

# 尿流動態機能検査の 理論と実践

北海道泌尿器科記念病院  
橋田岳也

**第22回排尿機能検査士講習会**  
**初級コース**  
**COI開示**

**講師名：橋田岳也**

講演に関連し、開示すべきCOI  
関係にある企業などはありません。

# 本講義の内容

- 尿流動態機能検査(ウロダイナミクス)とは？  
(概要・種類・手技)
- 内圧尿流検査の結果の読み方
- 症例紹介

# 下部尿路機能の検査（ウロダイナミクス）

## 非侵襲的

- ・ 排尿日誌
- ・ 尿流量測定/残尿測定

## 侵襲的

- ・ 膀胱内圧測定（尿道カテーテル）
- ・ 内圧・尿流検査（尿道・直腸内カテーテル）
- ・ 尿道内圧測定（尿道カテーテル）
- ・ 外尿道括約筋筋電図
- ・ レントゲン下尿流動態検査  
（尿道・直腸内カテーテル/X線）

# 排尿日誌

起床時間： 時 分

就寝時間： 時 分

時間 ( 時 分)	尿量 (mL)	失禁 (g)	備考

- ・排尿機能・蓄尿機能のスクリーニング
- ・排尿や飲水に関する日常状態を非侵襲的に把握
- ・機能的膀胱容量の把握に有用
- ・頻尿・失禁や排尿障害の重症度判定に有用

この後に行う検査において有用な情報を得られる

# 排尿日誌

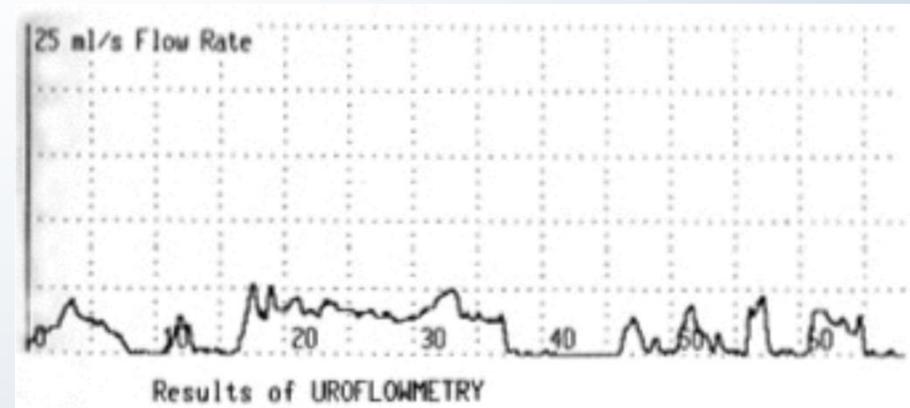
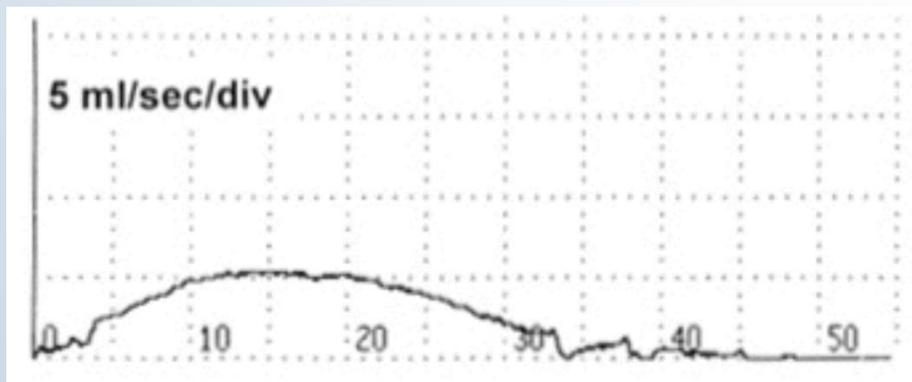
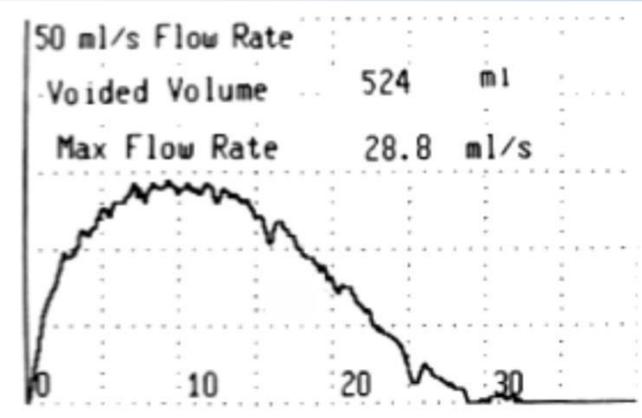
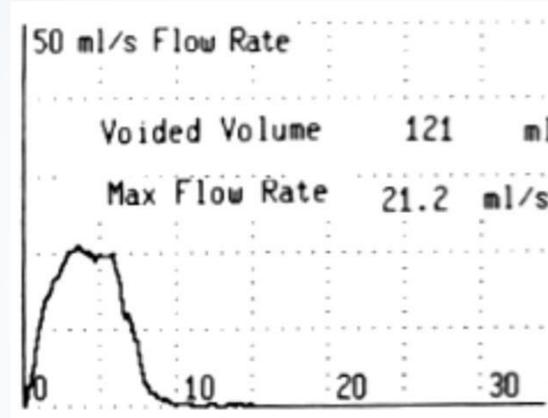
排尿時刻	排尿量 (ml)		
7時	200	起床	昼間尿量 (1600ml)
10時	250		
12時半	200		
15時	250		
17時半	300		
20時	200		
22時	200	就寝	夜間尿量 (1350ml)
12時	200		
2時	250		
3時半	200		
4時	250		
6時	300		
8時	150	起床	

## 夜間多尿

65歳以上の方では、24時間の尿量に対する夜間尿量の割合が33%を超える場合は、夜間多尿と考えられる

# 尿流測定

## 排尿障害のスクリーニング検査



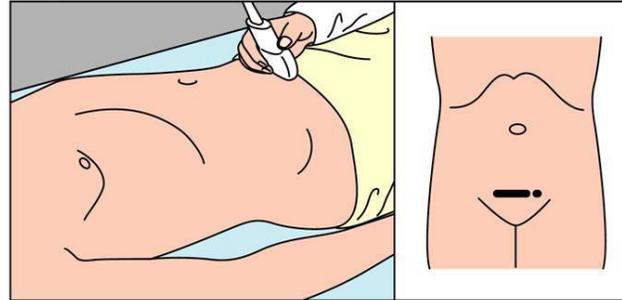
# 残尿量測定

## ブラダースキャン

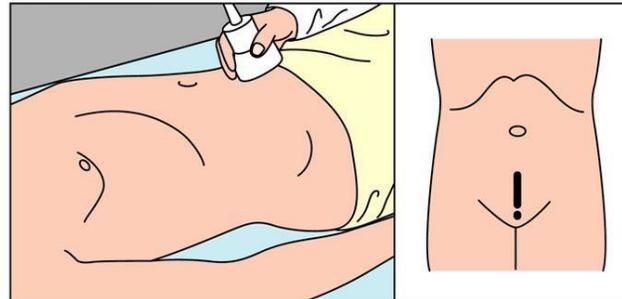
## 経腹的超音波検査



横断面

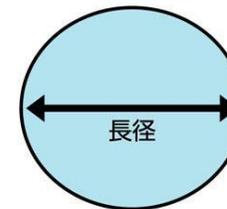


矢状断(縦断面)

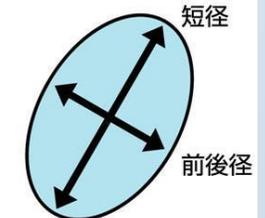


$$\text{残尿量 (mL)} = (\text{長径} \times \text{短径} \times \text{前後径}) / 2$$

横断面

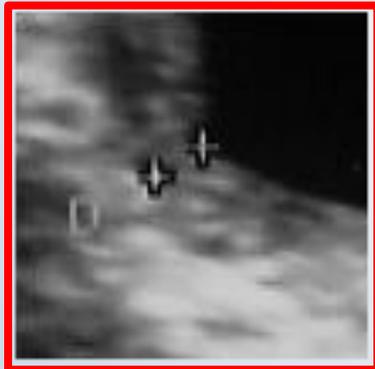
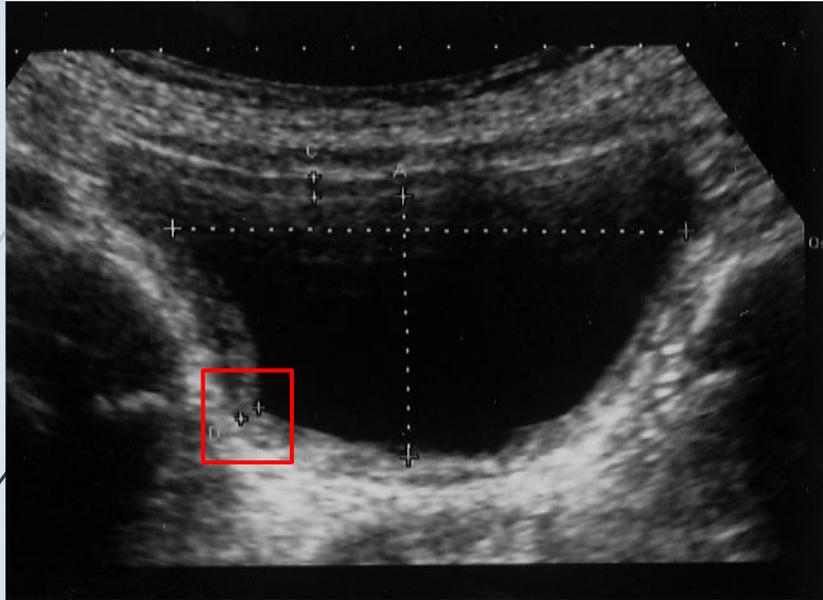


矢状断(縦断面)

