	معدل الجريان سم^3/ثانية	Time(s)	الوقت

الشكل رقم (٤.١). المخطط العادي للمخطط المثاني باستخدام الفيديو أثناء الإفراغ. تم استبعاد ضغط *داخل البطن وداخل المثانة البولية من هذا المخطط. يوضح الشكل العلوي الأيسر تقلص العضلة المثانية أثناء عملية الإفراغ ومخرج المثانة تنفتح. ويوضح الشكل العلوي الأيمن المنظر أثناء إفراغ المثانة والإحليل باستخدام التصوير الإشعاعي.*

يوفر التصوير الإشعاعي معلومات تشريحية إضافية قيمة عن:

- المثانة والإحليل.
- وجود جزر مثاني – حالبي.
- أي درجة من الانسداد في مخرج المثانة أو الإحليل في السبيل البولي السفلي.
- درجة الدعم الموفرة لقاعدة المثانة وحركة الإحليل.

يمكن تسجيل هذه المعلومات، مع مخططات الضغط/الجريان المصاحبة، لغرض المراجعة والمناقشة فيما بعد.

فحص حركية الجهاز البولي المتنقل/الجوال (AUM) : هو فحص بدرجة عالية التخصص من المخطط المثاني بالطرح، وهو يختلف مع الطرق الأخرى لقياس (ضغط/جريان المثانة)، حيث يسمح للمثانة بالامتلاء بشكل طبيعي عن طريق تدفق البول من الكلى وخلال وقت طويل. وسوف تتم مناقشة قياس حركية الجهاز البولي المتنقل (الجوال) مرة أخرى في نهاية هذا الفصل.

مخاطر فحوصات الضغط/الجريان

عند اتخاذ قرار بإجراء استقصاء غازٍ، يجب موازنة الفوائد المحتملة مقابل المخاطر الممكنة، ويجب أن يتم توضيح ذلك للمريض عند الحصول على موافقته المسبقة لإجراء هذه العملية.

تشمل المخاطر ما يلي:

- عدم الراحة أثناء الاستقصاء.
- عدم ارتياح عابر وعسر البول عقب الاستقصاء.
- نزيف عابر بعد الاستقصاء.
- إنتان السبيل البولي – يحدث لدى ٢ – ٤ ٪ من المرضى. ويجب لتلك الفئة المعرضة لمخاطر عالية من الإنتانات تناول المضادات الحيوية الوقائية.
- التعرض للإشعاع أثناء قياس حركية الجهاز البولي بالفيديو – يجب التأكد من عدم وجود حمل لدى النساء اللواتي في سن الإنجاب.

• الفشل – من وقت لآخر، قد لا يمكّننا الفحص من الإجابة عن سؤال حركية الجهاز البولي؛ وربما يرجع ذلك إلى الفشل في استخراج الأعراض، أو عدم كفاية التفسير، أو ضعف الطريقة.

المخطط المثاني بالطرح أو قياس حركية الجهاز البولي بالفيديو

لا تملك العديد من وحدات اليورودينامك (قياس حركية الجهاز البولي) أجهزة تنظير شعاعي، وأكثر المرضى يمكن أن يستعيضوا باستعمال المخطط المثاني بالطرح، بشكل خاص في حالة تقييم المثانة مفرطة الفاعلية؛ في حين يتم تشخيص السلس الجهدي بشكل أفضل باستخدام قياس حركية الجهاز البولي بالفيديو. ومع ذلك، ما زال من الممكن تقييمه بالمخطط المثاني بالطرح، لكن دون تصوير إشعاعي للتسريب أو بتقييم دعم قاعدة المثانة وحركة الإحليل. قد يوفر مقياس مؤشرات ضغط الإحليل (الفصل الثالث)، وقياس ضغط نقطة التسرب معلومات إضافية حول سلس البول الجهدي في حالة عدم توفّر قياس حركية الجهاز البولي بالفيديو، ولكن استخدامها غير موحد ولا يزال مثيراً للجدل. ويمكن أيضاً أن يتم تشخيص انسداد مخرج المثانة المشتبه به أثناء المخطط المثاني بالطرح، ولكن الفحص الإضافي يسمح بتحديد مستوى الانسداد.

ومع ذلك يعتبر قياس حركية الجهاز البولي بالفيديو، الذي يتيح التقييم التشريحي والوظيفي في آن واحد، ضرورياً من أجل:

• عمل تقييم شامل للحالات المعقدة عندما تكون نتائج الفحوصات البسيطة أو نتائج المخطط المثاني بالطرح غامضة.

• عمل فحوصات للمرضى الذين يشتبه بإصابتهم بقصور في وظائف الجهاز العصبي (الفصل التاسع).

• الحالات التي يتضح بها حدوث فشل في إجراء عملية سابقة.

مصطلحات قياس (ضغط/جريان المثانة)

سيتم ذكر بعض المصطلحات العامة ذات الصلة بقياسات الضغط في الجدول رقم (٤.٢) كمرجع، وسيتم إدخال المصطلحات الإضافية فيما تبقى من هذا الفصل.

تجهيز المعدات

يعتمد نجاح أي دراسة لضغوط/ جريان المثانة على التجهيز الدقيق للمعدات، والالتزام برقابة الجودة بصرامة في جميع خطوات الإجراء. وقد أوصت الجمعية الدولية للاستمساك باستخدام خطوط تعبئة السوائل ومحولات الضغط الخارجي عند إجراء المخطط المثاني . وعلى أي حال، إذا دعت الحاجة لاستخدام معدات أخرى، فيجب الالتزام بمبادئ ضمان دقة قياسات الضغط الخاصة بهذه المعدات. كما يجب معايرة جميع المعدات – بما فيها محولات الطاقة، والمضخات، ومقاييس الجريان – بانتظام وفقاً للتعليمات المحددة من قبل الشركة المصنعة لهذه المعدات.

ويتطلب النظام النموذجي للمخطط المثاني بالطرح باستخدام الأنابيب المعبأة بالسائل المكونات التالية (الشكل ٤,٢):

- محولات لقياس الضغوط.
- قثاطر معبأة بالسوائل لنقل الضغط من داخل المثانة ومن داخل البطن إلى المحولات.
- قثطرة ثانية داخل المثانة لتعبئة المثانة بالسائل (أو قثطرة داخل المثانة مزدوجة التجويف مساوية لـ ٨ وحدات أو أقل).

الجدول رقم (٤,٢). المصطلحات المتعلقة بقياس ضغط/جريان البول.

المصطلحات المتعلقة بقياس ضغط/جريان البول		
المصطلحات	التعريف أو المعنى بالنسبة لحركية الجهاز البولي	ملاحظات
الضغط صفر	يجب أن يكون الضغط المحيطي	يتم تسجيل الضغط عندما يكون المحول مفتوحاً للبيئة
الارتفاع المرجعي (المستوى)	المستوى الذي يجب وضع المحولات عنده حتى يكون لجميع ضغوط حركية الجهاز البولي نفس المكون الهيدروستاتي	يتم أخذها عند الحافة العلوية للإرتفاق العاني
المحول	جهاز يحول اختلاف الضغط إلى إشارة كهربائية	قد يكون خارج جسم المريض أو يتم وضعه في الداخل

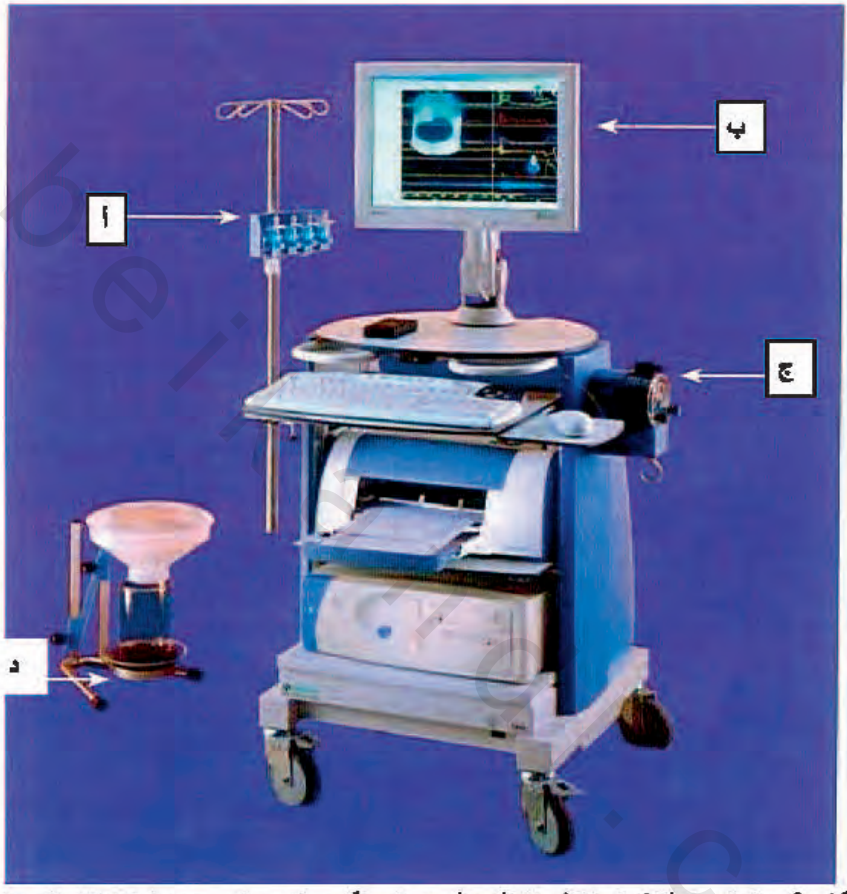
تابع: **الجدول رقم (٤,٢). المصطلحات المتعلقة بقياس ضغط/جريان البول.**

الضغط	القوة لكل وحدة مساحة	تقاس عادة بالسنتيمتر (سم) المائي أثناء قياس حركية الجهاز البولي
الإخماد	نوع معين من العيوب	بسبب النقل السيئ للضغط إلى المحول
ضغط داخل المثانة	ضغط داخل المثانة	اختصاره P_{ves}
ضغط داخل البطن	الضغط المحيط بالمثانة. يقاس عادة في المستقيم، ولكن يمكن أيضاً قياسه في مواقع أخرى مثل أعلى المهبل	اختصاره P_{abd}
ضغط العضلة المثانية	ضغط داخل المثانة الناجم عن الضغوط الواقعة داخل جدار المثانة (العضلة المثانية)، وهو ناتج طرح ضغط داخل البطن من ضغط داخل المثانة	مختصرة لـ P_{det} $(P_{det} = P_{ves} - P_{abd})$

- مضخة تعبئة متصلة بأنبوب التعبئة، وتعمل عادة من خلال مبدأ التمعج.
- مقياس الجريان لقياس معدل الجريان.
- محطة حاسوب تشمل وصلات مناسبة للسيطرة على معدل تعبئة المضخة.

وتقوم أيضاً بتسجيل الضغوط المقاسة، ومعدل الجريان، وحساب ضغط العضلة المثانية بالطرح.

ويجب أن يكون كلٌّ من أخصائي حركية الجهاز البولي والشخص القائم بتجهيز المعدات وإعداد المريض (إذا كان مختلفاً) معتاداً على تجهيز المعدات، وقادراً على تحديد أي مشاكل قد تحدث أثناء الفحوص وتصحيحها.



الشكل رقم (٤,٢). محطة نموذجية لجريان الضغط. *تشمل: (أ) محولات على منصة طولها قابل للتعديل؛ (ب) مضخة لتعبئة المثانة؛ (ج) شاشة؛ (د) مقياس الجريان للاستخدام أثناء مرحلة الإفراغ موضع الدراسة.*

قياس الضغط

تركيب القثطرة

داخل المثانة : أثناء المخطط المثاني (داخل المثانة)، يتم قياس الضغط الكلي عن طريق إدخال قثطرة في المثانة. يتم تمرير القثطرة عادة عبر الإحليل باستخدام مواد مرطبة أو هلام مخدر، ويمكن في ظروف معينة وضع القثطرة عبر المنطقة فوق العانة. ويجب التأكد من تركيب القثطرة بشكل آمن مع عدم وجود خطر من خروجها. وإذا وضعت

على الجلد، يجب أن يكون التثبيت بالقرب من مخرج الإحليل قدر الإمكان. ولدى الرجال، يجب ألا يكون هناك أي انسداد للإحليل على السطح السفلي للقضيب.

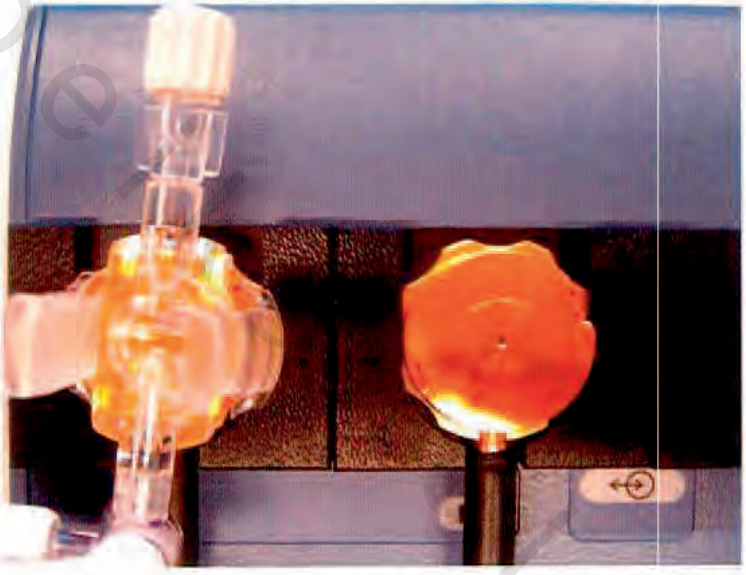
داخل البطن: يتم قياس الضغط داخل البطن أيضاً كي يُمكن حساب ضغط العضلة المثانية باستخدام الحاسوب. ويتألف قياس ضغط داخل المثانة من عنصرين هما: الضغط الناجم عن العضلة المثانية، وأيضاً الضغط المنقول إلى خارج المثانة من الضغط داخل البطن. وبطرح الضغط داخل البطن من الضغط داخل المثانة، فإن الضغط المتولد فعلياً داخل المثانة هو ضغط العضلة المثانية. وإلى حد كبير، يعتبر ضغط العضلة المثانية ذا أهمية كبرى بالنسبة لأخصائي قياس حركية الجهاز البولي. ويقاس الضغط داخل البطن عادة عن طريق إدخال قثطرة في الشرج. كما يمكن إدخال القثطرة في المهبل العلوي أو في الفغر المعوي عند بعض المرضى. ويوجد عادة في آخر القثطرة بالون رخو خالي من الهواء في الطرف المتصل بالمستقيم. والغرض من هذا البالون هو الحفاظ على حجم صغير من السائل في مخرج القثطرة وتفادي الانسداد بالبراز. ويجب ملء البالون بمقدار ١٠ — ٢٠ ٪ فقط من قدرته غير المتمددة، وتعتبر زيادة التعبئة خطأً شائعاً يسبب الحصول على قياسات مضللة؛ وفي كثير من الأحيان يتم قطع مخرج في البالون لمنع زيادة تعبئة المثانة وحدوث تأثير الانسداد. ويجب إدخال قثطرة المستقيم على بعد ١٠ سم فوق حافة الشرج باستخدام مواد ملينة، ويجب لصقها بشكل آمن بالقرب من حافة الشرج قدر الإمكان.

محولات الطاقة

هناك ثلاثة أنواع من أنظمة المحول شائعة الاستخدام.

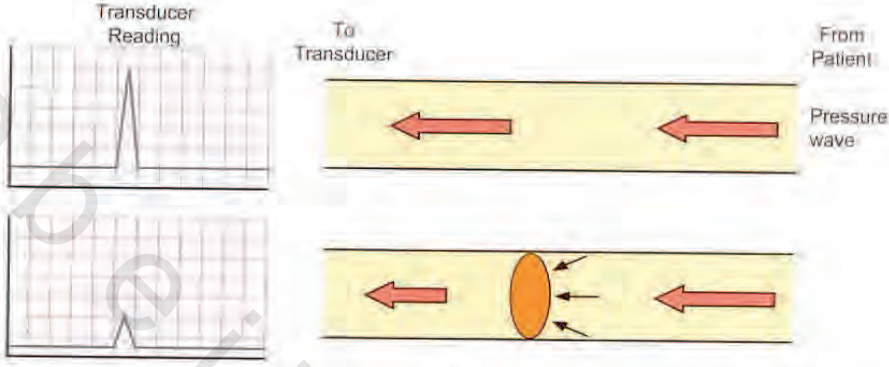
أولاً: محولات ضغط خارجية معبأة بالسائل: توصي الجمعية الدولية للاستمساك باستخدام محولات الضغط الخارجية المعبأة بالسائل نظراً لدقتها وخصائصها الضمنية التي تُسهّل استخدامها عندما تكون قيمة الضغط والارتفاع المرجعي صفر (الشكل ٤,٣). في البداية، كان يتم قياس حركية الجهاز البولي باستخدام خصائص أنظمة معبئة بالسائل، ثم تم تطوير نظام المعايرة من خلال فهم مميزات الأنظمة المعبأة بالسائل. ويتم تثبيت محولات

الطاقة خارجياً على حامل، ثم توصيلها إلى قثاطر تسجيل الضغط عن طريق أنابيب معبأة بالسائل. وينقل السائل الضغوط المقاسة مباشرة إلى محول خارجي، وقد يؤدي أي انقطاع في إرسال أمواج الضغط إلى حدوث عيوب.



الشكل رقم (٤.٣). محولات السائل الخارجية. *على اليسار، تظهر علبة تستخدم مرة واحدة وتسمى عادة "القبة"، وهي موصولة بالأنابيب التي تحتوي على السوائل. وعلى اليمين، يظهر المحول بدون "القبة".*

تشمل العيوب الشائعة وجود فقاعة الهواء في أي مكان في الأنابيب بين مخرج بداية القثطرة والمحول، وحيث إن الهواء قابل للضغط على عكس السائل، فإن موجة الضغط المنقولة سوف تضغط الهواء بكل سهولة قبل وصولها إلى المحول. ويؤدي استخدام بعض الضغط لغرض ضغط الهواء إلى إرسال أمواج أقل إلى المحول، مما يؤدى إلى 'إخماد' المخطط (الشكل ٤.٤).