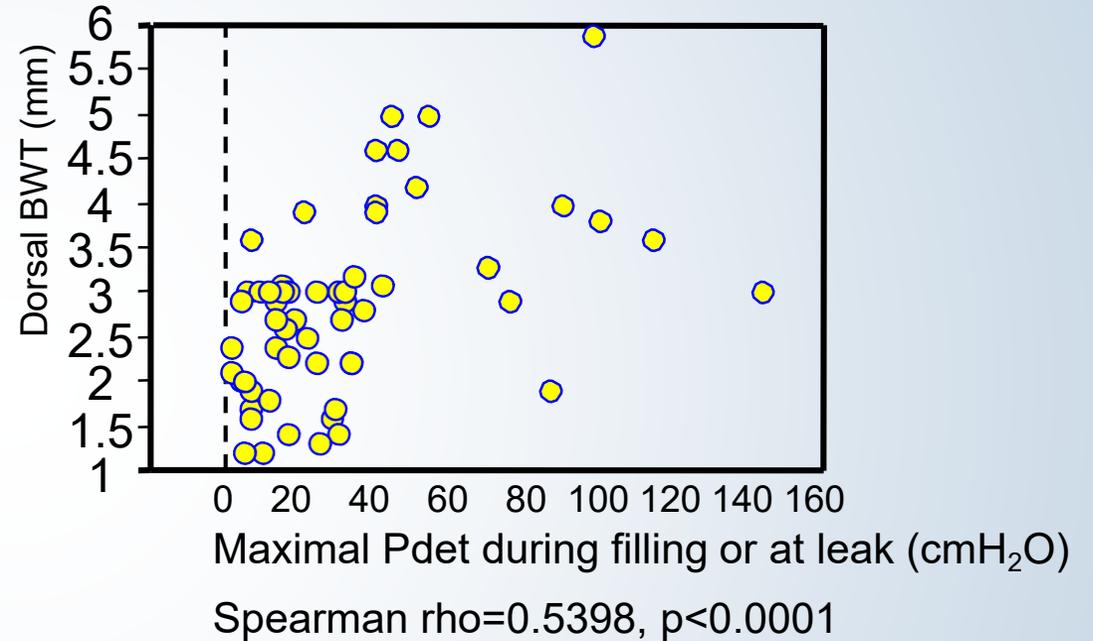


# 膀胱壁と排尿筋圧の関係

## 二分脊椎症の小児患者



膀胱壁全体の  
厚さを測定



膀胱後壁の厚さと蓄尿期または尿失禁時の最大排尿筋圧が  
相関する

# 下部尿路機能の検査（ウロダイナミクス）

## 非侵襲的

- ・ 排尿日誌
- ・ 尿流量測定/残尿測定

## 侵襲的

- ・ 膀胱内圧測定（尿道カテーテル）
- ・ 内圧・尿流検査（尿道・直腸内カテーテル）
- ・ 尿道内圧測定（尿道カテーテル）
- ・ 外尿道括約筋筋電図
- ・ レントゲン下尿流動態検査  
（尿道・直腸内カテーテル/X線）

# 侵襲的な下部尿路機能検査

導尿間隔は??

自排尿で  
大丈夫??

尿路感染の  
原因は??



**侵襲的なウロダイナミクス検査で何を知りたいか?**

**得られる情報が、尿路管理にどのようなように役立つか?**

**前もって、考察をしてから検査をすべき**

# どんな患者にウロダイナミクスを行うべきか



- ▶ 膀胱出口部通過障害患者 (BPH, POP等)
- ▶ 神経因性下部尿路機能障害
- ▶ 複雑な排尿・失禁問題を有する小児
- ▶ 尿失禁や前立腺肥大症に対する手術を考える患者
- ▶ 初期の薬物治療に反応の乏しい患者

# 内圧尿流検査 (Pressure flow Study)は何故必要か？

## 歴史的に

BPE（前立腺肥大症）とBOO（下部尿路閉塞）  
の鑑別に用いた

1. 画像のみでは機能的評価として不十分  
⇒ BPE (+) 例でも BOO (-)  
BPE (-) 例でも BOO (+)
2. 伸展性、収縮性という尿路の機能は  
水力学的な pressure による

排尿異常の病態診断、治療方針の  
決定のプロセスにおいて不可欠

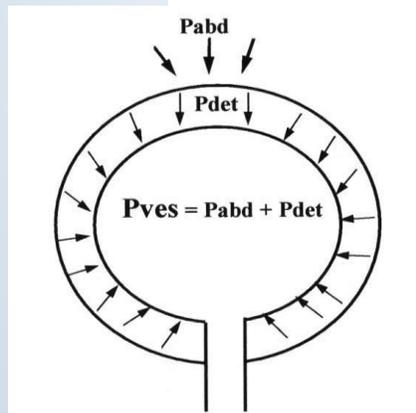
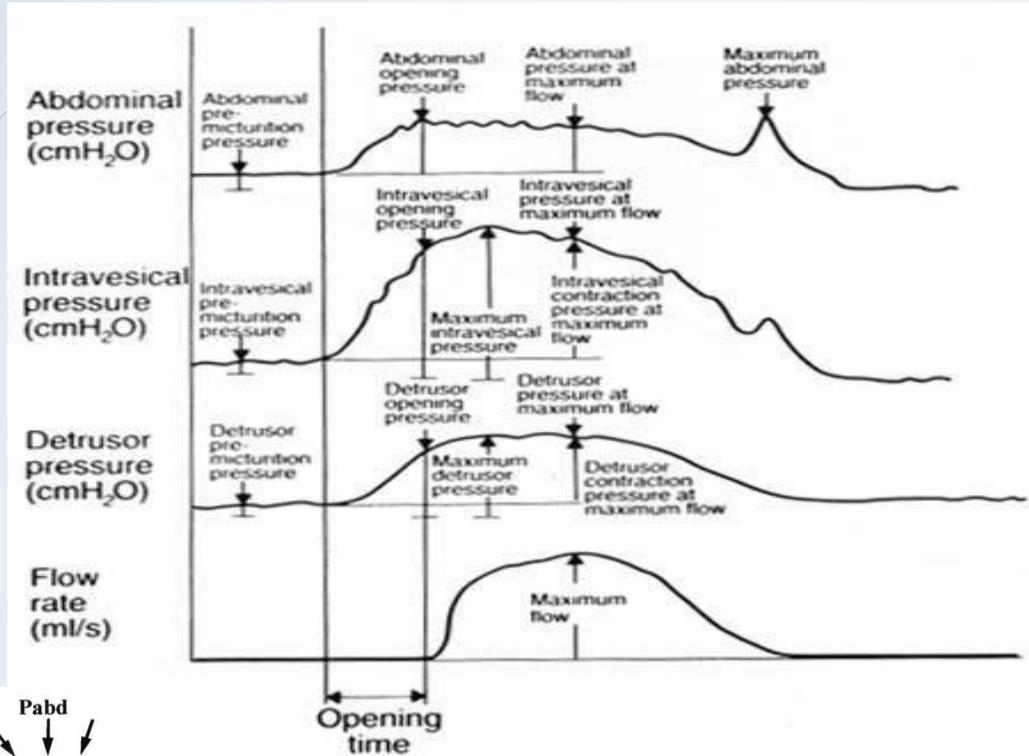
# 内压 · 尿流検査 (Pressure · flow Study)