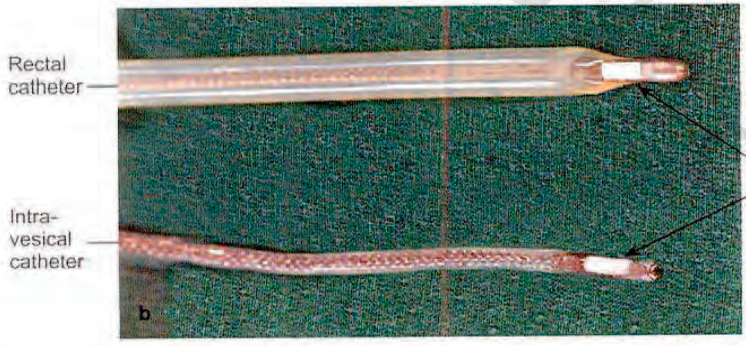


Pressure wave	موجة الضغط	Transducer Reading	قراءة المحول
To Transducer	إلى المحول	From Patient	من المريض

الشكل رقم (٤.٤). الإخماد بسبب فقاعات الهواء. *الشكل العلوي يوضح نقل طبيعي للضغط، والشكل السفلي يوضح وجود فقاعة مضغوطة "تمتص" بعض موجة الضغط؛ مما يؤدي إلى ضعف النقل، ومع وجود خط قاعدي أكثر انخفاضاً وأكثر هبوطاً في المخطط.*

وتعتبر هذه مشكلة شائعة لدرجة أن فقاعة هواء ضئيلة قد تسبب إخماد الشكل بشكل ملحوظ في المحولات بالغة الحساسية. وعادة ما يُمكن تصحيح الإخماد بطرد فقاعة الهواء خارج النظام. كما يؤدي تسرب السائل أو وجود التواء في الأنبوب إلى حدوث نتائج مماثلة. لذلك؛ يجب التأكد من أن هذا النظام محكم ضد تسرب المياه أثناء عملية الإعداد، مع عدم وجود التواءات في أي مكان على طول الأنبوب. ويتأثر استشعار الضغط بأي نقطة؛ وبالتالي من الضروري أن يكون الضغط باتجاه واحد خلال النظام المعبأ بالسائل، رغم أن قياسات الضغط لا تعتمد كثيراً على اتجاه القثطرة داخل المثانة.

ثانيًا: محولات محمولة على القثطرة: توضع هذه المحولات في طرف أنواع خاصة من القثطرة (مستدقة الطرف)، وهي لا تحتاج إلى نظام معبأ بالسوائل. ويكون الطرف الخارجي القريب من القثطرة متصلاً مباشرة بنظام التسجيل الالكتروني، مما يجعل هذه المحولات أسهل في الإعداد من النظام المعبأ بالسوائل (الشكل ٤.٥).



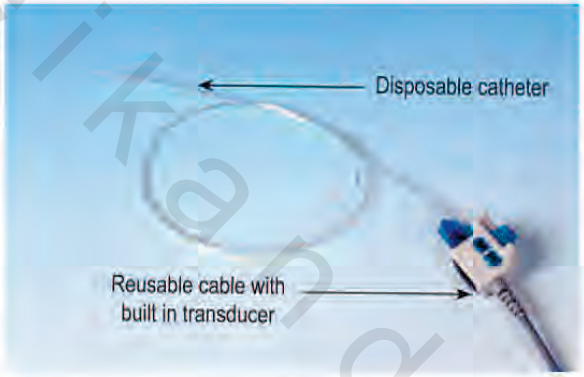
Rectal Catheter	قثطرة شرجية	Urethral transducer	محول الإحليل
Intra-vesical Catheter	قثطرة داخل المثانة	Intra-vesical transducer	محول داخل المثانة

الشكل رقم (٤,٥). (أ) **قثطرة ذات رأس مستدق (صلب).** *قثطرة قياس مزدوجة في المثانة والإحليل ذات رأس مستدق، ويشاهد فيها محول طرفي، ويوجد محول آخر "داخل الإحليل" على مقربة بضعة سنتيمترات منه.* (ب) **محولات ذات رأس مستدق (صلب) للقثطرة.** *منظر مقرب من الطرف البعيد للقثطرة الشرجية ذات الرأس المستدق (أعلى)، وقثطرة داخل المثانة ذات رأس مستدق (أسفل)؛ والأسهم تشير إلى المحولات.*

وهذه النظم لا تستلتزم ضبط الارتفاع المرجعي كما أنها لا تتأثر بعيوب الحركة، وهي بذلك تعتبر مفيدة في حالات معينة مثل فحص حركية الجهاز البولي المتنقل، ولكن الجمعية الدولية للاستمساك لا توصي باستخدامها للمخطط المثاني التقليدي. العيب الرئيسي لهذا النظام هو أن قراءات الضغط اتجاهية، وتعتمد على الاتجاه الذي يتم توجيه المحول نحوه أو على المكان الذي يرتكز المحول إليه. كما تحتاج هذه المحولات إلى المعايرة بانتظام قبل الاستخدام. وبالإضافة إلى ما سبق، تعتبر هذه القثاطر مكلفة، ويجب تنظيفها جيداً قبل وبعد كل استعمال، ويجب مناولتها بحرص. وعلى خلاف الوضع في حالة قثطرة تعبئة السوائل الخارجية، يكون الارتفاع المرجعي على مستوى المحولات الداخلية (راجع لاحقاً). ويجب نقع هذه القثاطر قبل الاستخدام للسماح بامتصاص كمية صغيرة من الماء داخل الغلاف في منطقة الاستشعار. ويكفي التنظيف/التطهير باستخدام طريقة تعتمد على السائل قبل الاستخدام مباشرة لعملية النقع المسبق. وإذا لم يتم تنظيفها بطريقة السائل قبل الاستعمال مباشرة، فإن الأمر يتطلب النقع المسبق لما يقرب من ٢٠ دقيقة في حالة استخدام القثطرة بشكل منتظم؛ وإذا لم يتم استخدام القثطرة لعدة أسابيع، فإن الأمر يتطلب نقع مسبق لأكثر من ساعة واحدة قبل الاستعمال.

ثالثًا: طريقة استشعار الضغط بالشحن بالهواء: هذا هو أحدث نظام للمحول. ويتألف النظام من الكابلات التي يمكن إعادة استخدامها مثبتة بمحولات وقثاطر للاستعمال الواحد مع بالون صغير مثبت في الطرف البعيد للقثطرة (الشكل ٤,٦). بعد إدخال القثطرة ذات الاستعمال الواحد داخل جسم المريض وبعد توصيلها بالكابل الدائم، يتم استخدام المحول لـ 'شحن' القثطرة عن طريق حقن كمية صغيرة من الهواء في بالون القثطرة. وهو ما يصنع نظاماً مغلقاً لاستشعار الضغط بدقة داخل الكائن الحيوي لقياس المخطط المثاني، والبطن، والإحليل بدقة. ويكتسب هذا النظام شعبية بسبب سهولة وسرعة إعداده مقارنة مع الأنظمة المشحونة بالسائل. كما أن استشعار الضغط ليس أحادي الاتجاه، والقثاطر من نوع الاستخدام الواحد على عكس القثاطر ذات الرأس المستدق. ويعتبر قياس الضغط باستخدام بوالين استشعار الضغط محيطياً بالفعل

بسبب استخدام هذا النظام، على خلاف الأنظمة المعبأة بالسوائل وأنظمة الرأس المستدق؛ وبالتالي قد يكون مفيداً بشكل خاص عند قياس ضغط الإحليل، حيث يتم قياس الضغط الكلي المتولد بواسطة جدار الإحليل الأسطواني. إضافة لذلك، يمكن تصفير هذه المحولات بسهولة. وكما هو الوضع مع قثاطر الرأس المستدق، لا يحتاج الارتفاع المرجعي إلى إعداد خارجي، ولكن يؤخذ عند نقطة في البالون الداخلي.



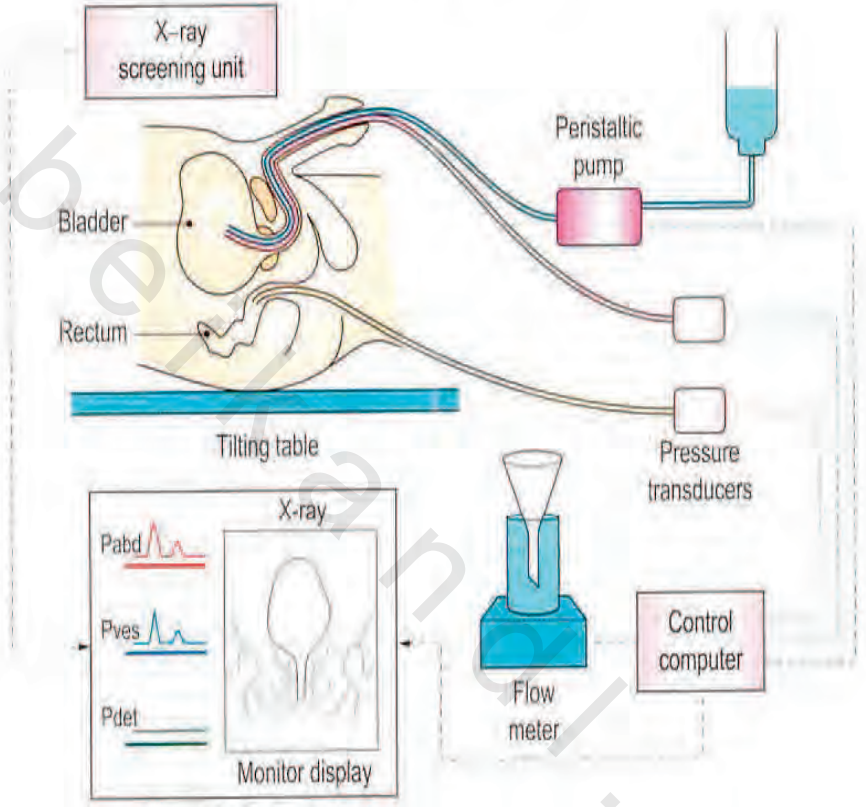
قثطرة ذات استعمال واحد	Disposable Catheter
كابل قابل لإعادة الاستخدام مع محول مدمج	Reusable cable with built in tranduser

الشكل رقم (٤.٦). طريقة استشعار الضغط بالشحن الهوائي. قثطرة الشحن الهوائي للاستعمال الواحد مرتبطة ببالون موصول بكابل دائم مركب داخل المحول.

ولا يعتبر إخماد المخطط نتيجة للتغير في وسيط الانتقال (مثلما يحدث عندما تعلق فقاعة الهواء في نظام تعبئة السوائل) مشكلة بالنسبة لقثاطر استشعار الضغط المشحونة بالهواء. كما لا تتأثر قياسات الضغط هنا بأي حركة للقثطرة، مما يقلل من حدوث العيوب، وتعتبر هذه الخاصية مثالية بالنسبة لقياس حركية الجهاز البولي المتنقل. وعلى أي حال، تحتاج هذه الطريقة لدراسة مستفيضة بالفعل قبل أن تحل محل القثاطر المعبأة بالسائل كطريقة قياسية.

تعبئة المثانة

بالإضافة إلى قياس الضغط داخل المثانة، قد يتطلب الأمر تعبئة المثانة بالسوائل خلال قياس (ضغط/جريان المثانة) (الشكل ٤,٧).



X-ray	الأشعة السينية	X-ray screening Unit	وحدة تصوير الأشعة
P_{abd}	ضغط البطن	Peristalitic Pump	مضخة التمعج
P_{ves}	ضغط المثانة	Bladder	المثانة
P_{det}	ضغط العضلة المثانية	Monitor display	شاشة المراقبة
Flow meter	مقياس الجريان	Tilting table	طاولة الإمالة
Rectum	المستقيم	Pressure transducers	محولات الضغط
		Control Computer	حاسوب التحكم

الشكل رقم (٤.٧). مخطط تخطيطي لقياس حركية الجهاز البولي في الفيديو. *يتم تعبئة المثانة إلى درجة معدل مسبق التحديد بمادة ظليلة معتمة للتصوير بالأشعة، مع قياس الضغط داخل المثانة وداخل البطن في نفس الوقت. ويتم حساب ضغط العضلة المثانية المطروح تلقائياً، ويتم تسجيل الجريان بمقياس الجريان. ويمكن تدوين هذه المعلومة مع صور الأشعة المصاحبة، وتسجيل صوتي للتمكن من مراجعتها وتحليلها فيما بعد.*

أنواع القثاطر

ذات التجويف المزدوج: تنصح الجمعية الدولية للاستمساك باستخدام القثطرة الواحدة ذات التجويف المزدوج؛ لأنه يمكن استخدامها لقياس كل من الضغط داخل المثانة وامتلاء المثانة (الشكل ٤,٨). ويجب استخدام أرفع قثطرة ممكنة للحد من ظهور العيوب أثناء الإفراغ نتيجة انسداد تجويف الإحليل، ولكن إذا كانت القثطرة رفيعة جداً؛ فقد يؤدي ذلك إلى إخماد مفرط في انتقال الضغط، وربما تقيّد أيضاً معدل الضخ. أصغر حجم متاح حالياً هو ٦ فرنشات؛ ولكن من المعتقد أن مثل هذا الحجم الصغير قد يقيّد معدل الضخ. وعلى ضوء ذلك؛ يفضّل استخدام الحجم الأكبر قليلاً، أي ٨ فرنشات.

الشكل رقم (٤,٨). قثطرة مزدوجة التجويف للاستخدام داخل المثانة. *تستخدم لقياس الضغط (القناة الزرقاء) وتعبئة المثانة (القناة الشفافة) باستخدام قثطرة واحدة.*

ذات التجويف الواحد: إذا تم استخدامها، فإن الوضع يتطلب إدخال قسطرتين اثنتين منفصلتين داخل المثانة وهو الإجراء الأقل ملاءمة. ولكن قد تكون له ميزة إمكانية إزالة الأنبوب الأكبر قبل الإفراغ. ومع ذلك، فإن هذه الميزة تلغيها الحاجة

لمعاودة إدخال أنبوب التعبئة إذا دعت الحاجة لعمل دورة الثانية من التعبئة/الإفراغ. لذلك ؛ يجب التنبيه بنوع وحجم وعدد القثاطر الواجب استخدامها أثناء الفحص.

سائل التعبئة

يمكن استعمال جميع السوائل التالية للتعبئة خلال المخطط المثاني :

- الماء المعقم.
- المحلول الملحي.
- المادة الظليلة – خلال تصوير قياس حركية الجهاز البولي بالفيديو.

ومع ذلك، يجب معايرة المضخة ومقياس جريان السائل المستخدم ؛ وبالتالي من غير المستحسن تغيير نوعية الجزء الخاص بسائل التعبئة خلال الدراسة فقد لا تصبح عملية المعايرة دقيقة.

درجة حرارة السائل

ومن الناحية المثالية، يجب أن يكون السائل في درجة حرارة الجسم. ومع ذلك، فإنه من الأكثر واقعية استخدام السائل في درجة حرارة الغرفة، حيث لا يبدو أن ذلك يؤثر على النتائج. السوائل الأكثر برودة (أقل من ١٤ درجة مئوية) قد تهيّج المثانة، وتؤدي إلى فرط نشاط العضلة المثانية.

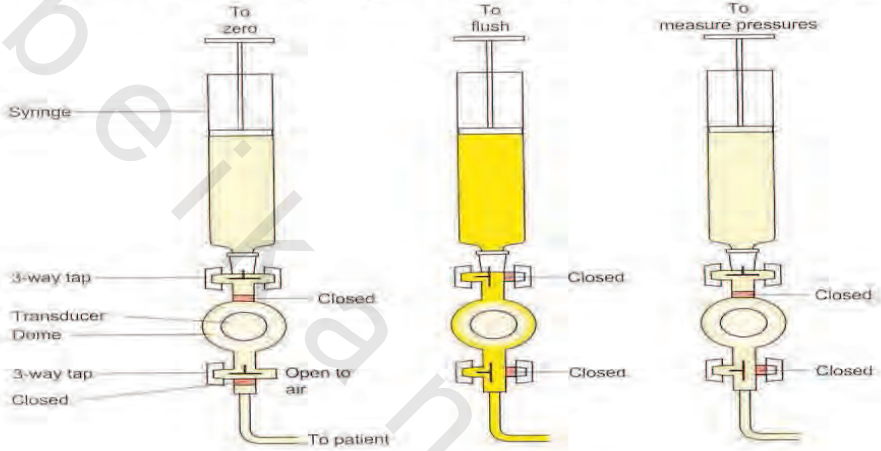
مراقبة الجودة

بمجرد إعداد مقياس الضغط وجهاز التعبئة، يجب التأكد من تسجيل الضغوط بشكل صحيح، وتصحيح أي عيوب قبل بدء الدراسة.

تعيين الضغط الصفر

ويمكن "تصفير" قياسات الضغط إما وفقاً لضغط الغلاف الجوي المحيط وإما وفقًا للضغط الداخلي. ومع ذلك، فقد أوصت الجمعية الدولية للاستمساك بضرورة استخدام ضغط الغلاف الجوي المحيط ؛ لأنه يسهّل توحيد الطريقة ومقارنة البيانات مع بيانات المراكز الأخرى.

لتحديد الصفر من ضغط الغلاف الجوي، يجب أن يكون كلٌّ من محول قياس الضغط داخل المثانة ومحول قياس الضغط داخل البطن مكشوفين للغلاف الجوي. ويتم ذلك بسهولة إذا أدخلت صنابير ذات ٣ فتحات في النظام المعبأ بالسائل (الشكل ٤,٩).



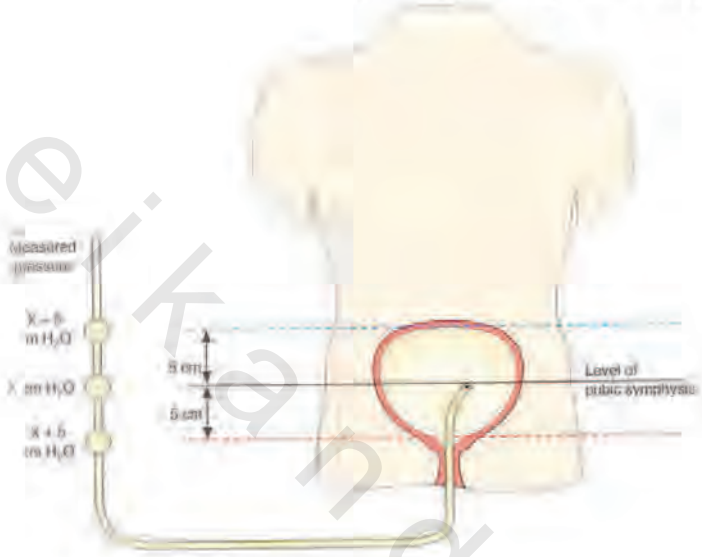
To measure pressure	إلى ضغط القياس	To zero	إلى الصفر
Open to air	مفتوح للهواء	Syringe	الحقنة
To patient	إلى المريض	3-way tap	صنبور ذو ٣ فتحات
To flush	دفع السائل	Closed	مغلق
Dome	قبة	Transducer	محول

الشكل رقم (٤,٩). وضع صنبور ذي ٣ فتحات في النظام المعبأ بالسائل. *يوضح الشكل وضع صنبور ٣ فتحات بين المحول والحقنة وبين المحول والأنبوب الموصل للمريض. تتيح الأوضاع المختلفة للصنبور ذي الثلاث فتحات تصفير المحول إلى الضغط الجوي، أو دفع السائل بالأنبوب، أو قياس الضغط.*

تعيين الارتفاع المرجعي

النظام الخارجي المعبأ بالسائل: يجب وضع المحولات عند مستوى الارتفاع المرجعي حتى يتسنى أن يكون لجميع ضغوط قياس حركية الجهاز البولي نفس المكون الهيدروستاتي. ولضمان توحيد المعايير؛ حددت الجمعية الدولية للاستمساك الارتفاع المرجعي على أنه الحافة العليا من الارتفاق العاني. وتوضع المحولات عادة على حامل

قابل للتعديل يمكن تحريكه بحيث تكون المحولات على نفس المستوى مع الارتفاق العاني قبل بدء الفحص، (الشكل ٤.١٠).