腹腔内压

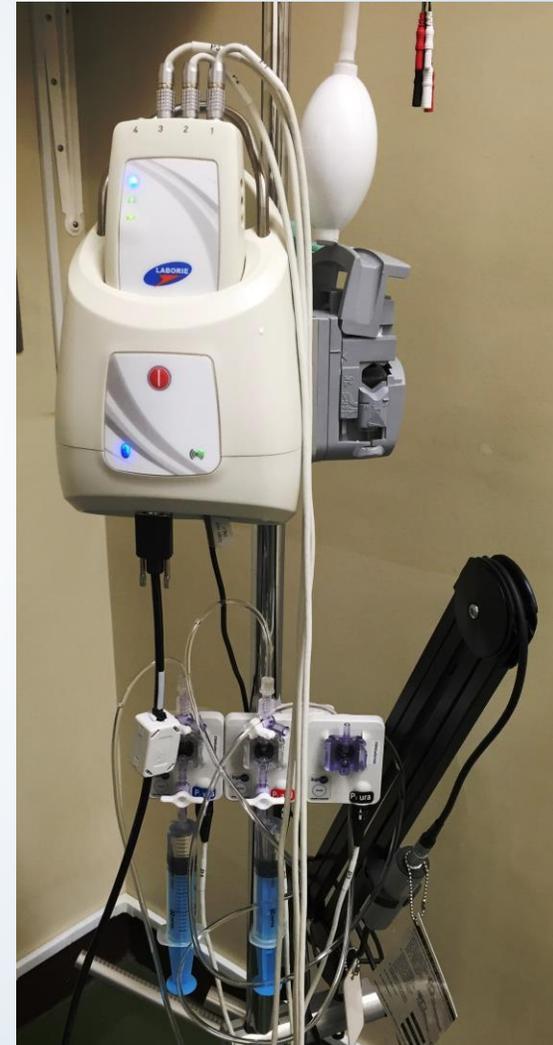
膀胱内压

排尿筋压

尿流



排尿筋压 = 膀胱内压 - 腹腔内压



# レントゲン下尿流動態検査

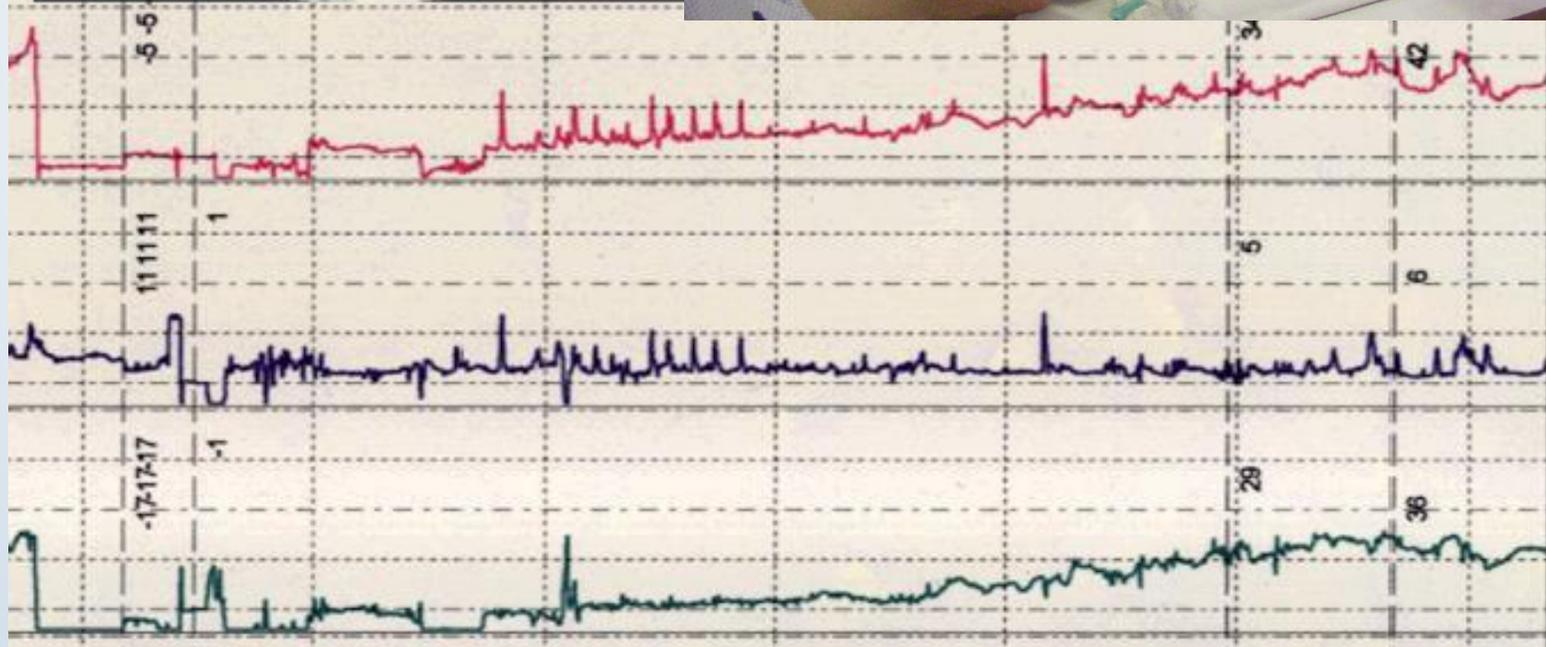
## 先天的な下部尿路機能異常



腹腔内圧

膀胱内圧

排尿筋圧



# ウロダイナミクスの大原則

1. 臨床所見を説明しうる機能異常を  
検査時に再現すること
2. 検査所見の再現性があること
3. 所見を正確に解釈すること
4. 結果を診断・治療に反映させること
5. 被検者が受容しうる検査環境を設定すること

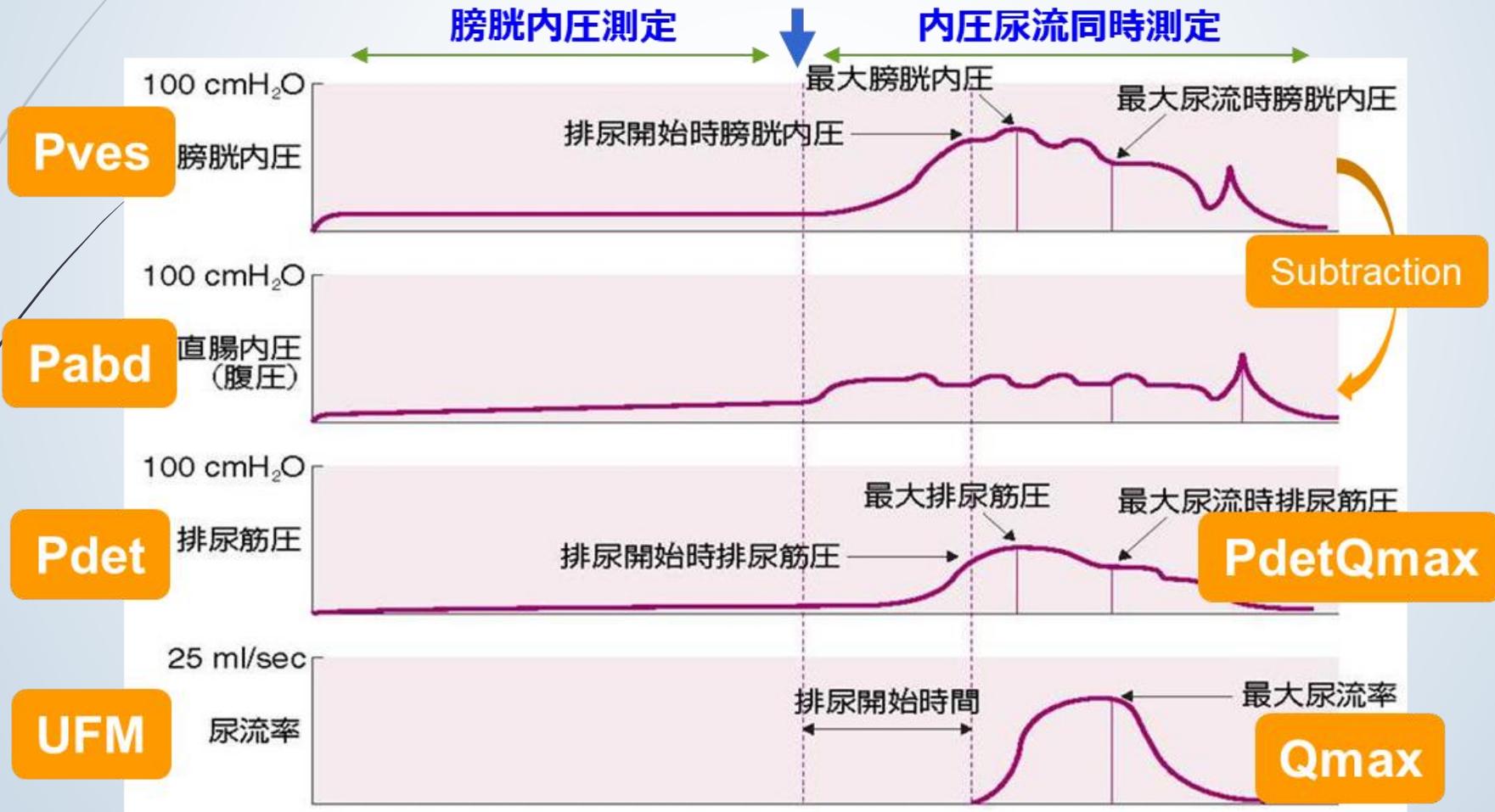
何を知りたいのか?

# 膀胱内圧検査の信頼性・必要性

- 検査結果が典型的であると考えられる場合は、確認のための侵襲的尿流動態検査をルーチンで行うことは推奨されない
- 検査結果が臨床的疑問が解決したか疑わしい場合、検査後の解析で技術的エラー、アーチファクトが確認された場合は繰り返し実施することを推奨する