Level of pubic symphysis	مستوى الارتفاق العاني	5 cm	٥ سم
X^{+5} cm H2O	س + ٥ سم ماء	X^{-5} cm H2O	س – ٥ سم ماء
Measured pressure	الضغط المقاس	X cm H2O	س سم ماء

الشكل رقم (٤.١٠). موضع المحولات الخارجية المعبأة بالسائل. *يجب إعدادها عند مستوى الارتفاق العاني للتمكن من المعايرة والمقارنة. تؤدي زيادة ارتفاع المحول الخارجي إلى خفض مقدار الضغط المقاس، بينما يؤدي خفض الارتفاع إلى زيادة مقدار الضغط المقاس. ولا يؤدي وضع القثطرة في العضو إلى التأثير على مقدار الضغط المقاس.*

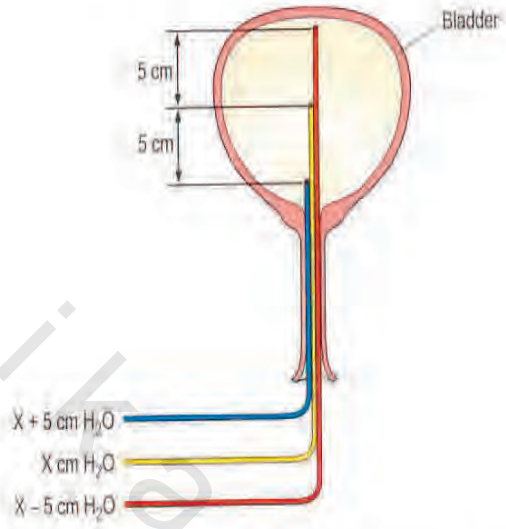
قياس حركية الجهاز البولي عملياً – الارتفاع المرجعي

- يجب أن يتم الاحتفاظ بالارتفاع المرجعي على مستوى الارتفاق العاني طوال فترة إجراء الفحص.
- ولذلك؛ يتطلب أي تغيير في وضع المريض تعديل ارتفاع المحول على الفور.

obeikandl.com

• غالباً ما يكون من الصعب الحفاظ على مستوى محولات الطاقة عند مستوى الارتفاق العاني في النظم المعبأة بالسائل في حالة وجود تحركات سريعة، مثل بعض الاختبارات المحفزة (القفز على الكعب). وكذلك تؤدي الحركة السريعة للنظم المعبأة بالسائل إلى حدوث عيوب كبيرة نتيجة هذه الحركة.

النظم المعبأة بالهواء وذات الرأس المستدق: في حالة استخدام المحولات ذات الرأس المستدق يكون الارتفاع المرجعي هو المحول نفسه. وفي المحولات المعبأة بالهواء يكون الارتفاع المرجعي في موضع البالون الداخلي. ولذلك، عند استخدام هذه الأنظمة يصبح من الصعب التأكد من موضع الارتفاع المرجعي أو التأكد من أن الارتفاع المرجعي لخط البطن الداخلي مساوٍ للخطوط داخل المثانة، إلا إذا أظهر الفحص موضع القثطرة (الشكل ٤,١١). بالإضافة إلى أن تعديل وضع المريض (أي من الاستلقاء إلى الوقوف) يمكن أن يسبب اختلافات كبيرة في المواضع النسبية للمحولات/البوالين داخل المثانة وداخل البطن. في وضعية الاستلقاء، قد يكون أنبوب المستقيم أدنى من الأنبوب داخل المثانة. وفي وضعية الوقوف، قد يكون أنبوب المستقيم أعلى من الأنبوب داخل المثانة. إلاّ أنه من المستبعد أن تؤثر هذه الاختلافات في الارتفاع بشكل كبير على النتائج من الناحية العملية.



مثانة	Bladder	س سم ماء	X cm H2O
س+٥ سم ماء	X^{+5} cm H2O	٥ سم	5 cm
س - ٥ سم ماء	X^{-5} cm H2O		

الشكل رقم (٤.١١). موضع المحول ذي الرأس المستدق أو البالون المعبأ بالهواء. *يؤثر موضع المحول الداخلي أو البالون داخل المثانة على الضغط المقاس. إذا كان الموضع منخفضاً ، فسيتم قياس ضغط أعلى بسبب عمود السائل الإضافي الذي فوق المحول/البالون ؛ وبالتالي يعطي الموضع الأعلى قراءة أقل للضغط.*

نطاق القيم المتوقعة لقياسات ضغط داخل البطن وداخل المثانة في أوضاع الراحة

الجدول رقم (٤.٣). نطاق القيم المتوقعة لقياسات ضغط داخل البطن وداخل المثانة في أوضاع الراحة.

الوضع	نطاق القيم المتوقعة لقياسات ضغط داخل البطن وداخل المثانة في أوضاع الراحة
وضعية الاستلقاء	٥ – ٢٠ سم ماء
وضع الجلوس	١٥ – ٤٠ سم ماء
وضعية الوقوف	٣٠ – ٥٠ سم ماء

obeikandl.com

الضغوط في أوضاع الراحة

قبل البدء في تعبئة المثانة، يجب التأكد من أن القيم الأولية موجودة ضمن النطاق المتوقع (الجدول ٤.٣). إذا كان قياس الضغط يقع خارج هذا النطاق، فإن ذلك يشير إلى وجود مشكلة فنية لا بد من تصحيحها. ويجب أولاً اتخاذ تدابير بسيطة مثل تنظيف الأنابيب، والتحقق من عدم وجود تسريب للسوائل، وعدم وجود عقد.

ونظراً لعملية طرح الضغط؛ يجب أن يكون ضغط العضلة المثانية أقل من ٦سم ماء، ومن الناحية المثالية يجب يكون أقرب إلى الصفر قدر الإمكان.

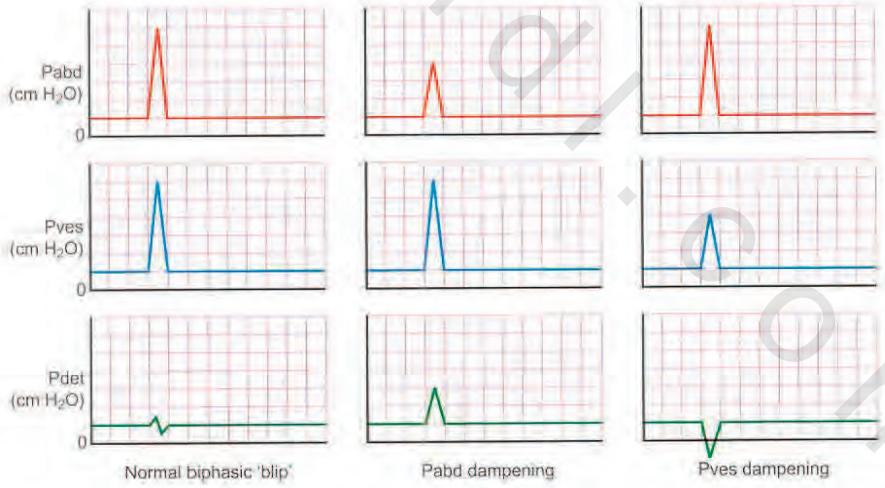
قياس حركية الجهاز البولي – استكشاف أخطاء الضغوط في أوضاع الراحة

- إذا كان ضغط العضلة المثانية (P_{det}) مرتفعاً جداً (أكثر من ٦ سم ماء):
  - قد يكون ضغط البطن (P_{abd}) منخفضاً للغاية – قد تكون قثطرة المستقيم ملتوية/مسدودة، أو قد تحتوي على فقاعات الهواء، أو قد يوجد تسريب للسائل. وبالتالي؛ يجب أن يكون نظام الجريان خالياً من التسريب والعقد.
  - قد يكون ضغط المثانة (P_{ves}) مرتفعاً للغاية – قد تكون قثطرة المثانة موضوعة في مستوى المعصرة الإحليلية خطأً، أو قد تكون الأنابيب ملتوية. وبالتالي؛ يجب التأكد من عدم وجود التواءات، وعند الحاجة يجب تعديل وضع القثطرة.
- إذا كان ضغط العضلة المثانية (P_{det}) سلبياً:
  - قد يكون ضغط البطن (P_{abd}) مرتفعاً للغاية – قد تكون قثطرة المستقيم في غير موضعها، أي مستندة إلى جدار المستقيم، أو أن هناك التواءات في الأنابيب؛ لذلك يجب التأكد من الموضع الصحيح، والتأكد من عدم وجود التواءات. وقد يكون هناك انسداد في بالون المستقيم؛ لذلك قم بتصريف بضع قطرات من السائل من نظام القياس داخل البطن، أو قم بإحداث ثقب في بالون المستقيم لإزالة السوائل الزائدة.

- قد يكون ضغط المثانة (P_{ves}) منخفضاً للغاية – إما بسبب وجود عقد في قثطرة المثانة وإما بسبب وجود فقاعات هواء أو تسرب سائل؛ لذلك قم بتنظيف النظام ومنع التسريب وإزالة العقد.

الإخماد والطرح

بعد التأكد من أن قيم أوضاع الراحة حسب المتوقع، يجب تحديد مقدار الإخماد وتصحيحه. ويتم هذا عن طريق مطالبة المريض بأن يسعل، ويجب أن تستجيب مخططات فحوصات داخل البطن وداخل المثانة متساوية، مع تكوين ذروة سريعة وهبوط سريع، ويجب ألاّ يتأثر مخطط العضلة المثانية. يعتبر حدوث ومضة صغيرة ثنائية الطور أمراً طبيعياً في فحص العضلة المثانية، ولكن أي ارتفاع/انخفاض في ضغط العضلة المثانية أثناء السعال يدل على حدوث إخماد إما داخل أنظمة البطن، وإما داخل أنظمة المثانة، الشكل (٤,١٢).

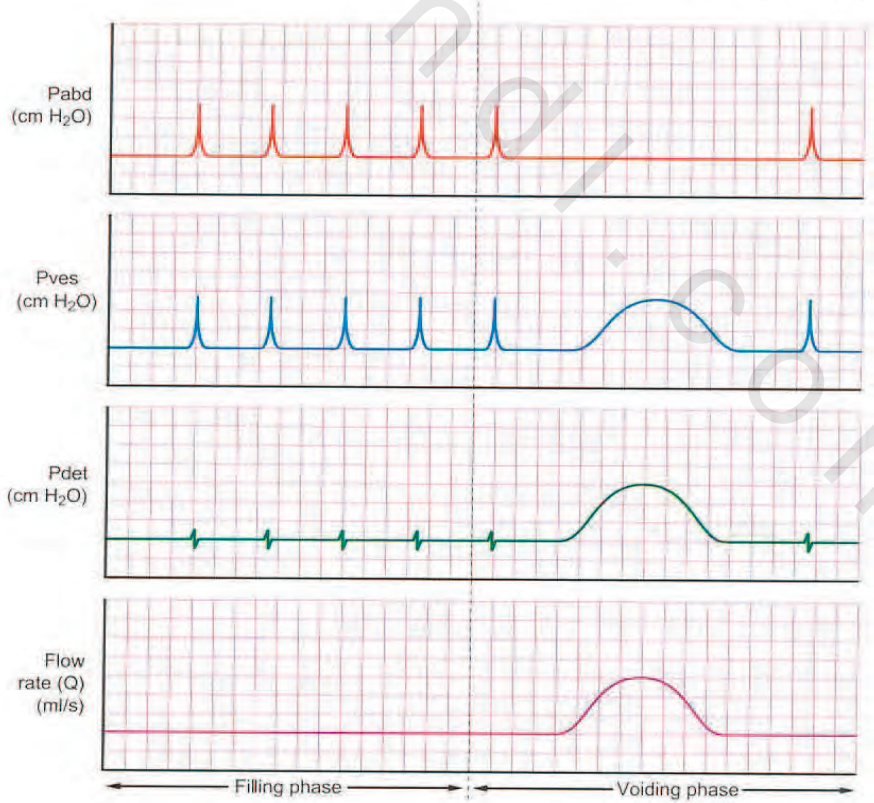


Normal biphasic "blip"	ومضة طبيعية ثنائي الطور	P_{abd} (cm H2O)	ضغط البطن (سم ماء)
P_{abd} dampening	إخماد ضغط البطن	P_{ves} (cm H2O)	ضغط المثانة (سم ماء)
P_{ves} dampening	إخماد ضغط المثانة	P_{det} (cm H2O)	ضغط العضلة المثانية (سم ماء)

الشكل رقم (٤,١٢). نقل الضغط الطبيعي والمُخمد. *الصورة اليسرى – طرح جيد بدون إخماد. الصورة الوسطى – إخماد خط داخل البطن. الصورة اليمنى – إخماد خط داخل المثانة.*

قياس حركية الجهاز البولي عملياً – تقييم الإخماد

- يجب أن يسعل المريض في بداية ونهاية الفحوصات لتقييم حدوث الإخماد.
- يجب تقييم الإخماد الحادث طوال فترة الفحص بجعل المريض يسعل كل دقيقة (الشكل ٤,١٣).
- يجب أيضاً أن يسعل المريض قبل وبعد أي أحداث كبرى مثل تغيير الموضع، عمليات الإفراغ، والتسريبات العفوية؛ وذلك لأن القثطرة قد يتغير موضعها أثناء هذه الأحداث.
- يجب تصحيح مقدار الإخماد على الفور.
- عادة ما يحدث الإخماد عند الخط داخل البطن أو داخل المثانة، حيث يحدث أدنى انحراف عند السعال.



obeikandl.com

Flow rate (Q) (ml/s)	معدل الجريان (مل/ثانية)	P_{abd} (cm H2O)	ضغط البطن (سم ماء)
Filling phase	طور التعبئة	P_{ves} (cm H2O)	ضغط المثانة (سم ماء)
Voiding phase	طور الإفراغ	P_{det} (cm H2O)	ضغط العضلة المثانية (سم ماء)

الشكل رقم (٤.١٣). شكل لمخطط بياني، مع مراقبة الجودة بالسعال المنتظم. *يوضح ترتيب المخططات المعروضة حسب توصية الجمعية الدولية للاستمساك. يتم تقييم الطرح والإخماد كل دقيقة عن طريق السعال أثناء التعبئة وقبل وبعد الإفراغ.*

الأدوية

يجب على المريض أن يتجنب تناول أدوية تؤثر على أعراض السبيل البولي السفلي ؛ كي يتم الحصول على أفضل مؤشر يدل على الوصف الطبيعي الكامن للمرض بدون أي مؤثرات. ويجب إيقاف الأدوية قبل فترة كافية من الفحص حتى يختفي أي تأثير ممكن، وعادة ما نوصي بإيقاف أي أدوية قبل الفحص بأسبوع. ويجب أن يؤخذ في الحسبان أي وضع مخالف لهذا الأمر عند تفسير النتائج، كما يجب تسجيل ذلك بوضوح.

وفي بعض الأحيان، قد يكون من المفيد دراسة حالة المريض أثناء تناوله للمستحضرات المضادة للمسكارين، وذلك:

- لغرض تقييم كفاءة مخرج البول لدى مريض مصاب بسلس البول المختلط، حيث يتم التحكم بمثانته ذات الفعالية المفرطة بواسطة مضادات المسكارين.
- لغرض إعادة تقييم ضغط العضلة المثانية لدى المرضى الذين يعانون من ارتفاع ضغط المثانة العصبية ذات النشاط المفرط، والتي تم علاجها بمضادات المسكارين.

قياس (ضغط/جريان المثانة) أو قياس (ضغط/جريان المثانة) بالفيديو

العرض على شاشة الحاسوب

عادة ما يتم إعداد عرض الشكل التوضيحي على شاشة الحاسوب ± المخطط الورقي مسبقاً. وعلى أي حال، فإنها قابلة للتعديل. وتوصي الجمعية الدولية للاستمساك بما يلي من أجل التنسيق:

- يتم عرض الضغط داخل البطن (P_{abd}) أعلى الشاشة.

- بعد ذلك يتم عرض الضغط داخل المثانة (P_{ves}).
- بعد ذلك يتم عرض ضغط العضلة المثانية عند الطرح (P_{det}).
- بعد ذلك يتم عرض معدل جريان البول في أسفل الشاشة (الشكل ٤,١٣).
- مكن عرض صور حجم البول المعبأ، وحجم الإفراغ، وضغط الإحليل، ومخططات تخطيط العضلات الكهربائي، وصور الفحص بالفيديو اختيارياً.

مراحل قياس (ضغط/جريان المثانة)

يتم تقسيم قياس (ضغط/جريان المثانة) إلى مرحلتين تعكسان الدورة الطبيعية للمثانة. وفي كلتا المرحلتين، يجب تقييم وظيفة الإحليل والعضلة المثانية.

- مرحلة التخزين/التعبئة (وهو ما يسمى أيضاً بالمخطط المثاني عند التعبئة):
  - تبدأ عندما يتم تشغيل المضخة.
  - تنتهي عندما يقرر المريض وأخصائي حركية الجهاز البولي إصدار "الإذن بالإفراغ" (عادة ما يكون عند أقصى قدرة يمكن تحملها).
- مرحلة الإفراغ (وهو ما يسمى أيضاً بالمخطط المثاني عند الإفراغ):
  - تبدأ عندما يقرر المريض وأخصائي حركية الجهاز البولي إصدار "الإذن بالإفراغ"، أو عندما يبدأ الإفراغ الخارج عن السيطرة.
  - تنتهي عندما يعتبر المريض أن الإفراغ قد انتهى.

مرحلة التخزين

يجب التأكد من أن المعدات قد تم إعدادها بالشكل الصحيح، وأنها تعمل كما هو متوقع، وبعد التأكد من جودة القياسات، يمكن البدء بقياس (ضغط/جريان المثانة).

عند بداية التسجيل:

- يجب أن يسعل المريض لتسجيل الجودة الأولية للمخطط.
- يجب بدء تشغيل المضخة عند معدل التعبئة المطلوب.
- يجب تقييم الثمالة البولية الأولية (راجع أدناه).

معدل التعبئة

يجب تحديد معدل التعبئة قبل بداية العملية، وقد قامت الجمعية الدولية للاستمساك بتصنيف معدلات التعبئة إلى ثلاث معدلات:

- **تعبئة بطيئة:** أقل من١٠ مل/دقيقة – معدل تعبئة أكثر "فسيولوجية"، ويستخدم في حالات مرضى المثانة العصبية.
- **تعبئة متوسطة:** ١٠ – ١٠٠ مل/دقيقة – معدل التعبئة الأكثر شيوعاً.
- **تعبئة سريعة:** أكثر من ١٠٠ مل/دقيقة – معدل سريع جداً للتعبئة المحرضة.

ومن الناحية العملية، تتم التعبئة لدى معظم المرضى بمعدل التعبئة المتوسطة. وفي الآونة الأخيرة، وضعت الجمعية الدولية للاستمساك تصنيفاً بديلاً لمعدلات التعبئة على أنها إما فسيولوجية وإما غير فسيولوجية، وذلك حسب وزن الجسم. ونحن نفضل معدل ٥٠ مل/دقيقة في حالات مرضى المثانة غير العصبية و ٢٠ مل/دقيقة في حالات مرضى المثانة العصبية؛ لأن ذلك يحقق توازناً جيداً بين أداء الفحوصات بسرعة وتحفيز العضلة المثانية عن طريق زيادة معدل تعبئة المثانة إلى حد مرتفع فوق الطبيعي.

وضع المريض

الوضع الأكثر فسيولوجية، والذي يعاني معظم المرضى فيه من أعراض مزعجة هو وضعية الوقوف. من الناحية المثالية، يجب أن يكون المرضى في وضعية الوقوف لبعض الوقت في مرحلة التعبئة أثناء مخطط مثاني. أثناء الوقوف، يقع أكبر ضغط خارجي على المثانة، وقد يكون هذا كافياً لإثارة فرط نشاط العضلة المثانية، كما أن العديد من المرضى تظهر لديهم أعراض سلس البول الجهدي عند الوقوف. وخلال مرحلة الإفراغ، يجب أن يكون المريض في الوضع الذي يكون به عادة عند الإفراغ (بشكل عام وضعية الوقوف بالنسبة للرجال ووضع الجلوس بالنسبة للنساء).

من الناحية العملية، توضع القثاطر والمريض في وضعية الاستلقاء، وغالباً ما يكون من المفيد البدء في تعبئة المثانة والمريض في هذا الوضع، حيث يمكن تصحيح أي مشكلة في وقت مبكر دون تحريك المريض مرة أخرى إلى وضعية الاستلقاء. وبعد ذلك،

يجب تحريك المريض إلى وضعية الوقوف في أقرب وقت ممكن، حيث يتم تعبئة المثانة حسب سعتها. ومع ذلك، فإن الاختلافات في المعدات المحلية وتسهيلات الفحص قد تتطلب أن يتم تعبئة مثانة المريض وهو في وضعية الاستلقاء أو الجلوس. كذلك قد تكون وضعية الاستلقاء هي الوضعية العملية الوحيدة لدى بعض المرضى، مثل المصابين بقصور عصبي أو الأطفال الصغار جداً، ويجب تسجيل الوضعية طوال فترة الاختبار. وفي حالة حدوث أي تغييرات في الوضعية، فسوف يتطلب الأمر إعادة تعديل ارتفاع المحول الخارجي كي يظل على نفس مستوى الحافة العلوية من الارتفاق العاني.

الثمالة البولية الأولية

قبل القثطرة، يُطلب من المريض أن يفرّغ المثانة قدر الإمكان، وبعد ذلك يمكن إجراء تقييم للكمية المتبقية في بداية الفحوصات. يمكن تنفيذ ذلك من خلال:

- فحص المثانة بالأمواج فوق الصوتية قبل وضع القثطرة.
- تصريف البول في وقت وضع القثطرة.
- بدء الفحص على الفور في بداية الشروع في عملية الضخ (قياس حركية الجهاز البولي بالفيديو):
  - مع السماح بالتقدير البصري لحجم المثانة حيث تنتشر المادة الظليلة مع الثمالة البولية الأولية لتظهر حجم المثانة.
- حساب الثمالة البولية الأولية في النهاية باستخدام الصيغة التالية:
  - *الثمالة البولية الأولية = (حجم البول المفرغ + الحجم المقدر للسلس + الحجم النهائي المتبقي) – الحجم المفرغ.*
  - من الصعب قياس حجم السلس عملياً، وفي حالة المرضى الذين يعانون من كثرة الثمالة لا يكون السلس عادة كبيراً.
  - تقاس الثمالة البولية النهائية من خلال تصريف المثانة عن طريق القثطرة (أو بواسطة تصوير المثانة بالأمواج فوق الصوتية) في نهاية عملية الفحص.

يعتبر تصريف البول عبر القثطرة الطريقة الأكثر مباشرة ودقة لتحديد الثمالة البولية الأولية، مع محاولة ضمان بداية الفحص على مثانة فارغة تماماً. ومع ذلك، فإن إزالة كمية كبيرة من الثمالة البولية قد تؤثر على وظيفة العضلة المثانية، خاصة في حالة مرضى المثانة العصبية الذين لا يستخدمون القثطرة ذاتياً، وفي حالة مرضى الاستسقاء الكلوي الناتج من ارتفاع ضغوط العضلة المثانية؛ وبالتالي قد لا يمثل الوضع السريري الطبيعي. في هذه الحالات، قد تكون السعة القصوى المقاسة لضغط المثانة ومطاوعة المثانة أقل بصورة غير حقيقة عند إزالة الثمالة البولية الأولية. وتتم مشاهدة مطاوعة مماثلة إذا ما امتلأت المثانة بسرعة أكبر مما يجب.

التواصل

كثيراً ما يتم إغفال التواصل مع المريض، إلا أن هذا التواصل جزء لا يتجزأ من نجاح الفحوصات، ويجب أن يكون التواصل مستمراً، وأن يبدأ قبل القثطرة بشرح دقيق للفحص مع مراجعة الأعراض الحالية وأحدث سجل يومي للتبول. وتعتبر هذه الفحوصات غير مألوفة ومحرجة لمعظم المرضى، ويجب أن يراعي فريق قياس حركية الجهاز البولي هذا الأمر، وأن يضمن باستمرار شعور المريض بالراحة. ومن المفيد التأكد إذا كانت أي أنشطة معينة (مثل الانحناء، ورفع الكعب، والاغتسال) تثير الأعراض، بحيث يمكن إدراج ذلك ضمن تقييم المخطط المثاني. ولا بد من ربط نتائج قياس حركية الجهاز البولي مع الأعراض التي تظهر على المريض طوال مدة الفحص، حيث إن هذا يعتبر أمراً حيوياً لتفسير نتائج قياس حركية الجهاز البولي.

يجب أن نطلب من المريض كبح رغبته في الإفراغ أو التسريب في جميع مراحل التخزين، ويجب عليه أن يخبرنا على الفور بأي إحساس يدل على إلحاح البول أو بأي نوبات سلس خلال مرحلة التخزين. ويجب على المريض أيضاً أن يبلغ الفريق إذا شعر بوجود أي ألم فوق العانة أو في البطن أثناء التعبئة. عادة، يجب عند الشعور بالألم وقف عملية التعبئة والبدء بمرحلة الإفراغ، ويجب تسجيل أي حدث في المخطط.

ويجب أن يتم تسجيل إحساسات المثانة المصاحبة لتعبئة المثانة في المخطط المثاني ؛ ويتطلب ذلك أن يتم شرحها جيداً للمريض، وعلى المريض أن يخبر فاحص حركية الجهاز البولي في حالة شعوره بأي من هذه الإحساسات (راجع أدناه).

إحساسات المثانة

يصعب تقييم إحساسات المثانة بسبب طبيعتها الذاتية، ويجب على المريض إبلاغ أخصائي حركية الجهاز البولي عن الإحساسات المتعلقة بتعبئة المثانة بمجرد حدوثها، ويجب تسجيلها على المخطط. ويتطلب الوضع التواصل الجيد لضمان قيام المريض بإبلاغ أخصائي حركية الجهاز البولي بالإحساسات التي يشعر بها، دون أن يقوم الأخصائي بتلقين المريض.

المصطلحات: إحساسات المثانة (كما عرفتها الجمعية الدولية للاستمساك)

- **أول إحساس بامتلاء المثانة:** عندما يصبح المريض مدركاً لأول مرة بامتلاء المثانة.
- **الرغبة الأولى في الإفراغ:** هو الشعور الذي يدفع المريض إلى التبول في اللحظة المقبلة الملائمة، ولكن يمكنه تأجيل الإفراغ إذا لزم الأمر.
- رغبة قوية في الإفراغ: الرغبة المستمرة للإفراغ دون الخوف من التسرب.
- **أقصى سعة للمخطط المثاني (MCC):** في حالة المرضى ذوي الإحساس الطبيعي، يكون هو الحجم الذي يشعر عنده المريض بأنه لم يعد قادراً على تأجيل التبول.
- **الحاجة الملحة للتبول:** هي الرغبة المفاجئة والمجبرة لإفراغ البول، والتي يصعب تأجيلها.
- **ألم المثانة:** يجب ألا يحدث أثناء التعبئة ؛ وإذا حدث ذلك فيجب تحديد موقع ونوع الألم.

ملاحظات سريرية – إحساس المثانة

يمكن وصف إحساس المثانة العام بأنه عادي، أو زائد، أو منخفض:

- **منخفض:** تناقص الإحساس طوال فترة تعبئة المثانة.
- **عادي:** حدوث احساسات المثانة العادية.
- **زائد:** وهو إحساس أولي مبكر، أو رغبة مبكرة للإفراغ، و/أو رغبة قوية مبكرة للإفراغ، وهو ما يحدث عند انخفاض حجم المثانة ويظل مستمراً.

وظيفة العضلة المثانية خلال مرحلة التخزين

الوظيفة العادية للعضلة المثانية: أثناء مرحلة التخزين، تسترخي المثانة وتتكيف مع تعبئة المثانة مع تغيير طفيف أو معدوم في ضغط العضلة المثانية. ويعتبر أي نشاط في العضلة المثانية قبل مرحلة الإفراغ أمراً غير طبيعي، ويوصف بأنه نشاط غير إرادي للعضلة المثانية.

فرط نشاط العضلة المثانية (DO): ويتميز بأنه تقلصات ذاتية في العضلة المثانية (IDCs) أثناء مرحلة التخزين. سابقاً، كان يطلق عليه مثانة غير مستقرة أو المثانة مفرطة الانعكاسية (عندما ترتبط بالأمراض العصبية المعروفة). ويجب تسجيل الأحداث المرتبطة مع الحاجة الملحة للتبول على المخطط. ويمكن أن يكون فرط نشاط العضلة المثانية على النحو التالي:

- **عفوي أو مستحث.**
- **مرحلي:** وجود شكل موجي مميز للأمواج المتكررة من فرط نشاط العضلة المثانية.
- **نهائي:** تحدث التقلصات الذاتية في العضلة المثانية عند سعة المخطط المثاني، ولا يمكن منعها، وتؤدي إلى حدوث سلس البول/الإفراغ.
- **مجهول السبب:** عندما لا يكون هناك سبب محدد لفرط النشاط. ويشاهد ذلك عادة في حالة متلازمة فرط نشاط المثانة.
- **المثانة العصبية:** عندما تكون هناك حالة عصبية كامنة تسبب قصوراً في السبيل البولي السفلي.

قياس حركية الجهاز البولي عملياً – مناورات الحث

• هي الطرق المستخدمة خلال مرحلة التخزين لإثارة فرط نشاط العضلة المثانية.

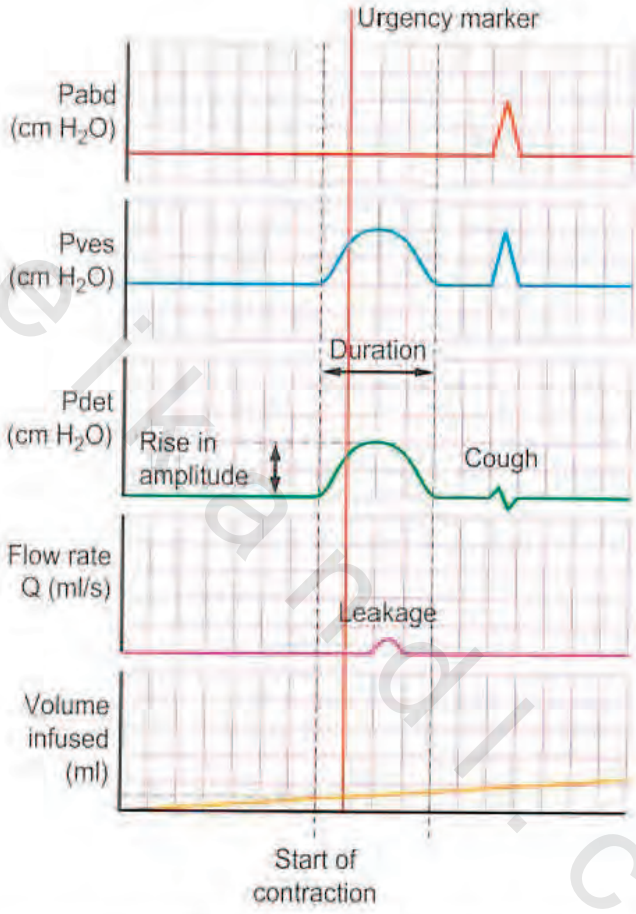
• يجب استخدامها مع المرضى الذين يشتبه من قصتهم المرضية أنهم مصابون بمثانة مفرطة النشاط، والذين لم يثبت لديهم حدوث تقلصات ذاتية في العضلة المثانية خلال مرحلة التخزين.

• لذلك يتم القياس عادة في نهاية التعبئة عندما يصل المريض – أو عندما يقارب الوصول – إلى الحد الأقصى لسعة المخطط المثاني.

• تشمل الأمثلة ما يلي: الانحناء، وتغيير الوضع، والسعال، والركض في نفس المكان، والمياه الجارية، وغسل اليدين، ورفع الكعب، والقفز السريع، وزيادة معدل التعبئة، واستخدام سائل بارد للتعبئة (المثالان الأخيران بحاجة الى دورة تعبئة جديدة للبدء).

• غالباً ما يتم تحديد مناورات الحث الأكثر فائدة بعد سؤال المريض عما يثير أعراضه، ومحاولة إثارتها أثناء الفحص.

إذا تم الكشف عن وجود فرط نشاط العضلة المثانية، فيجب تسجيل الحجم الذي تحدث عنده التقلصات والزيادة في السعة التي فوق الخط الطبيعي (شكل ٤,١٤). كذلك يجب تسجيل فترة التقلصات والشعور بالحاجة الملحة للتبول المصحوبة بتقلصات العضلة المثانية الذاتية؛ وعادة يمكن وضع علامة إلكترونية على المخطط عندما تبدأ الحاجة الملحة للتبول. كما يجب تسجيل حدوث أي سلس مصاحب.



Rise in amplitude	زيادة السعة	Urgency marker	مؤشر إلحاح البول
Cough	السعال	P_{abd} (cm H2O)	ضغط البطن (سم ماء)
		P_{ves} (cm H2O)	ضغط المثانة (سم ماء)
Leakage	التسريب		
Start of contraction	بداية التقلصات	P_{det} (cm H2O)	ضغط العضلة المثانية (سم ماء)
Duration	المدة	Flow rate Q (ml/s)	معدل الجريان (مل/ثانية)
		Volume infused (ml)	الحجم المفرغ (مل)

الشكل رقم (٤,١٤) فرط نشاط العضلة المثانية. *تم توضيح الحجم الذي يبدأ عنده فرط نشاط المثانة، والزيادة في السعة والمدة، والتسريب حسب مقياس جريان البول، ومؤشر إلحاح البول وما يعقبه من سعال مراقبة الجودة.*

ملاحظات سريرية – فرط نشاط العضلة المثانية النهائي

• عندما يصل المريض المصاب بفرط نشاط العضلة المثانية إلى امتلاء المثانة، فإنه كثيراً ما يصاب بتقلصات العضلة المثانية الذاتية (عادة ما تكون مستمرة مع زيادة السعة مقارنة بالتقلصات السابقة أثناء مرحلة التعبئة). وغالباً ما يصحب هذه التقلصات النهائية حاجة شديدة الإلحاح للتبول، وغالباً ما يشعر المريض بعدم الراحة على نحو متزايد.

• في هذه الحالة، غالباً ما يقوم المريض بالإفراغ فوراً، أو يطلب منه أخصائي حركية الجهاز البولي الإفراغ بسبب عدم الارتياح المتزايد الذي يشعر به، مما يؤدى إلى الإفراغ مصحوباً بتقلصات فرط نشاط العضلة المثانية.

• عندما يفرغ المريض مثانته أثناء التقلصات النهائية فلا يمكن التحديد المؤكد إذا ماكان:

- ضغط إفراغ المريض للمثانة مرتفعاً، وهو ما يدل على انسداد مخرج المثانة.
- إفراغ المريض طبيعياً.
- الضغط الإرادي لإفراغ المريض منخفضاً، وهو ما يدل على ضعف تقلص العضلة المثانية.

• في هذه الحالة، لا يكون تفسير ضغوط الإفراغ صحيحاً؛ لأنه قد يتم تشخيص المريض تشخيصاً خاطئاً؛ على سبيل المثال، قد يتم تشخيصه خطأً على أن المريض لديه انسداد إضافة إلى فرط نشاط العضلة المثانية.

• ومما يضاعف هذا، إذا تمت قراءة المخطط بشكل راجع، وكان من غير الواضح عند أي نقطة تم إعطاء إذن الإفراغ، فإنه يمكن عادة تفسير المخطط بطرق مختلفة حسب النقطة التي تم افتراض إعطاء "إذن الإفراغ" عندها.

• ومن الناحية العملية، يجب أن يتم إعادة تعبئة مثانة المريض وتكرار مرحلة الإفراغ قبل أن يصبح المريض في وضع التقلص النهائي، مما يمكننا من إجراء تقييم تام لوظيفة السبيل البولي السفلي.

مطاوعة المثانة

هي القدرة الذاتية للمثانة على تغيير حجمها دون تغيير كبير في ضغط العضلة المثانية، وقد تكون المثانة إما مطاوِعة بشكل طبيعي وإما مطاوِعة بشكل ضعيف (ضعف المطاوعة).

المطاوعة (مل/سم ماء) = التغيّر في الحجم/التغيّر في ضغط العضلة المثانية

يتطلب حساب المطاوعة اختيار نقطتين معياريتين على المخطط، ويتم حساب التغيّر في الحجم والتغيّر في الضغط بين هاتين النقطتين، وبالتالي حساب المطاوعة بين النقطتين. وقد اقترحت الجمعية الدولية للاستمساك النقطتين المعياريتين التاليتين للقياس:

١- في بداية التعبئة: عادة ما يكون ضغط العضلة المثانية صفراً، ويكون الحجم عادة صفراً.

٢- عند سعة المخطط المثاني أو مباشرة قبل حدوث أي تقلص في العضلة المثانية وإحداث تسرب كبير (وبالتالي إحداث انخفاض في حجم المثانة).