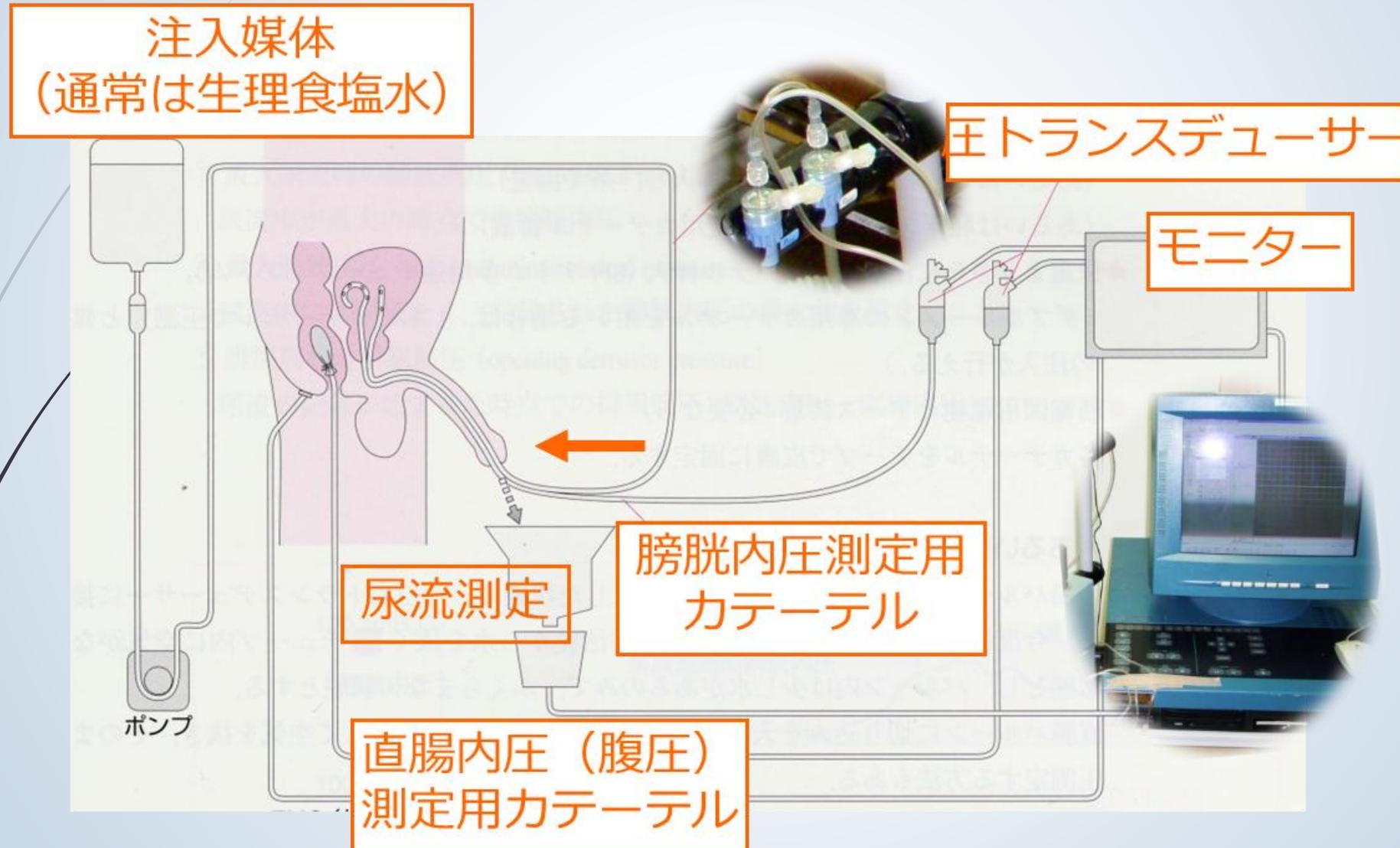
# 膀胱内圧測定（CMG）と内圧尿流同時測定（PFS）

- ▶ **CMG**：膀胱の蓄尿機能
- ▶ **PFS**：下部尿路閉塞の程度と膀胱の収縮機能



# 膀胱内圧測定（CMG）と内圧尿流同時測定（PFS）

## CMG / PFSの実際



# 膀胱内圧測定（CMG）と内圧尿流同時測定（PFS）

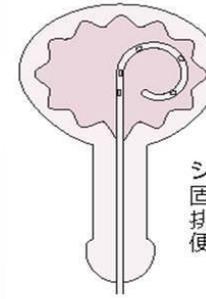
## CMG / PFSの実際

注入媒体  
(通常は生理食塩水)

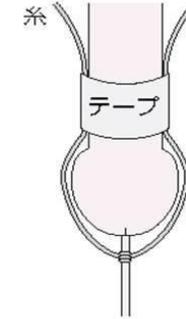
- ▷ 注入スピードは  $50 \text{ ml/min}$   
状況（小児、膀胱容量が小さい）に応じて  
スピードを落とす
- ▷ ビデオウロダイナミクス時には造影剤を混入

膀胱内圧測定用  
カテーテル

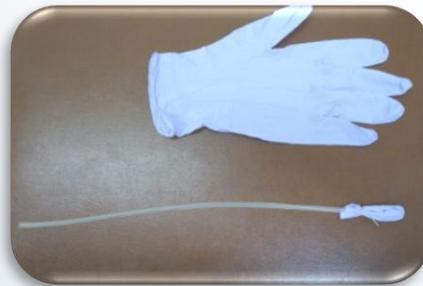
6-8Fr Wルーメンカテーテル  
シングルピッグテイル



シングルJカテーテルは  
固定の必要がなく、  
排尿時も抜けないので  
便利である。



直腸内圧（腹圧）  
測定用カテーテル



ネラトンカテーテルと  
ゴム手袋先端を用いた  
ハンドメイドカテーテル

# 膀胱内圧測定（CMG）と内圧尿流同時測定（PFS）

## CMG / PFSの実際

- ▶ 臥位で各カテーテルの挿入と固定、膀胱内は空虚とする
- ▶ トランスデューサーなどと接続
- ▶ 男性は立位、女性は座位で施行
- ▶ 大気圧、恥骨レベルで 0点補正
- ▶ 咳などで腹圧をかけてもらい、測定/サブトラクションを確認
- ▶ 注入媒体注入、内圧測定開始
- ▶ 膀胱内圧測定（蓄尿機能）
- ▶ 最大容量にて媒体注入停止
- ▶ 排尿指示、内圧尿流同時測定（下部尿路閉塞や収縮機能）

# 膀胱内圧測定（CMG）での評価

- ▶ 尿意や膀胱容量
- ▶ 排尿筋過活動
- ▶ 膀胱コンプライアンス
- ▶ (Detrusor) Leak point pressure (LPP)