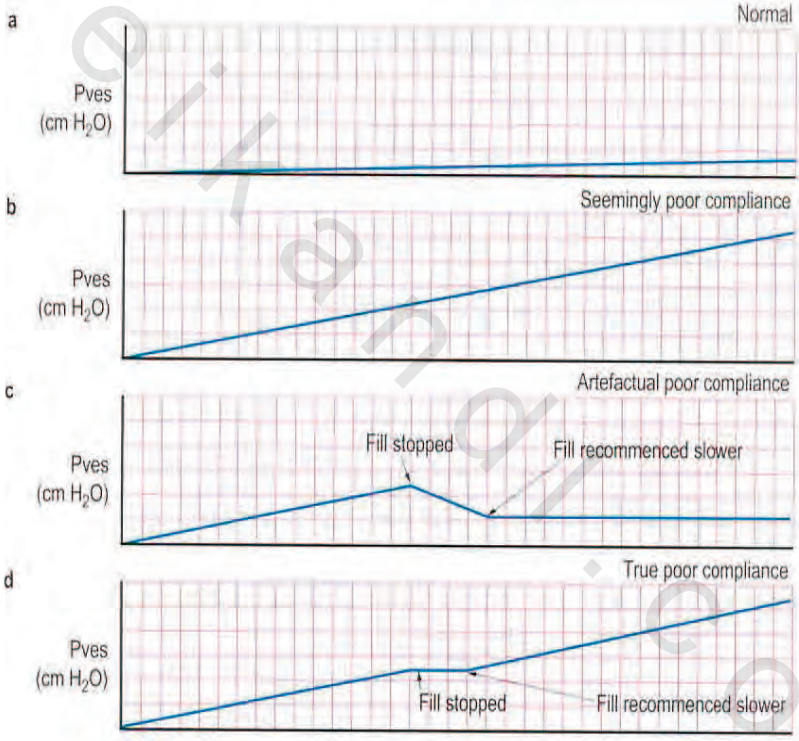
ولا يجب قياس النقط المعيارية في وقت تقلص العضلة المثانية؛ لأن هذا من شأنه أن يعطي مطاوعة ضعيفة غير حقيقية، بل يجب القياس عند خط الأساس لضغط العضلة المثانية عند تلك النقطة.

الملاحظات السريرية – التحقق من مطاوعة المثانة

- المطاوعة العادية هي أكثر من ٣٠ – ٤٠ مل/سم ماء.
- المطاوعة غير العادية هي أقل من ٣٠ – ٤٠ مل/سم ماء.
- غالباً ما تكون المطاوعة الضعيفة بصورة غير عادية عيباً ناتجاً عن معدلات تعبئة زائدة بشكل غير عادي تم استخدامها أثناء مخطط مثاني (باستثناء فحص حركية الجهاز البولي المتنقل).

إذا بدت المطاوعة سيئة فمن الأفضل إبطاء معدل التعبئة :

- إذا تحسنت المطاوعة عند معدل أبطأ، فإن هذا يدل على وجود عيب ويجب أن تستمر التعبئة عند المعدل الأبطأ (الشكل ٤,١٥).
- إذا ظلت المطاوعة ضعيفة، فإن هذا يدل على وجود ضعف المطاوعة.



(أ)

P_{ves} (cm H2O)	ضغط المثانة (سم ماء)	Normal	مطاوعة طبيعية

(ب)

P_{ves} (cm H2O)	ضغط المثانة (سم ماء)	Seemingly poor compliance	ضعف مطاوعة

(ج)

P_{ves} (cm H2O)	ضغط المثانة (سم ماء)	Artfactual poor compliance	ضعف مطاوعة غير حقيقي
Fill stopped	تم وقف التعبئة	Fill recommenced slower	تمت إعادة التعبئة ببطء

(د)

Fill stopped	تم وقف التعبئة	True poor compliance	ضعف مطاوعة حقيقي
P_{ves} (cm H2O)	ضغط المثانة (سم ماء)	Fill recommenced slower	تمت إعادة التعبئة ببطء

الشكل رقم (٤,١٥). مطاوعة المثانة. *(أ) المطاوعة طبيعية مع كل زيادة تبلغ ٣٠ – ٤٠ مل في حجم المثانة؛ مما يؤدي إلى زيادة الضغط بأقل من ١ سم ماء. (ب) مخطط ضعف المطاوعة. (ج) مخطط ضعف المطاوعة بسبب زيادة معدل التعبئة؛ عندما تتوقف التعبئة يقل الضغط وعند إعادة التعبئة بسرعة أقل تكون المطاوعة طبيعية. عند انتهاء التعبئة، يوصى بالانتظار حوالي ٣٠ ثانية قبل تسجيل آخر ضغط للتعبئة. (د) ضعف المطاوعة الحقيقي: لا يؤدي إيقاف التعبئة إلى هبوط الضغط ويؤدي استمرار التعبئة عند أي معدل تعبئة إلى إظهار ضعف المطاوعة.*

سعة المثانة

سعة المخطط المثاني: هو حجم المثانة في نهاية مرحلة التخزين عند إعطاء "الإذن بالإفراغ"، ومن ثم تنتقل الفحوصات إلى مرحلة الإفراغ. وعادة يكون هذا هو أقصى سعة لمخطط مثاني (راجع أدناه)، ولكن إذا لم يكن هو أقصى سعة لمخطط مثاني فيجب توسعة تعريف سعة مخطط مثاني ليشمل ذكر سبب توقف التعبئة، أي إما بسبب الألم، وإما بسبب زيادة حجم السائل المعبأ، وإما بسبب زيادة ضغط العضلة المثانية عند نهاية التعبئة.

السعة القصوى لمخطط مثاني (MCC): لدى المرضى ذوي الإحساس العادي، وهو الحجم الذي يشعر عنده المريض أنه لم يعد قادراً على تأجيل التبول بسبب وجود رغبة قوية للإفراغ. وفي حالة تغيّر أو غياب الإحساس، لا يمكن قياس السعة القصوى للمخطط المثاني، وبدلاً من ذلك يجب تسجيل سعة المخطط المثاني.

أثناء عملية المخطط المثاني، وفي ظل الظروف العادية، يجب تعبئة المثانة إلى سعة ٥٠٠ مل قبل أن تصبح هناك رغبة قوية في الإفراغ. وقد لا توجد فائدة من زيادة تعبئة مثانة المرضى بأحجام تتجاوز ٦٥٠ – ٧٠٠ مل، حيث من المرجح عدم الحصول إلا على معلومات قليلة إضافية.

وظيفة الإحليل أثناء مرحلة التخزين

أثناء التخزين يجب أن تكون آلية إغلاق الإحليل نشطة بشكل كامل وعلى قدر من الكفاءة؛ وبالتالي تمنع حدوث السلس (لا يجوز أن تكون مفرطة النشاط). ومن الواضح أن آلية إغلاق الإحليل قد تعمل بصورة ضعيفة، وبالتالي تكون عاجزة.

- **الوضع العادي:** يحافظ على الاستمساك مع وجود زيادة ضغط داخل البطن. إلاّ أنه قد يتم التغلب عليه أثناء فرط نشاط العضلة المثانية؛ مما يؤدي إلى سلس البول.
- **العجز:** يسمح بالتسرب في حالة عدم تقلص العضلة المثانية.
- **السلس الجهدي أثناء حركية الجهاز البولي (USI):** تسرب البول الذاتي من خلال زيادة ضغط داخل البطن، مع عدم تقلص العضلة المثانية. (كان يطلق عليه سابقاً السلس الجهدي الحقيقي سلس [GSI]).
- **سلس استرخاء الإحليل:** التسرب بسبب استرخاء الإحليل مع عدم ارتفاع الضغط داخل البطن أو فرط نشاط العضلة المثانية.

لتقييم وظيفة الإحليل، قد يُطلب من المريض أن يزيد من الضغط داخل البطن (عادة عن طريق السعال أو تنفيذ مناورة فالسالفا). وفي حالة قياس حركية الجهاز البولي بالفيديو، يمكن الاطلاع على تسرب المادة الظليلة بسهولة، حيث إنها تكون مصاحبة لأي حركة زائدة في المثانة. إذا تم وضع المريض على مقياس الجريان، فقد يتم الكشف عن التسرب في مخطط الجريان. وإذا كانت وظيفة الإحليل طبيعية أثناء التخزين؛ فيجب ألا يكون هناك تسرب للصبغة (في حالة عدم وجود تقلص في العضلة المثانية).

ضغوط نقطة التسرب

يمكننا أيضاً تقييم ضغوط نقطة التسرب أثناء مرحلة التخزين. وقد حددت الجمعية الدولية للاستمساك اثنين من ضغوط نقطة التسرب:

ضغط نقطة التسرب في البطن (ALPP) : وهذا هو ضغط داخل المثانة الذي يحدث عنده تسرب البول ؛ نتيجة للضغوط المتزايدة في البطن مع عدم وجود تقلص في العضلة المثانية.

ويعتبر ضغط نقطة التسرب في البطن بمثابة مقياس لمدى قدرة عنق المثانة وقدرة آلية المعصرة الإحليلية على مقاومة زيادة الضغط داخل البطن. وقد تكون لها قيمة في تحديد وجود قصور في المعصرة الداخلية ؛ مما قد يؤدي إلى حدوث سلس البول الجهدي. ويستخدم مصطلح ضغط نقطة التسرب بمناورة فالسالفا (VLPP)، وضغط نقطة التسرب باختبار السعال (CLPP) في بعض الأحيان لوصف زيادة ضغط داخل البطن. ومن المعتقد أن ضغط نقطة التسرب باختبار السعال سيكون له صلة سريرية أكبر، ولكن من الصعب قياسه نتيجة لسرعة الحدث. ويعتبر قياس ضغط نقطة التسرب بمناورة فالسالفا أبطأ ؛ وبالتالي يسهل تنفيذه، ولكن ليس له صلة سريرية لأنه من الصعب تكليف المرضى بتنفيذ ذلك بطريقة متكررة.

ضغط نقطة تسرب العضلة المثانية (DLPP) : هو أدنى ضغط للعضلة المثانية يحدث عنده تسرب البول في حالة غياب تقلص العضلة المثانية أو زيادة الضغط في البطن.

ويستخدم ضغط نقطة تسرب العضلة المثانية كثيراً للتنبؤ بقصور وظيفة السبيل البولي العلوي لدى المرضى المصابين بقصور في الجهاز العصبي المصحوب بقلة مطاوعة المثانة وضعف الإفراغ. ويقيس هذا الضغط قدرة عنق المثانة وآلية عضلة الإحليل العاصرة على مقاومة الضغوط المتزايدة. وقد يشكل ضغط العضلة المثانية المرتفع وضغط نقطة تسرب العضلة المثانية المرتفع خطراً على السبيل البولي العلوي. ورغم أن تعريف فحص ضغط نقطة تسرب العضلة المثانية ينص على إمكانية قياسه في غياب تقلص العضلة المثانية، إلاّ أن العديد من أخصائيي حركية الجهاز البولي يجرون قياس ضغط نقطة تسرب العضلة المثانية أثناء تقلص العضلة المثانية الذاتي. وقد تم اقتراح الحد الفاصل ٤٠ سم ماء ليكون حدًّا هامش القلق بخصوص الآثار المحتملة على السبيل

البولي العلوي، ولكن هذه ليست قيمة مطلقة؛ لأن الضغوط المنخفضة قد تؤدي أيضاً إلى ضعف وظيفة السبيل العلوي.

للأسف، لم يتم توحيد طرق فحص ضغط نقطة تسرب العضلة المثانية وضغط نقطة التسرب في البطن؛ ولذلك من الصعب مقارنة النتائج بين المراكز وتقييم الصلة السريرية لهذه النتائج. عند تسجيل ضغط نقطة التسرب، يجب تسجيل عدد من المتغيرات لتسجيل الشروط التي بموجبها تم إجراء الفحص، وتشمل هذه المتغيرات:

- موقع قياس الضغط:
  - المستقيم.
  - المهبل.
  - المثانة.
- سبب زيادة الضغط:
  - السعال.
  - فالسالفا.
- سعة المثانة وقت تقييم نقطة التسرب.
- الضغط الأساسي المستخدم في الفحص:
  - الصفر الحقيقي للضغط داخل المثانة.
  - قياس قيمة ضغط المثانة عندما يكون حجم المثانة صفرًا.
  - قياس قيمة ضغط المثانة مباشرة قبل السعال/مناورة فالسالفا (عادة عندما تكون سعة المثانة ٢٠٠ أو ٣٠٠ مل).
- وجود ارتخاء.
- وجود توتر (التقلص والاسترخاء في أرضية الحوض).
- طريقة الكشف عن التسرب (التصوير، تلوين البول اصطناعياً (المادة الظليلة)، التغيرات في توصيل الكهرباء، مقياس الجريان، ...إلخ).

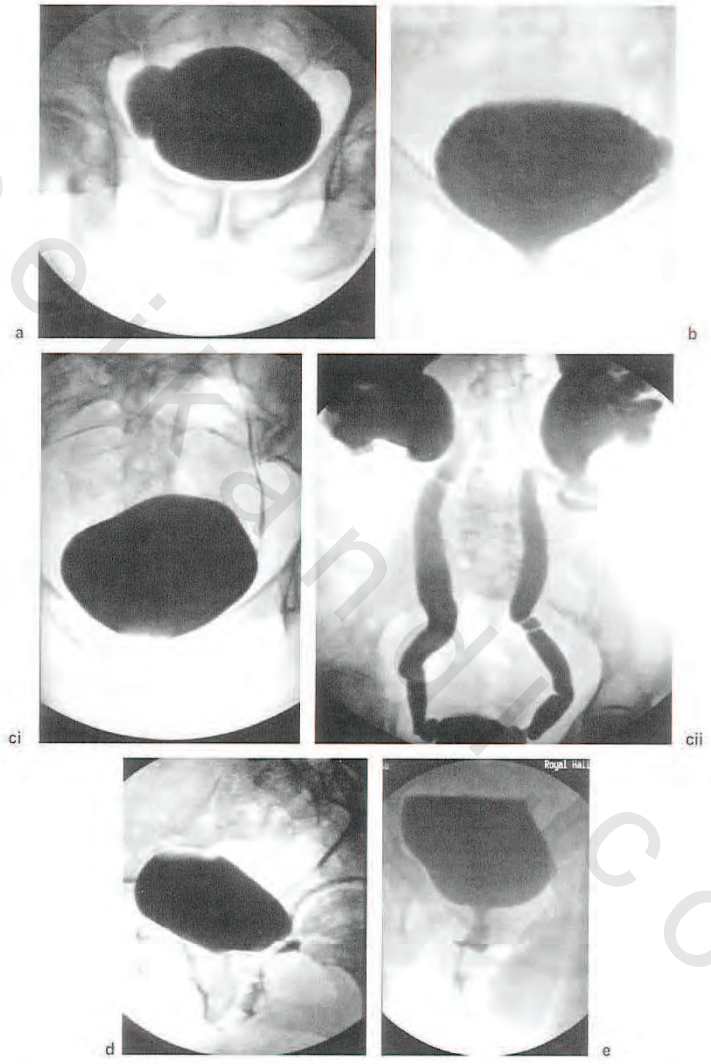
فحص حركية الجهاز البولي بالفيديو خلال مرحلة التخزين

تعتبر حركية الجهاز البولي بالفيديو وسيلة ممتازة لتقييم مخرج الإحليل لدى المريضات المصابات بسلس البول. وعندما تقف المريضة مائلة جزئياً، يمكن رؤية موضع عنق المثانة في وضع الاسترخاء وخلال زيادة ضغط داخل البطن (بالسعال أو بفالسالفا). ويمكن أيضاً رؤية التسرب مباشرة وتسجيله.

وكثيراً ما يحدث فتح في عنق المثانة خلال زيادة ضغط داخل البطن، وقد تعتبر هذه نتيجة طبيعية وشائعة في الإناث القادرات على استمساك البول. ويجب تمييز هذا الوضع عن عنق المثانة ضعيف التكوين المستطيل الشكل المشاهد مع قصور المعصرة الداخلية (ISD) (راجع الفصل الخامس).

في الوضع شبه الجانبي/المائل، يمكن تمييز عنق المثانة عن قيلة المثانة، ويساعد هذا الوضع أيضاً في تقييم حجم الهبوط وأهميته الوظيفية.

أثناء التخزين، يمكن مشاهدة تشوهات أخرى في المثانة تتضمن رتوج المثانة، والناسور، وأي جزر مثاني حالبي (خاصة إذا كان مرتبطاً بمثانة مفرطة النشاط) (الشكل ٤.١٦).



a	b	ci	cii	d	e
أ	ب	ج ١	ج ٢	د	هـ

شكل رقم (٤,١٦). الأمراض التشريحية التي اكتشفت أثناء قياس حركية الجهاز البولي بالفيديو. *(أ) رتج مثانة كبير. (ب) رتج مثانة صغير مع سلس بول جهدي. (ج) جزر مثاني حالبي: (١) جزر بسيط أيسر؛ (٢) جزر واضح على الجانبين مع استسقاء كلوي (د) ناسور مثاني مهبلي. (هـ) رتج إحليلي.*

مرحلة الإفراغ

تبدأ مرحلة الإفراغ أثناء المخطط المثاني عندما يقرر المريض وأخصائي حركية الجهاز البولي إعطاء "الإذن بالإفراغ"، أو عندما يبدأ الإفراغ الذاتي. في الممارسة العملية، يحدث ذلك لدى المرضى غير المصابين بأي قصور عصبي عندما يتم الوصول إلى أقصى سعة لمخطط مثاني (MCC).

خلال هذه المرحلة، تنقبض العضلة المثانية مبدئياً دون تغيير في حجم المثانة، وهو ما يسمى بتقلصات "تساوي الحجم" . وبمجرد "فتح" مخرج المثانة وبدء خروج البول، تواصل المثانة التقلص؛ مما يؤدي إلى انخفاض حجم المثانة. عند الانتهاء من عملية الإفراغ، تسترخي العضلة المثانية و"ينغلق" مخرج الإحليل/المثانة. عندما يشعر المريض بأن عملية الإفراغ انتهت، تنتهي هذه المرحلة وتبدأ مرحلة التخزين مرة أخرى.

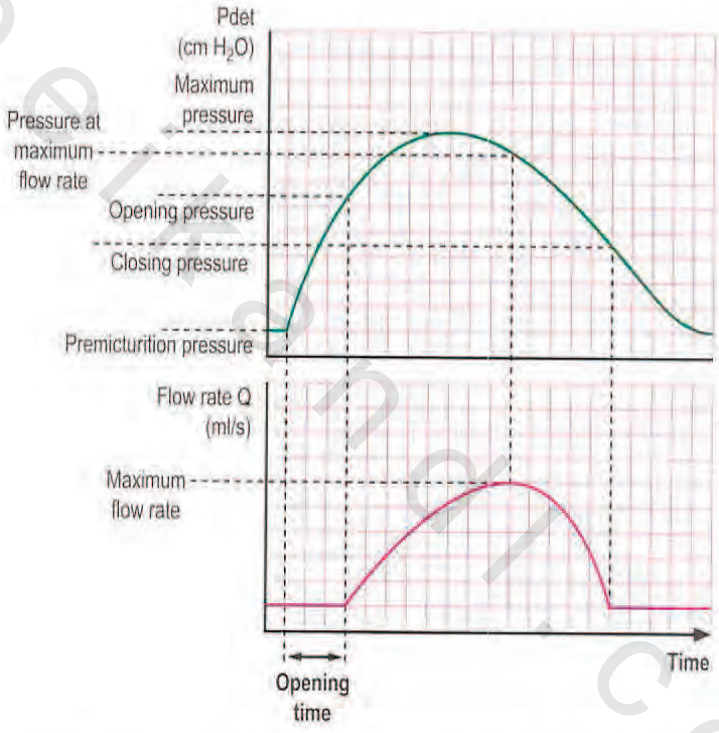
خلال مرحلة الإفراغ، وعن طريق استخدام مقياس الجريان المتصل بمعدات قياس حركية الجهاز البولي، يمكن الحصول على مؤشرات معدل الجريان إضافة إلى بيانات الضغط وربطها مع بعضها.

تم وصف مؤشرات قياس الجريان التي يمكن الحصول عليها في الفصل الثالث، وتشمل ما يلي:

- معدل الجريان (Q).
- معدل الجريان الأعلى (Q_{max}).
- الحجم المفرغ.
- وقت الإفراغ.
- وقت الجريان.
- معدل الجريان الوسطي.
- الوقت اللازم للوصول لأقصى سرعة جريان.

أثناء فحص الضغط/الجريان، عادة ما يتم تسجيل معدل الجريان الأعلى والحجم المفرغ، ويتم تقييم وقت الإفراغ لتحديد ما إذا كان وقت الإفراغ قد طال.

تنطبق مؤشرات الضغط التي يمكن الحصول عليها خلال مرحلة الإفراغ على مخططات ضغط البطن، والضغط داخل المثانة، وضغط العضلة المثانية (الشكل ٤.١٧) وتشمل ما يلي:



Time(s)	الوقت	P_{det} (cm H2O) maximum pressure	أقصى ضغط للعضلة المثانية (سم ماء)
Closing pressure	ضغط الإغلاق	Maximum flow rate	معدل الجريان الأعلى
Opening pressure	ضغط الفتح	Premicturition pressure	ضغط ما قبل التبول
Opening time	وقت الفتح	Flow rate Q (ml/s)	معدل الجريان (مل/ثانية)
		Pressure at maximum flow rate	الضغط عند الجريان الأعلى

الشكل رقم (٤.١٧). مؤشرات الضغط /الجريان القابلة للقياس. *يفترض هذا الشكل إجراء تعديل التأخير في معدل الجريان قبل ربط مختلف مؤشرات الضغط والجريان.*

• **ضغط ما قبل التبول:** يتم تسجيل الضغط قبل تقلص الحجم الثابت الأولي مباشرة. قد يكون ضغط العضلة المثانية قبل التبول هو الأكثر صلة سريرياً.

• **ضغط الفتح:** الضغط المسجل عند بدء جريان البول. قد يكون ضغط الفتح داخل المثانة هو أكبر ضغط ذي صلة سريرية. يجب إجراء تعديل إبطاء الجريان حتى يكون هذا القياس دقيقاً.

• **وقت الفتح:** الوقت من حدوث الارتفاع الأولي في ضغط العضلة المثانية وحتى بدء الجريان؛ وهذا يشير إلى فترة تقلص الحجم الثابت المبدئية. يجب إجراء تعديل إبطاء الجريان حتى يكون هذا القياس دقيقاً.

• **أقصى ضغط:** أقصى قيمة للضغط المقاس، أي السعة القصوى لمنحنى ضغط الإفراغ. يعتبر أقصى ضغط للعضلة المثانية ($P_{det}max$) ذا صلة سريرية عند تحديد وجود انسداد في مخرج المثانة، أو ضعف تقلص العضلة المثانية.

• **ضغط أقصى سرعة جريان:** الضغط المسجل عند أقصى سرعة جريان تم قياسه. عند الإشارة إلى ضغط العضلة المثانية عند أقصى سرعة جريان، فإننا نستخدم الرمز $P_{det}@Q_{max}$. كما أن هذا الضغط مفيد جداً في تحديد وجود انسداد في مخرج المثانة أو ضعف تقلص العضلة المثانية. ويتم استخدام هذه المعلومة في حساب مؤشر انسداد مخرج المثانة (BOOI، راجع الفصل السادس). يجب إجراء تعديل إبطاء الجريان حتى يكون هذا القياس دقيقاً.

• **ضغط الإغلاق:** الضغط الذي يتم قياسه في نهاية قياس الجريان. قد يكون ضغط الإغلاق داخل المثانة هو أكبر ضغط ذي صلة سريرية. يجب إجراء تعديل إبطاء الجريان حتى يكون هذا القياس دقيقاً.

• **أدنى ضغط للإفراغ:** أدنى ضغط أثناء قياس الجريان، ولكن لا يساوي بالضرورة ضغط الفتح أو الإغلاق.

قياس حركية الجهاز البولي عملياً – تأخير الجريان

• هو الوقت بين حدوث تغيير في ضغط المثانة والتغيير المناظر في قياس معدل الجريان.

• تعتبر قياسات الضغط فورية تقريباً.

• على أي حال، تواجه قياسات الجريان تأخيرًا من وقت خروج البول من مخرج الإحليل إلى أن يتم قياسها بمقياس الجريان. خلال هذا الوقت، يتم جمع البول الذي ينتقل عن طريق الهواء في جهاز الجمع، ثم يتم نقله إلى مقياس الجريان حيث يتم قياس معدل الجريان.

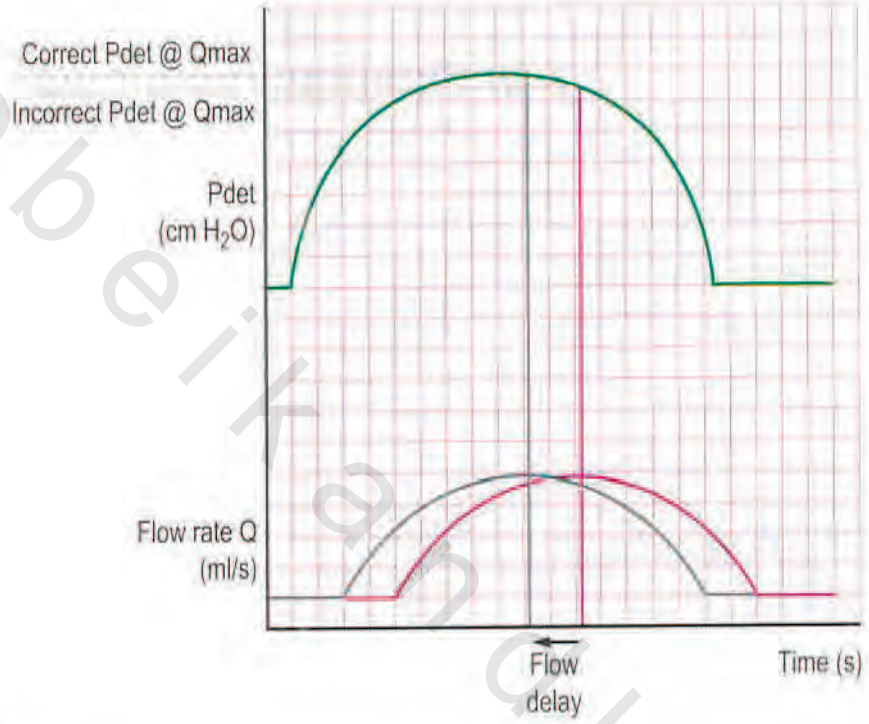
• هذا التأخير متغير ويعتمد على المعدات المستخدمة وكيفية إعدادها.

• يميل التأخير إلى أن يكون أطول لدى الرجال الذين يفرغون أثناء الوقوف مقارنة مع النساء اللواتي يفرّغن البول أثناء الجلوس؛ وذلك بسبب الفرق في المسافة من مخرج الإحليل إلى مقياس الجريان.

• عادة التأخير يكون بين ٠,٥ ثانية وثانية واحدة، ولكن يمكن أن يصل إلى ثانيتين.

• من الناحية المثالية، يجب حساب التأخير بسبب المعدات المستخدمة، ويجب إجراء التصحيح عند ربط معدلات الجريان مع قياسات الضغط. مثلاً، عند قياس أقصى ضغط للفتح $P_{det}@Q_{max}$، وضغط الإغلاق، ووقت الفتح.

• لتصحيح هذا التأخير، يجب تحريك مخطط معدل الجريان إلى اليسار بمقدار مساو لتأخير الجريان؛ عندئذ ستكون الضغوط التي تم قياسها مناظرة لمعدلات الجريان التي حققتها تلك الضغوط، الشكل (٤,١٨).



Time(s)	الوقت	Correct $P_{det}@Q_{max}$	الضغط الصحيح للعضلة المثانية عند الجريان الأعلى
Flow delay	تأخر الجريان	Incorrect $P_{det}@Q_{max}$	الضغط الخطأ للعضلة المثانية عند الجريان الأعلى
Flow rate Q (ml/s)	معدل الجريان (مل/ثانية)	P_{det} (cm H2O)	ضغط العضلة المثانية (سم ماء)

الشكل رقم (٤.١٨). تأخر معدل الجريان. *الخط الأحمر يوضح معدل الجريان المسجل الذي يجب أن يتحرك إلى اليسار (الخط الأزرق) بقدر يساوي مقدار التأخر من أجل تحديد الوضع الحقيقي لمخطط الجريان مقارنة فيما يتعلق بقراءات الضغط.*

القيم الطبيعية

خلال الإفراغ، يجب أن يتم إفراغ مثانة المريض تماماً عندما يكون أقصى ضغط للعضلة المثانية ٢٥ — ٥٠ سم ماء.

obeikandl.com

ويجب أن يكون الحد الأقصى لمعدل جريان البول كما يلي:

- أعلى من ٣٠ – ٣٥ مل/ثانية لدى النساء.
- أكثر من ٢٥ مل/ثانية لدى الرجال تحت ٤٠ سنة.
- أكثر من ١٥ مل/ثانية لدى الرجال فوق سن ٦٠ عاما.

وظيفة العضلة المثانية أثناء مرحلة الإفراغ

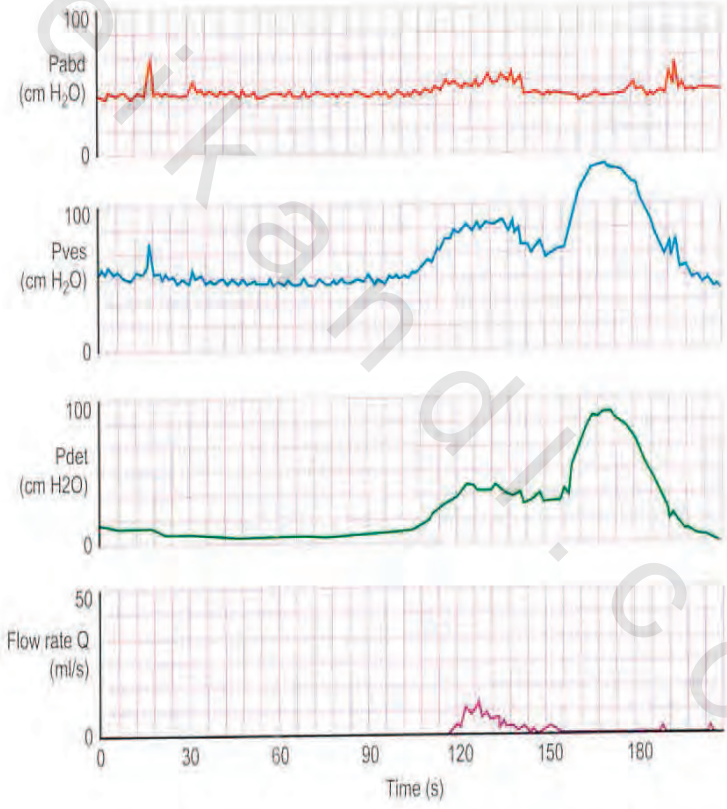
الوظيفة الطبيعية للعضلة المثانية: يتحقق الإفراغ العادي بالتقلص الإرادي المستمر للعضلة المثانية، الأمر الذي يؤدي إلى استكمال إفراغ المثانة ضمن فترة زمنية مقبولة. خلال مرحلة الإفراغ، قد يواجه المريض ضغوطاً عالية مع انسداد مخرج المثانة، والسبب هو أن ضغط العضلة المثانية المسجل لا يعتمد فقط على مقدار تقلص العضلة المثانية، ولكن أيضاً على درجة مقاومة المخرج. لذلك؛ قد تؤدي المقاومة الكبيرة– كالتي تلاحظ في حالة انسداد مخرج المثانة – إلى ارتفاع ضغوط العضلة المثانية. بالإضافة إلى ذلك، قد تعوّض العضلة المثانية عن انسداد مخرج المثانة بزيادة حجم التقلص لطرد البول من خلال زيادة المقاومة. وعلى العكس من ذلك، إذا كانت مقاومة الإحليل منخفضة، فقد ينعكس ذلك من خلال انخفاض ضغط التقلص.

انخفاض نشاط العضلة المثانية: يُعرَّف انخفاض نشاط العضلة المثانية بأنه التقلص ذو القوة و/أو المدة المنخفضة، الذي يؤدي إلى استطالة مدة إفراغ المثانة و/أو الفشل في تحقيق الإفراغ الكامل للمثانة في غضون فترة زمنية عادية.

ويؤدي هذا غالباً إلى وجود ثمالة بولية (PVR) في المثانة بعد انتهاء الإفراغ. إذا لم يثبت خلال الجريان الحر على مقياس جريان البول وجود ثمالة بولية، فإن ظهور ثمالة بولية أثناء تقييم حركية الجهاز البولي يعتبر عيباً ناتجاً عن ظروف الفحص المصطنعة وبسبب وجود قثطرة موضعية في الإحليل.

العضلة المثانية غير المتقلصة: هي العضلة المثانية التي لا تُظهر أي نشاط تقلصي أثناء تقييم حركية الجهاز البولي، رغم وجوب اعتبار أن بعض المرضى الذين يعانون من مثانة "خجولة" لا يقدرون على تقليص العضلة المثانية أثناء الفحص بالمختبر.

بعد التقلص: أثناء قياس حركية الجهاز البولي، يظهر أحياناً تقلص العضلة المثانية الذي يحدث مباشرة بعد انتهاء التبول. وأهمية هذه النتيجة غير معروفة، وقد اقترح البعض أنها قد تترافق مع فرط نشاط العضلة المثانية، ولكن هذا لا يعني أنها تدل دائماً على نفس الحالة. (الشكل ٤,١٩).



P_{det} (cm H2O)	ضغط العضلة المثانية (سم ماء)	P_{abd} (cm H2O)	ضغط البطن (سم ماء)
Flow rate Q (ml/s)	معدل الجريان (سم^3/ثانية)	P_{ves} (cm H2O)	ضغط المثانة (سم ماء)
		Time(s)	الوقت

الشكل رقم (٤,١٩). بعد التقلص. *يوضح الشكل زيادة مقدار البول بعد التقلص، مقارنة بالحجم الأساسي للبول.*

وظيفة الإحليل خلال مرحلة الإفراغ

وظيفة الإحليل الطبيعية : أثناء مرحلة الإفراغ، يجب أن يفتح الإحليل وأن يكون دائماً في حالة استرخاء للسماح للمثانة بالإفراغ في ظل الضغوط الطبيعية داخل المثانة. وبذلك، فإن الإحليل ليس ناقص الفعالية خلال الإفراغ. إلاّ أنه قد يصبح مفرط النشاط بسبب عدم قدرته على الاسترخاء على نحو كاف ومستمر، أو قد يكون به انسداد تشريحي، مثل تضخم البروستات أو ضيق الإحليل. وتتيح فحوصات الضغط/الجريان تقييم درجة فرط النشاط/الانسداد، وبمساعدة قياس حركية الجهاز البولي بالفيديو يمكن تحديد الموقع التشريحي الدقيق.

انسداد مخرج المثانة: هو مصطلح عام لأي انسداد يحدث أثناء الإفراغ. ويتم تشخيصه عادة بدراسة معدل الجريان المتزامن ومعلومات ضغط العضلة المثانية، ويتميز بزيادة ضغط العضلة المثانية وانخفاض معدلات الجريان (راجع الفصل السادس).

قصور وظيفة الإفراغ: هو معدل الجريان المتقطع و/أو المتذبذب بسبب التقلصات المتقطعة الذاتية للعضلات المخططة المحيطة بالإحليل أثناء الإفراغ، وذلك في حالة المرضى الذين لا يعانون من مشاكل عصبية.

عدم تآزر العضلة المثانية مع المعصرة: يحدث عند وجود تقلص في العضلة المثانية متزامن مع تقلص لا إرادي في الإحليل و/أو العضلات المخططة المحيطة بالإحليل. وفي بعض الحالات، قد يمنع هذا أي إفراغ للبول. وقد تحدث هذه الحالة لدى المرضى الذين يعانون من إصابة عصبية فوق المنطقة العجزية. (راجع الفصلين السادس و التاسع).

انسداد المعصرة الإحليلية غير المسترخية : قد يؤدي الإحليل غير المسترخي والمغلق إلى انخفاض جريان البول. ويحدث هذا لدى المرضى الذين يعانون من إصابة عصبية فوق أو أسفل المنطقة العجزية، أي قيلة سحائية شوكية أو عمل جراحي واسع بالحوض.

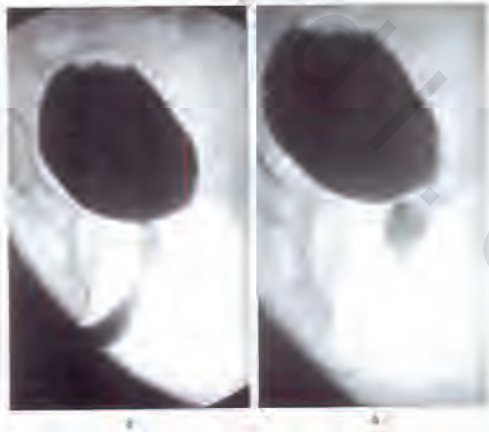
ملاحظات سريرية – فحص التوقف

• أثناء الإفراغ في فحص حركية الجهاز البولي بالفيديو، قد يُطلب من المريض الذكر التوقف عن الإفراغ.