# 膀胱内圧測定（CMG）での評価

## 尿意 / 膀胱容量

### ▶ 初発尿意（First desire to void: FDV）

先延ばしにできるような尿意：（150 ~ 200 ml）

被験者には、あらかじめよく説明する必要

検者「どうですか？ したい感じありますか？」 ⇒ この時点がFDVになりうる  
FDVの容量はばらつく、信憑性がない

### ▶ 最大膀胱容量（Maximum cystometric capacity: MCC）

強い尿意（Strong desire to void: SDV）での容量：  
300 ~ 500 ml

▶ 正常膀胱知覚 / 膀胱知覚増強 / 膀胱知覚低下

▶ 小児では

▷ 1歳未満： 体重×7（ml）

▷ 1歳以上：（年齢+1）×30（ml）

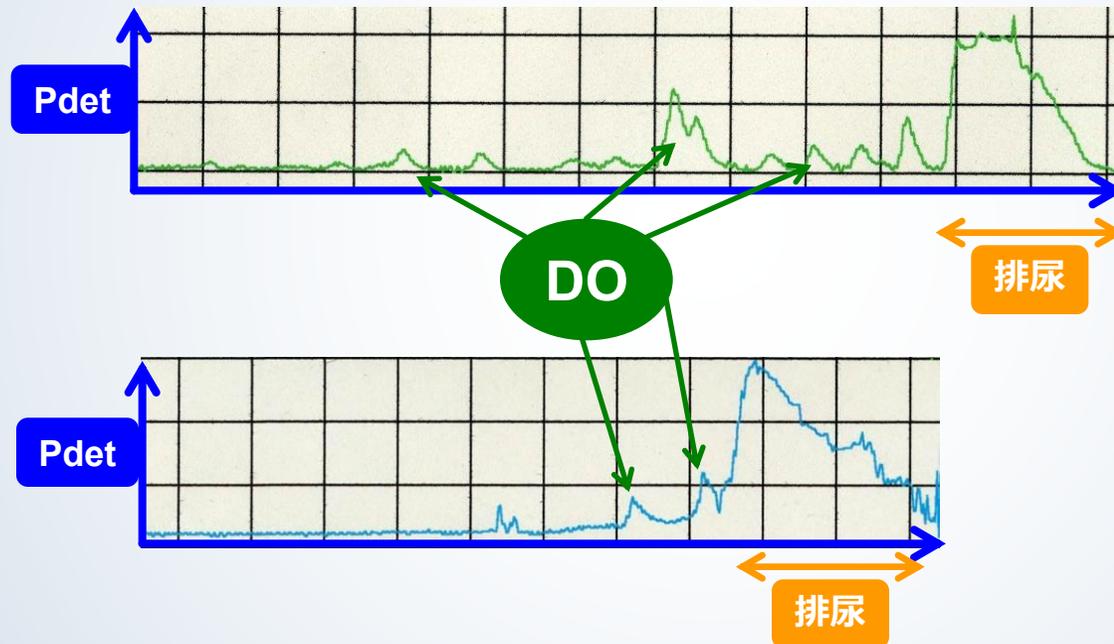
10か月, 7 kg  
49 ml

2歳, 12 kg  
90 ml

# 膀胱内圧測定（CMG）での評価

## 排尿筋過活動（Detrusor overactivity: DO）

- 蓄尿期における膀胱の不随意収縮



### PFSを行う際は...

DOが落ち着いた後に  
排尿を行うのが望ましい

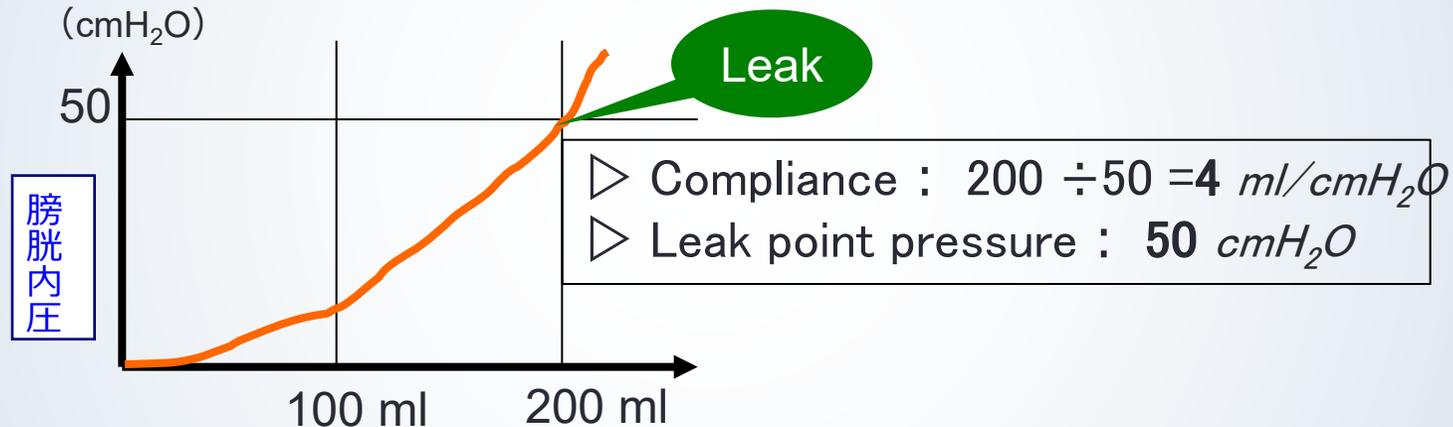
- 過活動膀胱（Overactive bladder: OAB）**

Urgency（尿意切迫感）という症状主体の診断名  
OABの本態はDOであると考えられてはいた

# 膀胱内圧測定（CMG）での評価

## 膀胱コンプライアンスと LPP

- ▶ **膀胱コンプライアンス**：膀胱の粘弾性により規定される膀胱の硬さ
- ▶ **(D) LPP**：尿漏れ（leak）が生じたときの排尿筋圧の最小値



### 成人脊髄損傷患者における膀胱コンプライアンス

≥ 20	0%
10~20	43%
≤ 10	73%

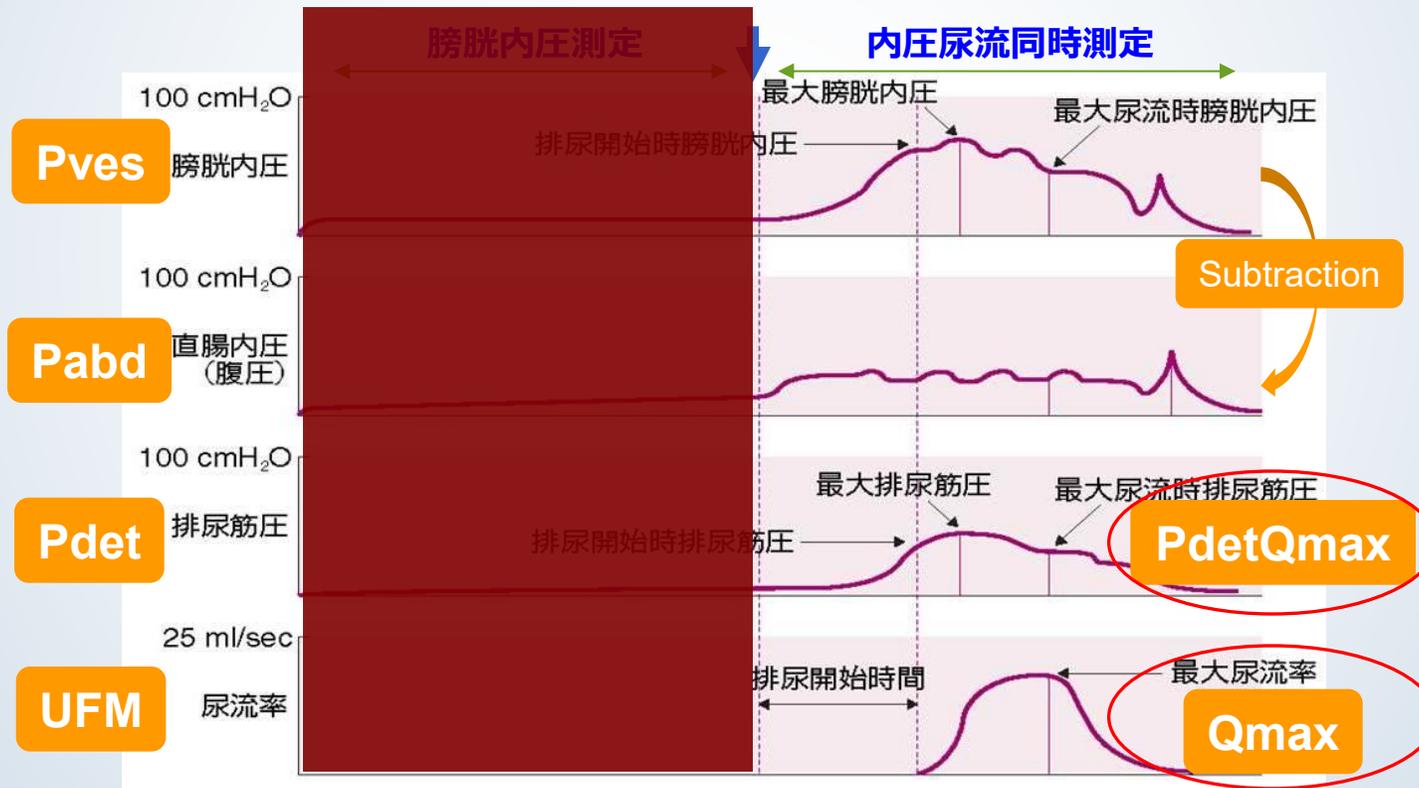
【VUR / 水腎症の頻度】

LPP ≥ 40 cmH<sub>2</sub>O

腎機能障害のrisk factor

# 内圧尿流同時測定 Pressure-flow study

下部尿路閉塞と膀胱収縮力が判定可能



# 内圧尿流同時測定Pressure-flow study

正常

弱い

排尿筋  
収縮力



尿道抵抗

小

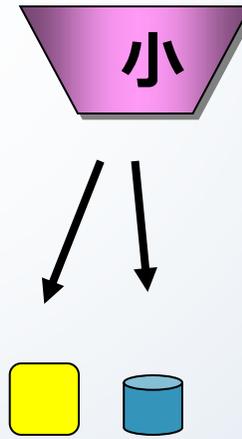
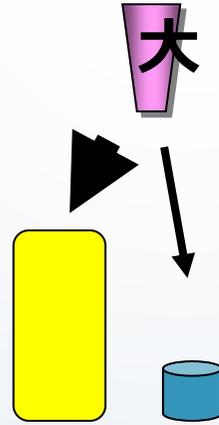
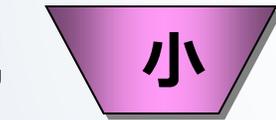
大

小

大

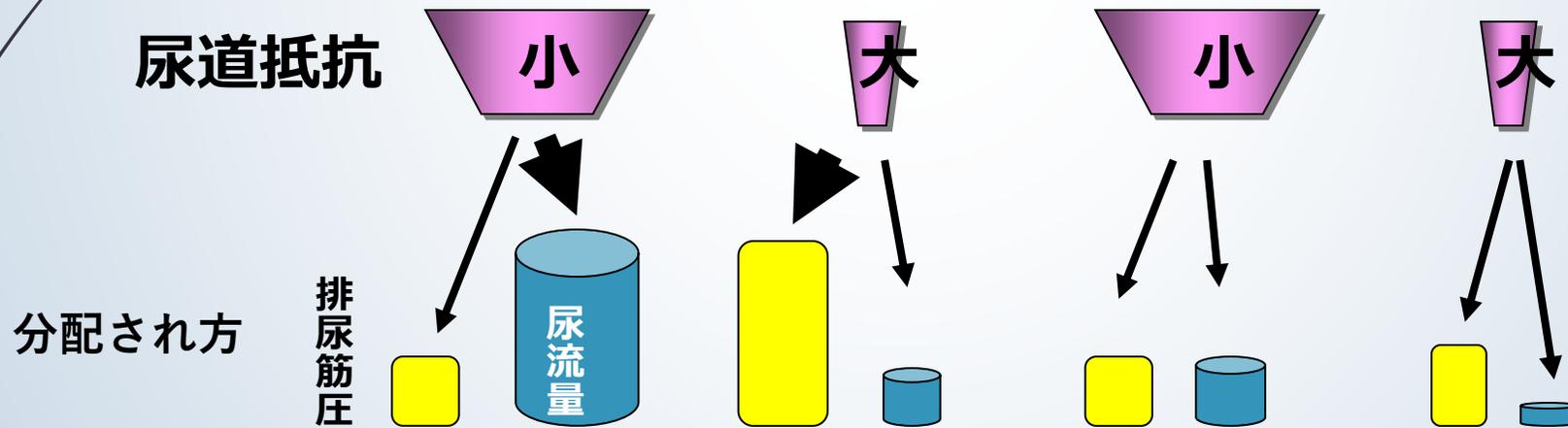
分配され方

排尿筋  
圧



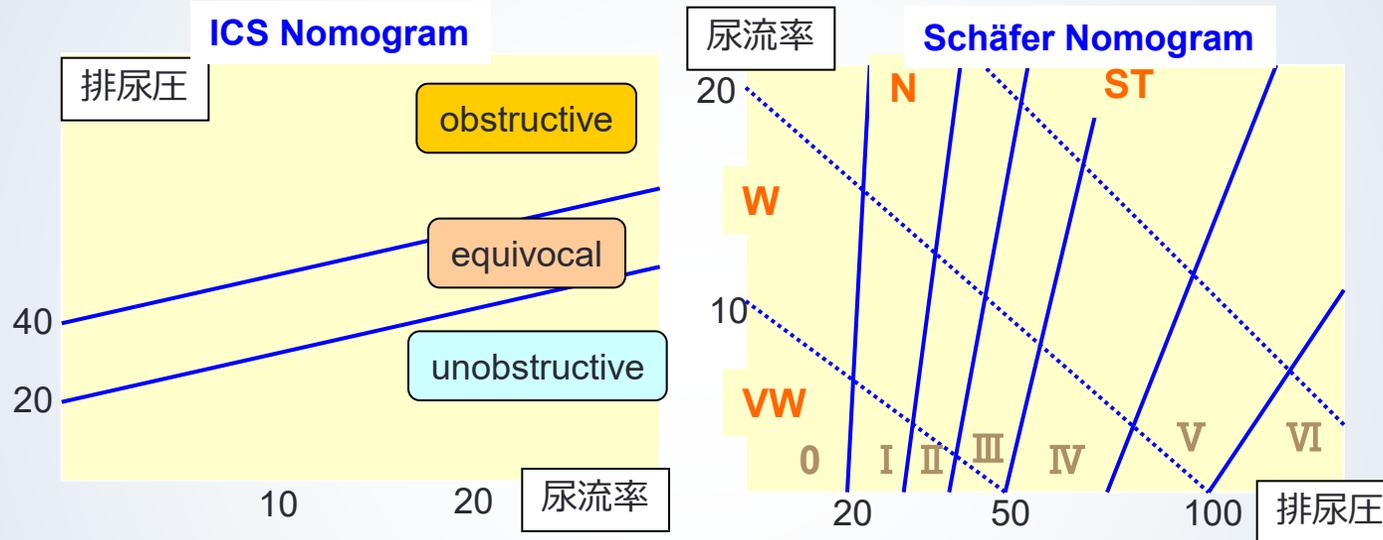
# 内圧尿流同時測定 Pressure-flow study

高压排尿	高尿流量	
高压排尿	低尿流量	尿道抵抗大
低压排尿	高?尿流量	尿道抵抗小
低压排尿	低尿流量	尿道抵抗大



# ノモグラム

## ノモグラム 歴史的に前立腺肥大症治療のために開発



- ICSやAbrams-Griffithsのノモグラムでは閉塞のみの判定
- Schaferのノモグラムでは膀胱収縮力の判定も可能
- Schafer grade 0 / I : Unobstructive  
II : Equivocal  
III ~ VI : Obstructive

# 排尿相の応用パラメーター

- BOO Index :  $P_{det} Q_{max} - 2Q_{max}$

閉塞の評価 閉塞あり:BOO Index>40

- BCI :  $P_{det} Q_{max} + 5Q_{max}$

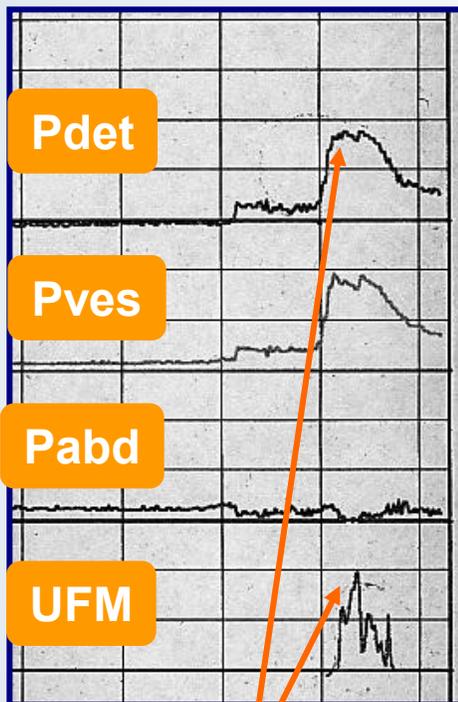
男性の膀胱収縮能の評価 weak BCI<100

- PIP1:  $P_{det} Q_{max} + Q_{max}$

女性の膀胱収縮能の評価 weak PIP1<30

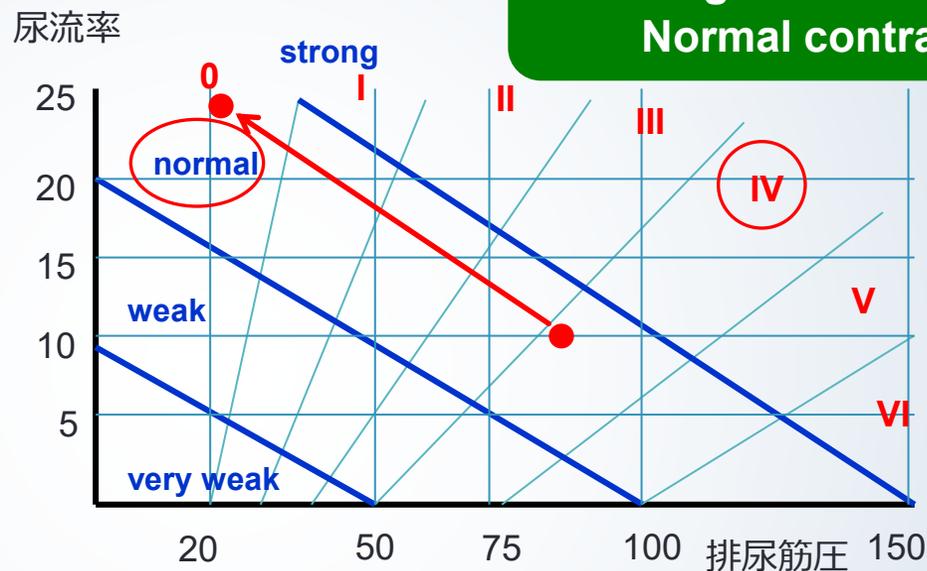
# ノモグラム

69歳 男性 LUTS/BPO



Qmax : 10 ml/sec  
PdetQmax : 83 cmH<sub>2</sub>O

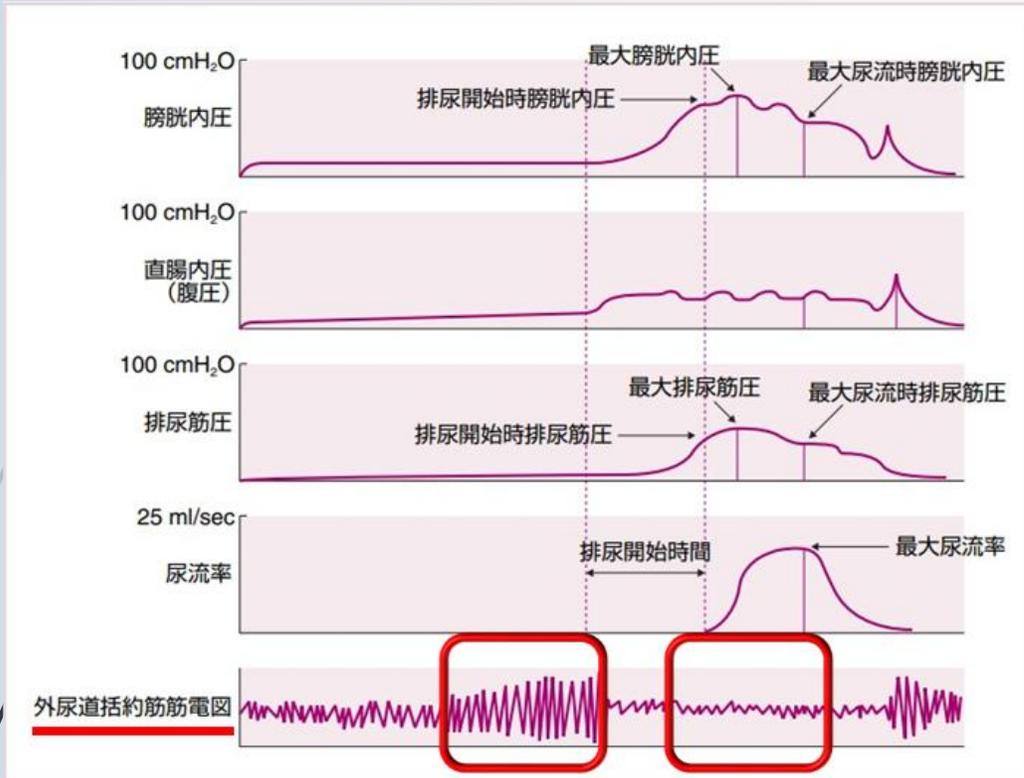
**BOOI=63 BCI=133**  
**Schafer grade IV Obstructive**  
**Normal contractility**



この患者さんにTURPを施行すると... ?

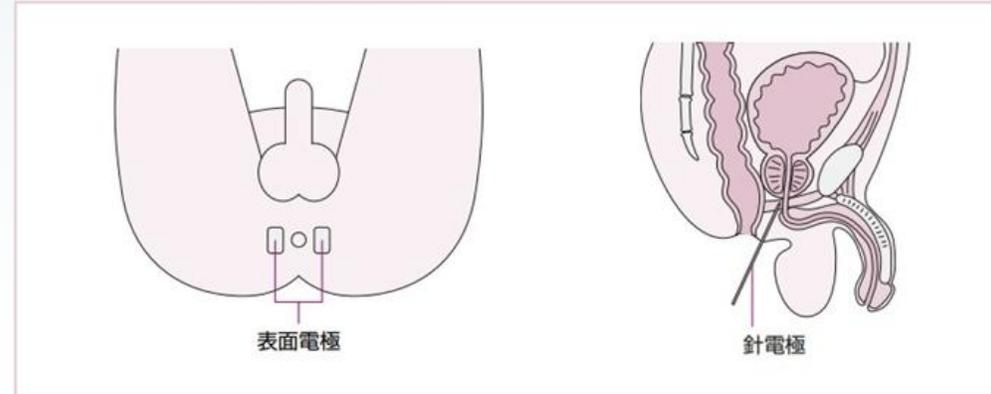
**BOOI** :  $P_{det}Q_{max} - 2 \times Q_{max}$   
 <20 Unobstructive, 20-40 Equivocal, **40< Obstructive**  
**BCI** :  $P_{det}Q_{max} + 5 \times Q_{max}$   
 <100 Weak, **100-150 Normal** 150< Strong