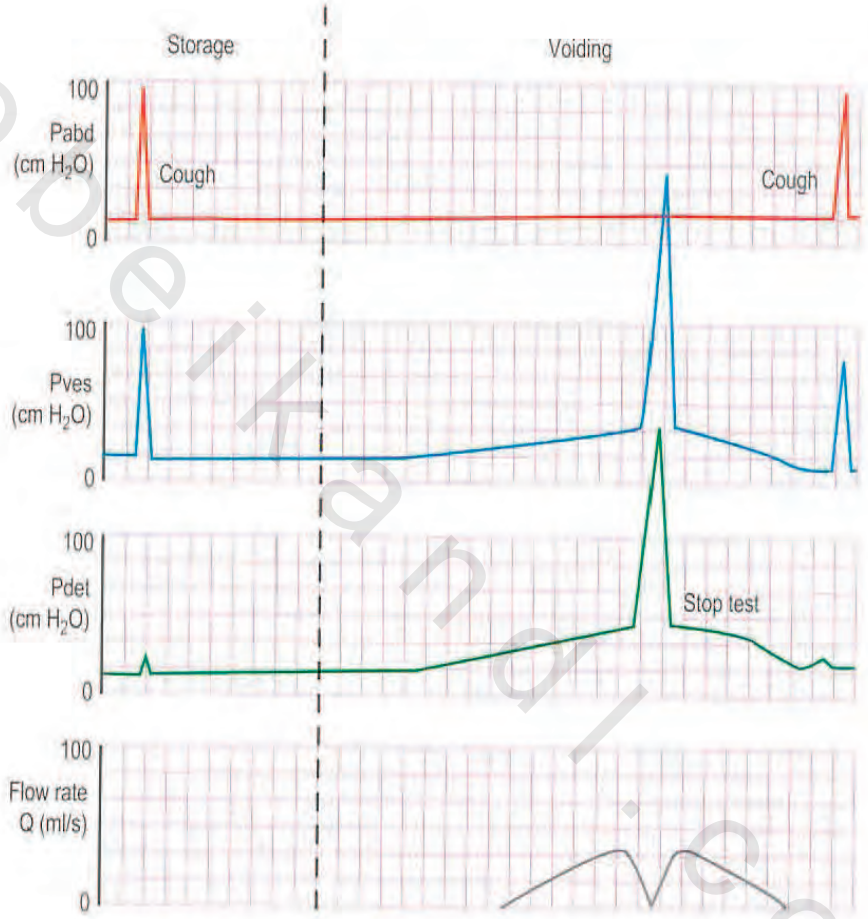
• عادة ما يتم "إرجاع المادة الظليلة" من المعصرة الإحليلية البعيدة عبر عنق المثانة إلى المثانة.

• إذا كان هناك انسداد على مستوى عنق المثانة، سيتم حصر المادة الظليلة داخل الإحليل البروستاتي (الشكل ٤,٢٠).

• أثناء فحص التوقف، يؤدي هذا التغيير المفاجئ الحادث على التقلص متساوي الحجم إلى ارتفاع ملحوظ في الضغط داخل المثانة وفي العضلة المثانية (الشكل ٤,٢١).



الشكل رقم (٤,٢٠). فحص التوقف الشاذ في حالة انسداد مخرج المثانة. *(أ) قياس حركية الجهاز البولي بالفيديو أثناء فترة الإفراغ يوضح انسداد مخرج المثانة. (ب) "تجمع" البول داخل الإحليل البروستاتي بسبب انسداد مخرج المثانة عندما يوقف المريض عملية الإفراغ إرادياً.*



Storage	التخزين	P_{abd} (cm H2O)	ضغط البطن (سم ماء)
Voiding	الإفراغ	P_{ves} (cm H2O)	ضغط المثانة (سم ماء)
Cough	سعال	P_{det} (cm H2O)	ضغط العضلة المثانية (سم ماء)
Stop test	فحص التوقف	Flow rate Q (ml/s)	معدل الجريان (مل/ثانية)

الشكل رقم (٤.٢١). تقلص الضغط المتماثل أثناء فحص التوقف. *من المعتقد أن ارتفاع ضغط العضلة المثانية أثناء فحص التوقف يدل على قوة العضلة المثانية، ولا يعتبر هذا مفيداً بشكل خاص وليس له قيمة تشخيصية.*

obeikandl.com

فحص حركية الجهاز البولي بالفيديو أثناء مرحلة الإفراغ

يسمح الفحص بالمادة الظليلة خلال مرحلة الإفراغ بتقييم مخرج المثانة والإحليل، وهو مفيد بشكل خاص في حالة الرجال المشتبه بانسداد مخرج المثانة لديهم. ويمكن في كثير من الأحيان مشاهدة موضع الانسداد بوضوح، كما يمكن أيضاً مشاهدة بعض الظواهر، مثل بروز البروستات في قاعدة المثانة بسبب تضخمها. ويمكن أيضاً اكتشاف بعض التشوهات الأخرى، مثل الجزر الحالبي عند الإفراغ ورتوج الإحليل.

الثمالة البولية بعد الإفراغ (PVR)

هي حجم السائل المتبقي في المثانة في نهاية التبول. ويشكل قياس هذه الكمية جزءاً لا يتجزأ من فحص الضغط/معدل الجريان. إلاّ أن الإفراغ في محيط غير مألوف قد يؤدي إلى ظهور نتائج لا تمثل الحالة، مثل الإفراغ عند الطلب عندما تكون المثانة ممتلئة جزئياً أو أكثر من الطبيعي. ويجب أن نتذكر أن الثمالة البولية تعكس ضعفاً نسبياً في وظيفة العضلة المثانية.

تشمل العوامل المهمة في تفسير الثمالة البولية ما يلي:

- تقدير الوقت الفاصل بين الإفراغ وقياس الثمالة البولية.
- عودة البول إلى المثانة بعد التبول. وإذا كان هناك جزر مثاني حالبي للبول، فقد يتم تفسير الثمالة البولية بشكل خاطئ.
- وجود البول في رتوج المثانة بعد التبول. يمكن اعتبار الرتج جزءاً من المثانة، أو على العكس يمكن اعتباره خارج المثانة العاملة عند تفسير الثمالة البولية بعد الإفراغ.
- يجب أن يتم إثبات وجود ارتفاع بالثمالة البولية بعد الإفراغ قبل أن تؤخذ بعين الاعتبار على أنها ذو أهمية.
- قد يكون حجم الثمالة البولية مرتبطاً على نحو مفيد بسعة المثانة الوظيفية التي تم تقديرها من مخطط التكرار/الحجم.

ويمكن قياس الثمالة البولية بعد الإفراغ في نهاية الفحص من خلال إفراغ المثانة باستخدام القثطرة داخل المثانة أو عن طريق تصوير المثانة بالأمواج فوق الصوتية.

واعتماداً على الخبرة، يمكننا أيضاً وضع تقدير للثمالة البولية بعد مرحلة الإفراغ وأثناء قياس حركية الجهاز البولي بالفيديو؛ لتقييم الحجم النهائي للثمالة البولية المتبقية في المثانة.

الانتهاء من فحص الضغط/الجريان

عند الانتهاء من مرحلة الإفراغ، يجب أن يزيد المريض من السعال لتقييم نوعية الطرح قبل إنهاء عملية التسجيل. وإذا كانت هناك أي شكوك فيما يتعلق بجودة الفحص، أو وجود عيوب، أو وقوع مشكلة كبيرة، مثل هبوط قثطرة الإحليل أو المستقيم أثناء الإفراغ؛ فيجب إعادة الفحص. كذلك يجب إعادة الفحص الذي لايعطي نتائج.

بعد التسجيل مباشرة، يجب وضع أي علامات تدعو الحاجة إليها على مخطط التسجيل. كما يجب حساب تأخير معدل الجريان والمراجعة اليدوية لقِيَم مؤشرات حركية الجهاز البولي التي تتولد تلقائياً في مرحلة التعبئة والإفراغ. وفي كثير من الأحيان، تعتبر أخطاء برامج التحليل عيوباً للبيانات ذات الصلة السريرية. لذلك؛ تعتبر هذه المراجعة ضرورية لضمان الدقة، ويجب توضيح أي تناقض. كذلك يجب الحصول على نسخة من القِيَم مع المخطط للسماح بمراجعتها بشكل راجع.

غالباً ما يفضل تسجيل البيانات التي تم الحصول عليها على نموذج قياسي، ويكون ذلك مفيداً عند تفسير النتائج وكتابة تقرير الفحص (الشكل ٤,٢٢). ويجب أن يكون تقرير الدراسة شاملاً، وأن يوضح ما إذا كانت الأعراض التي يشعر بها المريض قد تكررت أثناء الفحص. كذلك يجب أن يجيب التقرير عن الأسئلة السريرية التي أدت إلى تنفيذ الفحص، كما يجب ذكر ما إذا كان نشاط كلٍّ من المثانة والإحليل مناسباً أثناء مرحلتي التخزين والإفراغ. وإذا تم اكتشاف أكثر من عارض غير طبيعي خلال الفحص، فيجب ذكر أكثرها أهمية من الناحية السريرية؛ وقد يتطلب هذا الأمر إجراء المزيد من المناقشة مع المريض بعد الفحص. وأخيراً، يجب أن يتضمن تقرير الفحص توصيةً بإجراء المزيد من الفحوصات أو العلاج، إذا كان ذلك مناسباً.

Conventional urodynamic report

Patient Details: *Date of study:* / /

		Fill Number 1	Fill Number 2
Filling	Fill rate (ml/min)		
	Baseline Pdet (cmH_2O)		
	First sensation filling (ml)*		
	Cystometric capacity (ml)*		
	Compliance (0=normal; 1=reduced)		
	Overactivity		
	Fill (0=nil; 1=phasic; 2=nonphasic)		
	Cough		
	Posture		
	Contraction no.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
	Vol. at contraction		
	Max. rise in Pdet		
	Pre-micturition pressure (cmH_2O)		

*Filling volume (need to add initial residual in formal data recording)

Voiding	Opening Pdet (cmH_2O)		
	Pdet.max (cmH_2O) (Not Pdet.iso)		
	Pdet at peak flow (ml/s)		
	Peak flow rate (ml/s)	.	.
	Pdet.iso (cmH_2O)		
	After contraction (0=no; 1=yes)		
	Pdet (cmH_2O)		
	Volume voided (ml)		
	Residual urine (ml)		
	Calculated initial residual urine (ml)		

		R	L
Video	Bladder outline	VUR Grade	

1=normal; 2=trabeculated; 3=sacculated; 4=multiple diverticula

Grade as defined by International Reflux Study Group (Grades 1–5)

	Males	Females
Bladder neck		

In men: 1=normal opening with void; 2=poor opening
In women: 1=closed; 2=open with fill; 3=open with standing; 4=open with stress

Stop test (M)/Position (F)		

In men: 1=normal; 2=trapping present; 3=equivocal; 9=not done
In women: 4=well supported; 5=descent on stress; 6=prolapse

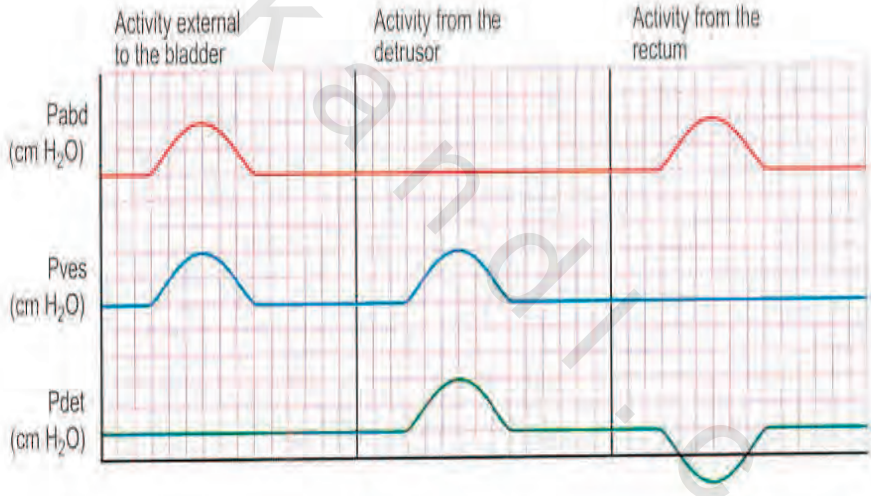
Prostatic urethra	1=normal opening; 2=attenuated; 3=DSD; 4=indeterminate
Anterior urethra	1=normal; 2=stricture; 3=unsure

Comments/Report

الشكل رقم (٤,٢٢). مثال على النموذج المستخدم لتسجيل نتائج قياس (ضغط/جريان المثانة).

كيفية تفسير المخطط

بالإضافة إلى حساب ضغط العضلة المثانية المطروح، يسمح قياس كلٍّ من ضغط البطن والضغط داخل المثانة لأخصائي حركية الجهاز البولي أن يحدد بسهولة إذا كان تغيّر الضغط داخل المثانة ينبع من داخل أو من خارج المثانة، وذلك عن طريق رصد جميع خطوط الضغط الثلاثة. وهناك ثلاثة أنماط مشتركة (الشكل ٤,٢٣ والجدول ٤,٤).



P_{abd} (cm H2O)	ضغط البطن (سم ماء)	Activity external to the bladder	نشاط خارج المثانة
P_{ves} (cm H2O)	ضغط المثانة (سم ماء)	Activity from the Detrusor	نشاط من العضلة المثانية
P_{det} (cm H2O)	ضغط العضلة المثانية (سم ماء)	Activity from the rectum	نشاط من المستقيم

الشكل رقم (٤,٢٣). أنماط المخطط الشائعة. *المخطط يوضح الأنماط الثلاثة الشائعة؛ نشاط خارج المثانة (نشاط داخل البطن)، ونشاط منبثق من المثانة (نشاط العضلة المثانية)، ونشاط من المستقيم.*

جدول رقم(٤.٤). تفسير التغيّرات في الضغط.

تفسير التغيّرات في الضغط				
	أسباب متفرقة	ضغط البطن Pabd	ضغط المثانة Pves	ضغط العضلة المثانية Pdet
نشاط خارج المثانة	سعال، مناورة فالسالفا، الكلام، إلخ	مرتفع	مرتفع	لم يتغير
النشاط النابع من المثانة	تقلص العضلة المثانية (إرادي وذاتي)	لم يتغير	مرتفع	مرتفع
النشاط الشرجي	تقلص الشرج (إرادي وذاتي)	مرتفع	لم يتغير	منخفض

النشاط خارج المثانة

يحدث النشاط داخل البطن عندما يسعل المريض، أو يتكلم، أو يجري مناورات فالسالفا، أو يغير موضعه، أو يقوم بعمل أي نشاط بدني آخر.

ويؤدي النشاط داخل البطن إلى ارتفاع الضغوط داخل البطن وداخل المثانة في نفس الوقت، ويجب ألاّ يكون هناك أي تغيير في ضغط العضلة المثانية.

النشاط النابع من المثانة

إذا كانت تقلصات العضلة المثانية المنبثقة من المثانة وخلال مرحلة التعبئة ذاتية، فهي علامة على فرط نشاط العضلة المثانية؛ في حين أنها لا يتم تثبيطها أثناء الإفراغ الإرادي؛ وبالتالي تعتبر طبيعية.

سوف يسبب نشاط العضلة المثانية ارتفاع ضغط العضلة المثانية وضغطًا داخل المثانة بشكل متزامن. ويجب ألاّ يكون هناك أي تغيير في ضغط داخل البطن.

نشاط المستقيم

أثناء تقلصات المستقيم، يرتفع الضغط المقاس داخل البطن حسب موضع طرف القثطرة في المستقيم. ومع ذلك، لا ينتقل هذا الضغط لبقية الأعضاء داخل البطن، مثل المثانة. لذلك؛ لن يتأثر مخطط المثانة من الداخل بتقلصات المستقيم. أثناء الطرح الإلكتروني، يتم حساب ضغط العضلة المثانية بطرح الضغط داخل البطن من

الضغط داخل المثانة الأعلى منه عادة؛ وبالتالي فإن الارتفاع المفاجئ في الضغط داخل البطن (المستقيم) يسبب عيباً سلبياً غير طبيعي في مخطط ضغط العضلة المثانية الذي يتميز بأنه صورة طبق الأصل لمخطط داخل البطن. وقد يؤدي تكرار تقلصات المستقيم إلى تفسير مخطط العضلة المثانية بشكل خطأ على أنه فرط نشاط العضلة المثانية المرحلي.

قياس حركية الجهاز البولي عملياً– إرشادات تفسيرية

- ابدأ بالنظر إلى مخطط داخل المثانة. إذا لاحظت تغيراً في الضغط، فانظر إلى العضلة المثانية ثم إلى مخطط داخل البطن.
- إذا تغير مخطط داخل المثانة بشكل متزامن مع مخطط العضلة المثانية، فهذا هو النشاط الحقيقي للعضلة المثانية. ورغم ذلك، تأكد من أن مخطط البطن لم يتغير.
- إذا حدث، بدلاً من ذلك، أن تغير مخطط داخل البطن بشكل متزامن مع مخطط داخل المثانة، مع عدم وجود أي تغيير في ضغط العضلة المثانية، فإن النشاط سوف ينبثق من خارج المثانة، ولن يكون ذلك بسبب نشاط العضلة المثانية.
- إذا حدث، على أي حال، أن كان ضغط داخل البطن هو صورة طبق الأصل من مخطط العضلة المثانية؛ فهذا يعني حدوث تقلصات في المستقيم. وفي هذه الحالة، يعتبر مخطط العضلة المثانية معيباً.

مع الخبرة، يصبح تفسير هذه التغييرات أمراً عادياً، رغم صعوبة التفسير في كثير من الأحيان بسبب وقوع عدة أحداث في وقت واحد (على سبيل المثال، تقلص العضلة المثانية مع إجهاد البطن).

- قد يصعب التفسير إذا كان الطرح ونوعية التسجيل سيئة.

العقبات والصعوبات

الأخطاء الصنعية شائعة، وقد تؤدي إلى أخطاء في تفسير النتائج، ويجب اكتشافها على الفور بالمراقبة المستمرة للمخطط. وفي حالة ظهور أي عيب، يجب إيقاف الفحص وعدم مواصلة تعبئة المثانة مؤقتاً. ثم يجب تحديد سبب العيب وتصحيح الخطأ. وقبل استئناف التعبئة، يجب تقييم جودة الطرح بالسعال.

التأكد من أن قيم وضع الراحة معقولة

الرجاء مراجعة المقطع السابق من هذا الفصل (جدول ٤,٣) من أجل التأكد من أن قيم وضع الراحة الأولية معقولة، ثم قم بتحري الأخطاء على النحو المقترح.

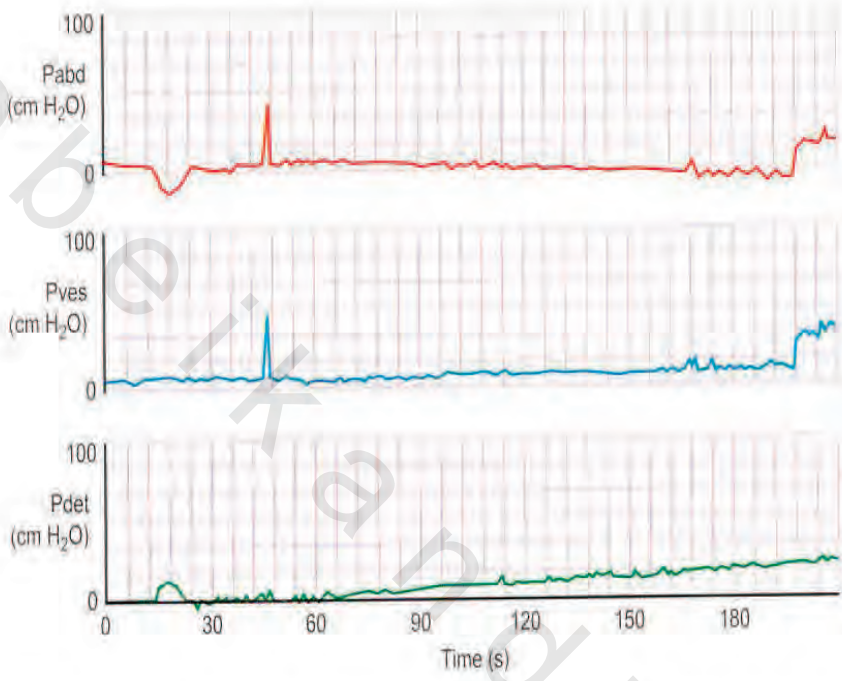
الطرح السيئ والإخماد

قد يصعب تفسير فحص حركية الجهاز البولي إذا كان الطرح سيئاً بسبب الإخماد. وعادة ما يكون الأنبوب الأدنى سعة عند السعال هو السبب في الطرح السيئ ويجب فحصه أولا. وهناك سبب آخر للإخماد هو اتجاه انحراف ضغط العضلة المثانية المطروح. وعادة ما يسبب السعال موجة ثنائية الطور في مخطط العضلة المثانية، ولكن الانحراف الإيجابي الواضح يشير إلى إخماد أنبوب داخل البطن، في حين أن الانحراف السلبي الواضح يشير إلى إخماد أنبوب داخل المثانة (الشكل ٤,١٢).