# 外尿道括約筋筋電図 (spincter electromyography)



正常で、膀胱排尿筋の活動と強調して  
 蓄尿時に収縮  
 排尿時に弛緩

表面電極では正確性にかげ、ルーチンで行う必要はなし  
 神経疾患に基づく、排尿筋括約筋強調不全 (DSD) を疑う場合に行う



赤・黒の電極を肛門周囲に貼付

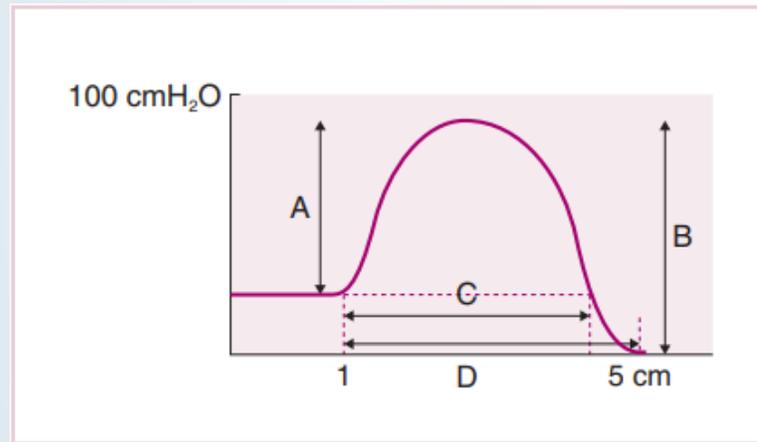
針電極  
 肛門周囲から外尿道括約筋に  
 直接刺入



表面電極 緑がアース

# 尿道内圧測定 (urethral pressure profile; UPP)

カテーテルを一定スピードで引き抜き、尿道内圧の変化を測定  
内尿道括約筋，外尿道括約筋を含む尿道抵抗を評価する



パラメーター

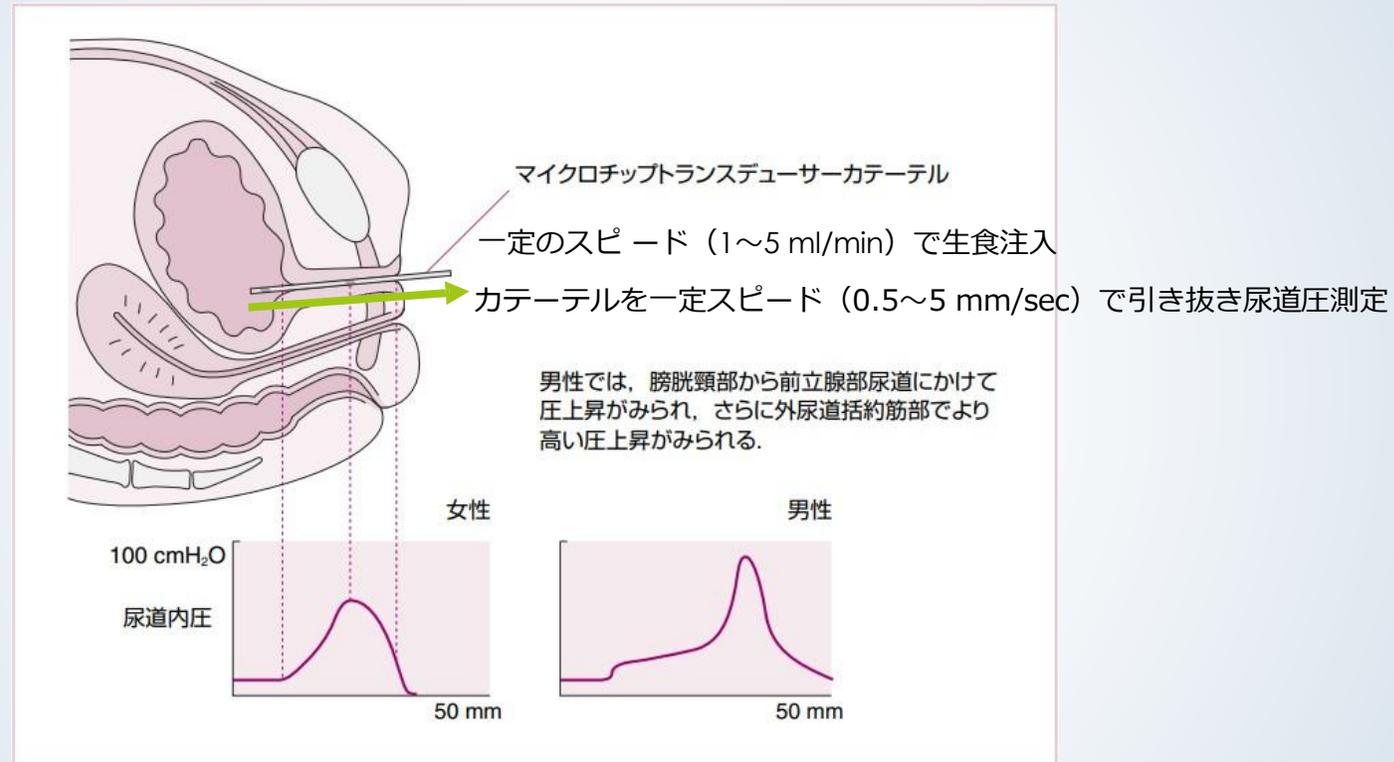
A : 最大尿道閉鎖圧 (maximum urethral closure pressure)

B : 最大尿道内圧 (maximum urethral pressure)

C : 機能的尿道長 (functional profile length)

D : 総尿道長 (total profile length)

# 尿道内圧測定 (urethral pressure profile; UPP)



MUCP正常値 (年齢とともに低下する)  
成人女性50~70 cmH<sub>2</sub>O 程度  
男性 60~90 cmH<sub>2</sub>O 程度

MUCP < 20cmH<sub>2</sub>O  
ISD (内因性括約筋不全) の可能性あり

# 本講義の内容

- 尿流動態機能検査(ウロダイナミクス)とは？  
(概要・種類・手技)
- 内圧尿流検査の結果の読み方
- 症例紹介

# 波形を読む

膀胱内圧  
(Pves)

直腸内圧  
(Pabd)

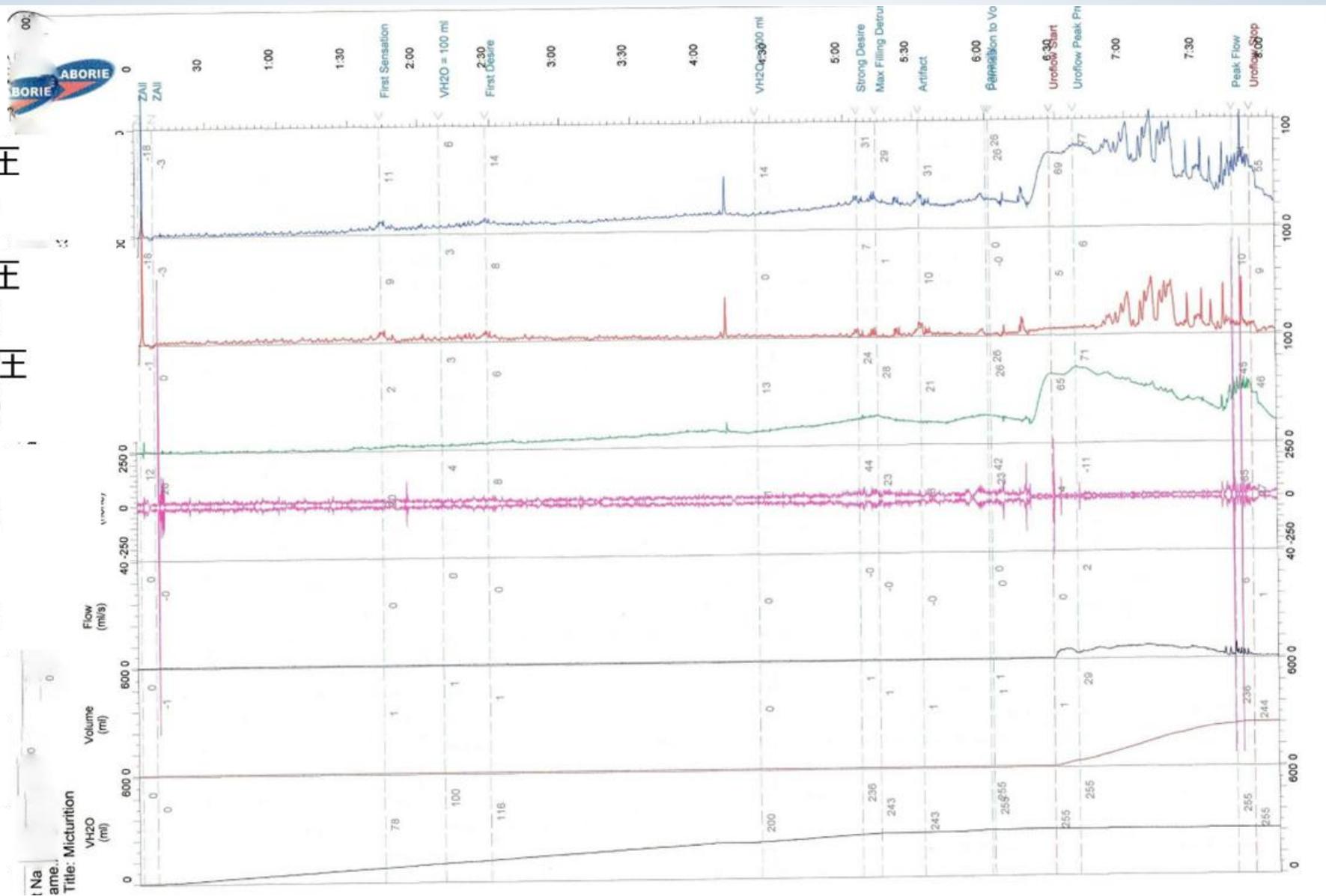
排尿筋圧  
(Pdet)

筋電図  
(EMG)

尿流  
(Flow)