إذا بدا أن الإخماد في أحد الأنابيب غير كافٍ، اشطف الأنبوب لتتخلص من فقاعات الهواء، وتأكد من عدم وجود التواء في الأنبوب، وتأكد من أن جميع التوصيلات محكمة مع عدم تسرب السوائل، وتحقق من موضع الأنبوب. كَحلٍّ أخير، استبدل قثطرة القياس (فقد تكون مسدودة أو غير صالحة)، وإذا لم يتحسن الوضع فيجب توقع وجود عيب في المحول (نادرًا). بعد كل محاولة لمعالجة المشكلة، اطلب من المريض أن يسعل لتحديد ما إذا كان الطرح قد تحسن.

ضغط المستقيم السلبي

يضاف ضغط المستقيم السلبي إلى مجموع ضغط المثانة؛ وبالتالي فإن ضغط العضلة المثانية المطروح قد يكون أعلى من مجموع ضغط المثانة (الشكل ٤,٢٤). وعادة ما يتم التغلب عليه بمعايرة الأنابيب بشكل مناسب في بداية الفحص، وتجنب فقاعات الهواء، ومعالجة الالتواءات في أنبوب المستقيم. بالإضافة إلى ما سبق، في حالة عدم استخدام قثطرة بالون خاصة بالمستقيم، يجب وضع غطاء الأصبع حول قثطرة المستقيم لمنع انسداد الأنبوب بمواد برازية، ويجب عمل مخرج في غطاء الأصبع لمنع تجمع السوائل عند شطف الأنبوب. ويمكن عمل غطاء الأصبع بسهول عن طريق قص أحد أصابع القفاز الجراحي ووضعها في الطرف البعيد لقثطرة المستقيم.



P_{det} (cm H2O)	ضغط العضلة المثانية (سم ماء)	P_{abd} (cm H2O)	ضغط البطن (سم ماء)
Time(s)	الوقت	P_{ves} (cm H2O)	ضغط المثانة (سم ماء)

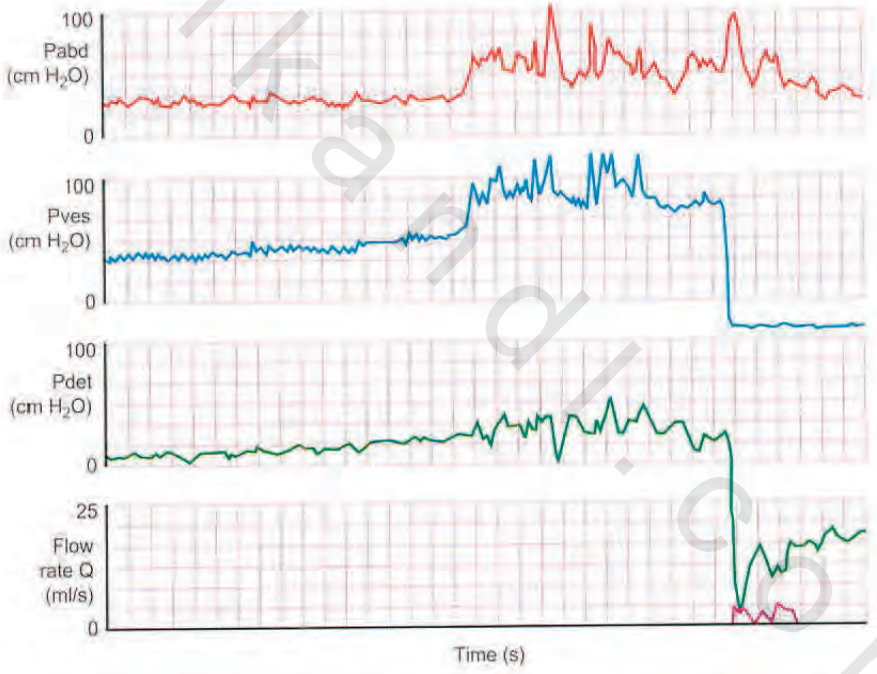
الشكل رقم (٤,٢٤). مخطط الضغط/الجريان الذي تم الحصول عليه عندما أعطى ضغط المستقيم السلبي إضافة خاطئة إلى ضغط المثانة الإجمالي. يكون ضغط العضلة المثانية المطروح الناتج أعلى – بصورة خاطئة – من الضغط داخل المثانة. وهذا هو الملاحظ في بداية هذا المخطط، مع وجود منحنى الانحراف السلبي للمستقيم (يحاكي تقلص العضلة المثانية) وكذلك تدريجياً مع انخفاض ضغط المستقيم على طول مخطط المخطط؛ مما يؤدي إلى ارتفاع ضغط العضلة المثانية. ومن السهولة بمكان أن يعطي ذلك تفسيراً خاطئاً على أنه سوء مطاوعة المثانة. وفي هذه الحالة، يجب تفسير ضغط التعبئة النهائي من أنبوب ضغط داخل المثانة.

فقدان نشاط المخطط

يجب أن يكون المخطط "نشطا"، أي يجب أن يتم تدوين الاختلافات الصغيرة التي تحدث ثانية بثانية. إذا فقد الخط هذا النشاط وأصبح "خطاً ثابتاً"، فهذا يعني الفقدان التام لمراقبة الضغط. وقد يرجع السبب إلى هبوط قطرة القياس، أو عدم وصول إشارة الضغط إلى المحول، أو فشل المحول، أو فقدان الاتصال بين المحول والحاسوب. ويمكن بسهولة فحص الأنبوب بمطالبة المريض بأن يسعل أو بإجراء مناورة الفالسالفا.

التغيرات المفاجئة في الضغط

تعني التغيرات المفاجئة والكبيرة في الضغط تحرّك إما قثطرة المثانة وإما المستقيم. ويمكن أن تسقط القثطرتان تماماً؛ مما يتسبب في انخفاض قراءة الضغط بشدة، أو أنهما قد انتقلتا إلى منطقة ذات ضغط عالٍ؛ أي تحرك قثطرة المثانة من المثانة إلى عضلة الإحليل العاصرة (الشكل ٤,٢٥). يجب إعادة القثطرة المتحركة إلى موقعها الصحيح فوراً، وقد تحتاج القثطرة الى تغيير إذا سقطت في منطقة غير معقمة.



ضغط البطن (سم ماء)	P_{abd} (cm H2O)	معدل الجريان (مل/ثانية)	Flow rate Q (ml/s)
ضغط المثانة (سم ماء)	P_{ves} (cm H2O)	الوقت	Time(s)
ضغط العضلة المثانية (سم ماء)	P_{det} (cm H2O)		

شكل رقم (٤,٢٥). فحص لا يمكن تفسيره بسبب العيوب. *قبل عملية الإفراغ، وعندما يبدو المريض وكأنه يبذل جهداً، يكون هناك طرح سيىء، ويبدو أنبوب داخل المثانة وكأنه عاطل عن العمل. وعند البدء بالإفراغ، تنفصل قثطرة داخل المثانة؛ مما يؤدي إلى انقطاع مفاجئ في إشارة داخل المثانة. (تم النقل بإذن من منظمة الصحة العالمية، المؤتمر الدولي الرابع بخصوص تضخم البروستات الحميد).*

فحص حركية الجهاز البولي المتنقل (AUM)

مقدمة

يوجد عدد من العيوب في قياس (ضغط/جريان المثانة) التقليدي، وهي تشمل:

- معدل التعبئة المرتفع بشكل غير فسيولوجي.
- قِصَر فترة التقييم.
- يتم تنفيذ معظم حالات القياس من الوضع الثابت.
- يتم عادة في بيئة غير مألوفة بالنسبة للمريض.

وبالتالي؛ هذا الفحص هو "تقييم غير فسيولوجي" وقد لا يعطي تمثيلاً دقيقاً لوظيفة السبيل البولي السفلي لدى المريض. وقد تم اكتشاف وجود فرط نشاط العضلة المثانية باستخدام فحص الضغط/الجريان التقليدي، في حوالي ٥٠ — ٦٠٪ من المرضى فقط الذين يعانون من أعراض السبيل البولي السفلي التي تعتبر دليلاً قوياً على مثانة مفرطة النشاط. ورغم هذه العيوب، تبقى فحوصات الضغط/الجريان التقليدية هي الفحص الذهبي لقصور وظيفة السبيل البولي السفلي، ويتم تنفيذها حتى الآن في كثير من الأحيان أكثر مما يستخدم قياس حركية الجهاز البولي المتنقل (AUM).

يتغلب فحص حركية الجهاز البولي المتنقل على الكثير من العيوب السابقة من خلال توفير تقييم "فسيولوجي" أفضل لحالة المريض. أثناء قياس حركية الجهاز البولي المتنقل (الجوال)، لا يتم تعبئة المثانة بشكل مصطنع، ولكن بدلاً من ذلك يتم تعبئتها عن طريق إنتاج البول بطريقة طبيعية من الكلى. ويستغرق الفحص عادة فترة أطول بكثير من وقت الفحص التقليدي، حيث يتراوح من بضع ساعات إلى ٢٤ ساعة في بعض الحالات. وبالإضافة إلى ذلك، يستطيع المريض القيام ببعض النشاطات اليومية التي تتضمن نشاطات قد تثير الأعراض المزعجة، ويتحرر المريض من حمل جهاز حركية الجهاز البولي الثابت لقياس الضغط/الجريان التقليدي، وتتم المراقبة خارج مخبر حركية الجهاز البولي.

دواعي الاستعمال

تستهلك إجراءات فحص حركية الجهاز البولي المتنقل الكثير من الوقت، وتتطلب مراقبة منتظمة للتأكد من أن القثطرة لم تتحرك من مكانها. ومازال هناك جدل بشأن ما إذا كانت مناسبة للاستعمال السريري على نطاق واسع. حتى الآن، لم يتم توحيد هذه الطريقة، ولم يتم تعريف مؤشرات القياس بشكل كاف بواسطة الجمعية الدولية للاستمساك.

يجب استعمال هذه الطريقة في الحالات التي فشلت فيها فحوصات قياس الضغط/الجريان التقليدية في إعطاء تفسير أو إعادة إنتاج الأعراض، وفي الحالات التي قد تساعد فيها معرفة وظيفة السبيل البولي السفلي على تحديد العلاج.

المعدات

تتضمن المعدات الأساسية اللازمة لدراسة فحص حركية الجهاز البولي المتنقل ما يلي:

- قثطرة المثانة والمستقيم: هي قثطرة مثبتة على محولات (ذات رأس مستدق)، رغم أن التطورات التي طرأت على محولات الشحن بالهواء سوف تسمح بأداء فحص حركية الجهاز البولي المتنقل بهذه القثاطر أيضاً.
- جهاز تخزين محمول لتسجيل البيانات (الشكل ٤.٢٦): يرتبط هذا الجهاز بالقثاطر/محولات الطاقة ويسجل قراءات الضغط، ويحمل المريض هذا الجهاز طوال مدة الفحص. وتسمح التطورات في مجال البلوتوث/التكنولوجيا اللاسلكية برصد الضغط في الوقت الحقيقي بواسطة جهاز الحاسوب. ويتم شحن معظم أدوات التخزين بالبطارية التي تتيح جمع المعلومات لعدة ساعات. كذلك قد تقوم قنوات إضافية على الأجهزة بجمع قياسات فقدان البول وضغط الإحليل.
- حاسوب لتحميل، ومعالجة، وتخطيط البيانات.
- مقياس جريان البول الذي ينقل بيانات الجريان إما إلى جهاز التخزين المحمول وإما إلى أجهزة الحاسوب المستخدمة لمراقبة هذا الفحص.

الشكل رقم (٤,٢٦). جهاز حركية الجهاز البولي المتنقل مع بلوتوث حديث محمول. *بإمكان المريض أن يحمله باستخدام حزام. تتصل قثاطر حركية الجهاز البولي بالموصلات التي خلف الآلة (يمكن رؤيتها). الجهاز به أزرار لاستخدام المريض.*

تنفيذ فحص ديناميكة التبول المتنقل

يجب أن يقوم أشخاص من ذوي الخبرة فقط بتنفيذ عمليات تقييم حركية الجهاز البولي المتنقل لغرض قياس (ضغط/جريان المثانة) التقليدي. وخلال فحوصات حركية الجهاز البولي المتنقل (الجوال)، يتم استخدام معظم مبادئ إعداد وتنفيذ الفحص التقليدي عالي الجودة. ويجب معايرة محولات الطاقة قبل الفحص وتصفيرها إلى الضغط الجوي.

خلال فحص قياس حركية الجهاز البولي المتنقل، غالباً ما يتم ترك المريض دون رعاية لفترة طويلة من الزمن. وبالتالي؛ يجب من البداية إجراء تقييم دقيق لنوعية تسجيل الضغط والطرح عن طريق اختبار السعال و/أو تنفيذ مناورة فالسالفا في وضعية الاستلقاء على الظهر، والجلوس، والوقوف. ويجب تثبيت جميع القثاطر لدى المريض بإحكام للحد من إمكانية تغيير وضعها أثناء الحركة. ولا بد من اقتناع أخصائي حركية الجهاز البولي بجودة القياسات قبل مواصلة الفحص.

يجب إعادة تقييم جودة القياس بشكل منتظم خلال فترة الفحص، ويجب مطالبة المريض بالسعال بانتظام أثناء الفحص، وقبل إنهاء المراقبة – وأيضاً قبل أي عملية إفراغ – بحيث يمكن تحديد جودة الطرح عند إجراء تحليل المراجعة.

إن طرق تقييم أداء فحص حركية الجهاز البولي المتنقل غير موحدة، ولذلك يجب تحديد الطريقة المستخدمة. وتتضمن المعلومات الواجب تسجيلها ما يلي:

- الثمالة البولية الأولية.
- البول المتسرب أثناء الفحص – يتم التقييم بوزن الحفاض قبل وبعد الاستخدام طوال الفحص؛ أو عن طريق تقييم التسرب إلكترونياً. على سبيل المثال، استخدام قناة التوصيل لتحديد وقت حدوث التسرب.
- سوف يتم تسجيل وقت وحجم الإفراغ، بما في ذلك معدل الجريان، طوال الفحص باستخدام مقياس الجريان.
- مدة الفحص.
- الثمالة البولية النهائية عند انتهاء الفحص.

وبالإضافة إلى ما سبق، يجب أن يقوم المريض بتسجيل الأحداث (يفضل على جهاز تخزين متحرك) التي تتضمن:

- الشروع في الإفراغ الإرادي.
- وقف الإفراغ الإرادي.
- نوبات الإلحاح.
- نوبات عدم الراحة أو الألم.
- وقت ونوع أي نشاطات محفزة محددة.
- وقت وحجم تناول السوائل.
- نوبات تسرب البول.

تحليل النتائج

يجب تقييم جودة المخطط بعناية عن طريق فحص منطقية التسجيلات وكفاية الطرح ؛ فالمخطط ذو النوعية الرديئة قد لا يكون مناسباً للتحليل الكمي، رغم أنه قد يسفر عن بعض المعلومات المفيدة سريرياً.

ويجب تحديد مراحل التخزين والإفراغ خلال التخطيط، مع ربط أي علامات بها. كما يجب تحديد وظيفة كلٍّ من المثانة والمخرج الإحليلي المثاني أثناء مرحلة التخزين والإفراغ على حد سواء باستخدام نفس المبادئ التي استخدمت خلال فحوصات ضغط/جريان المثانة التقليدية. وعلى وجه الأخص، يجب ربط الأعراض المزعجة بالنتائج المسجلة في محاولة لتحديد الفسيولوجية المرضية لهذه الأعراض.

في كثير من الأحيان، تختلف النتائج التي تلي فحص حركية الجهاز البولي المتنقل عن تلك التي تم الحصول عليها من خلال الفحوصات التقليدية لضغط/جريان المثانة. وفي كثير من الحالات، لا يمكن تحديد فرط نشاط العضلة المثانية أثناء الفحوصات التقليدية للمرضى المشتبه بقوة وجود فرط نشاط في العضلة المثانية لديهم، في حين يتم رصد النشاط الذاتي للعضلة المثانية (IDA) في قياس حركية الجهاز البولي المتنقل (الجوال). وفي المقابل، ثبت أن العديد من المرضى الذين لا يشتبه في وجود فرط في نشاط العضلة المثانية لديهم (بما في ذلك متطوعي الفحوصات البحثية الذين لا تظهر عليهم أعراض) ظهر لديهم نشاط ذاتي للعضلة المثانية خلال تقييم ديناميكة التبول المتنقلة. ومن غير المعروف حالياً أهمية نشاط العضلة المثانية الذاتي لدى المرضى الذين لا تظهر عليهم أعراض أو أهمية نشاط العضلة المثانية الذاتي بدون إلحاح مصاحب لدى المرضى المصابين بالأعراض.

قد يكون تفسير هذه الاختلافات الواضحة بين فحص حركية الجهاز البولي المتنقل وحركية الجهاز البولي التقليدية مرتبطاً بالظروف المصاحبة للفحص المتنقل. قد تكون التعبئة الصنعية غير حساسة نسبياً، حيث أنها أسرع من أن تسمح بالكشف عن نشاط العضلة المثانية "الطبيعي" أو "الفسيولوجي". ورغم أن التعبئة تكون طبيعية خلال

قياس حركية الجهاز البولي المتنقل (الجوال)، فإنه ليس من الطبيعي أن تبقى القثطرة في مكانها لفترات طويلة مثل ٣ — ٤ ساعات. ويجب أن تكون مؤشرات الإفراغ أكثر طبيعية أثناء قياس حركية الجهاز البولي المتنقل (الجوال)؛ لأنه يجب حدوث فرط تعبئة المثانة بدرجة أقل، وأن تكون النتائج خلال الإفراغ أكثر تمثيلاً، رغم وجود القثطرة في موضعها خلال الإفراغ.

وهناك حاجة لإجراء المزيد من الأبحاث لتقييم أهمية النتائج المتحصلة خلال فحص حركية الجهاز البولي المتنقل، ولتحديد مجموعة من الأمور الطبيعية. لذلك؛ لايجب استخدام قياس حركية الجهاز البولي المتنقل (الجوال) بصورة روتينية.