排尿量

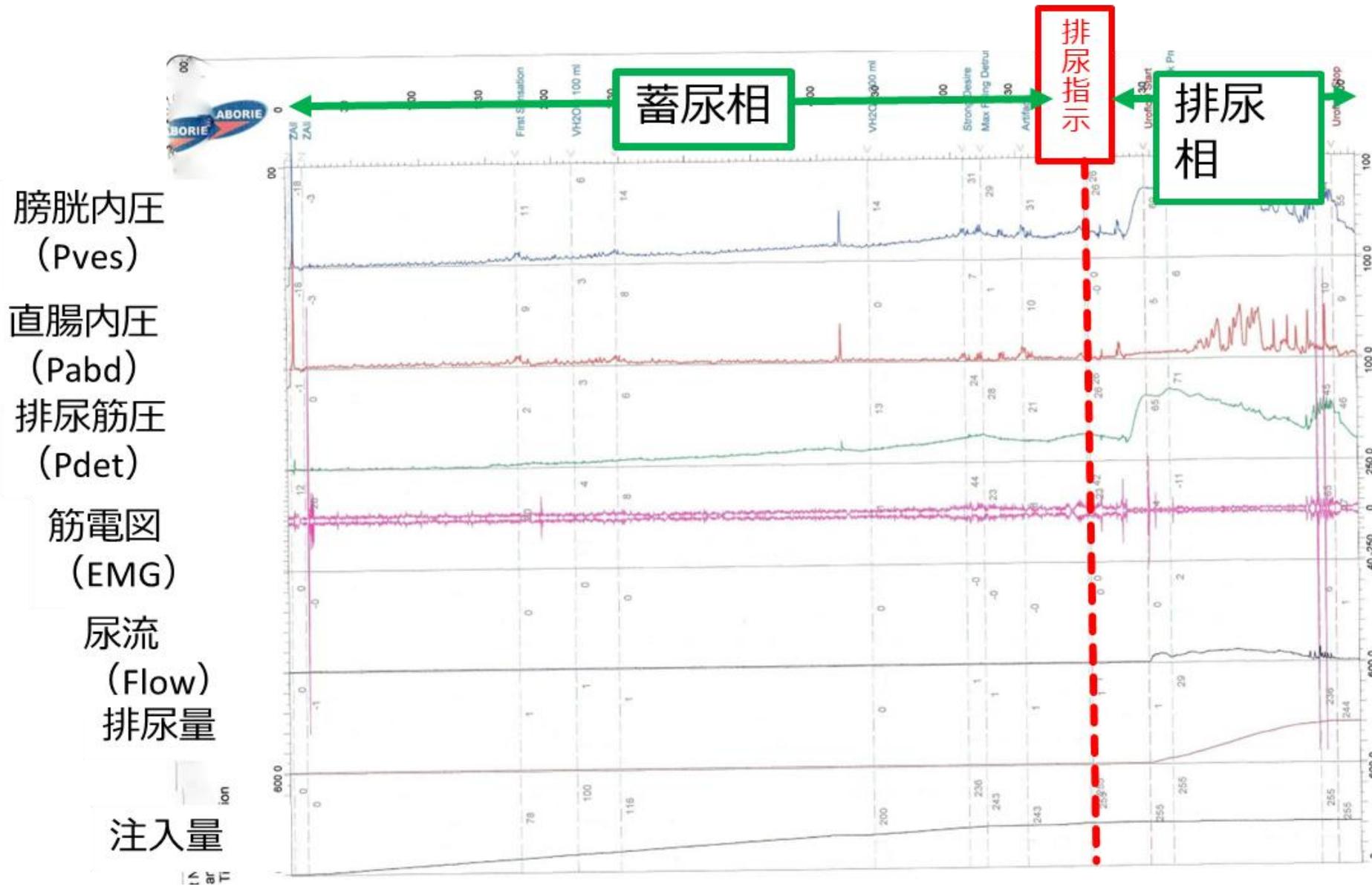
注入量



## まずは蓄尿相と排尿相を分けて考える！

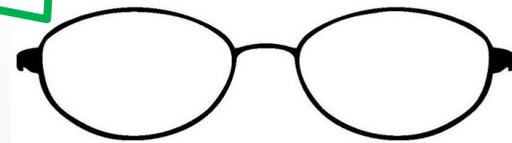
- ▶ 排尿指示がどこか確認
- ▶ あるいは、注入を終えたところを確認  
→そこが蓄尿相と排尿相の境界です

# まずは蓄尿相と排尿相を分けて考える！

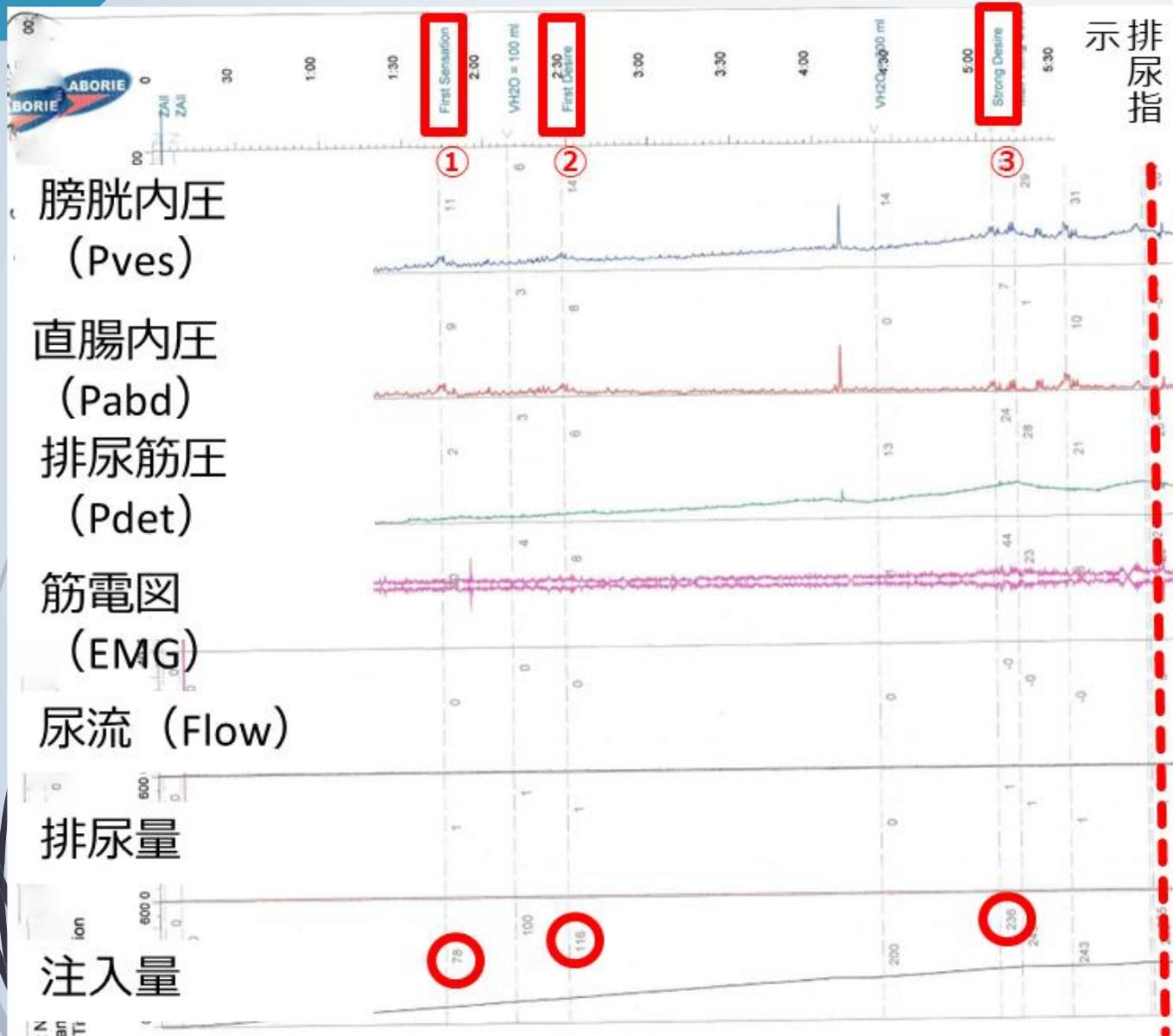




蓄尿相を読む！



# 蓄尿相を読む



尿意をチェック!

- ① First Sensation  
初発尿意
- ② First (Normal) Desire  
通常尿意
- ③ Strong Desire  
最大尿意
- ④ Capacity  
膀胱容量

# 蓄尿相を読む

## 知覚と容量の評価

①First Sensation

初発尿意

②First(Normal) Desire

通常尿意

③Strong Desire

最大尿意

④ (Capacity)

膀胱容量

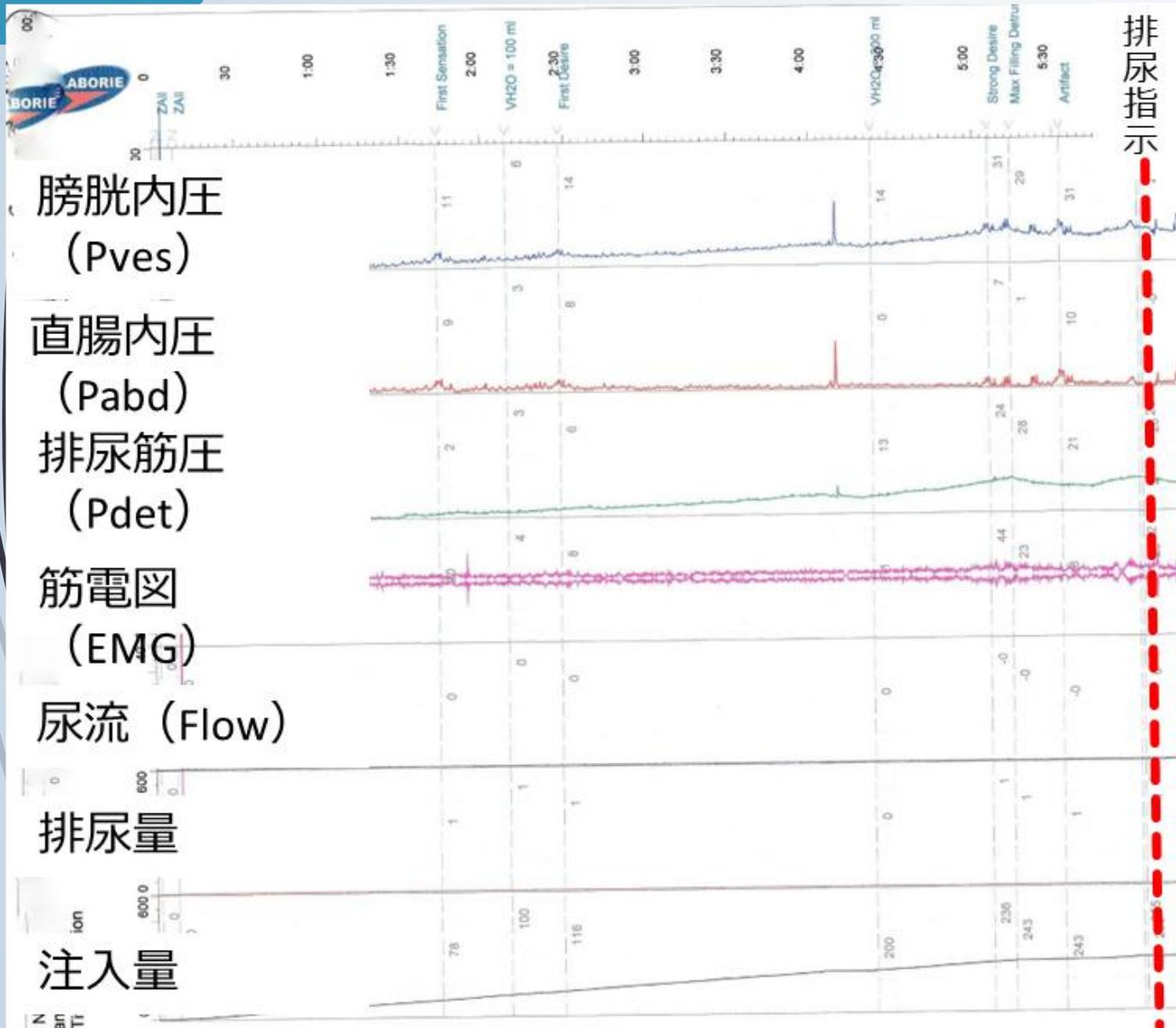


• 尿意は早い？遅い？

• 膀胱容量は小さい？大きい？

• 切迫感はあるのか？

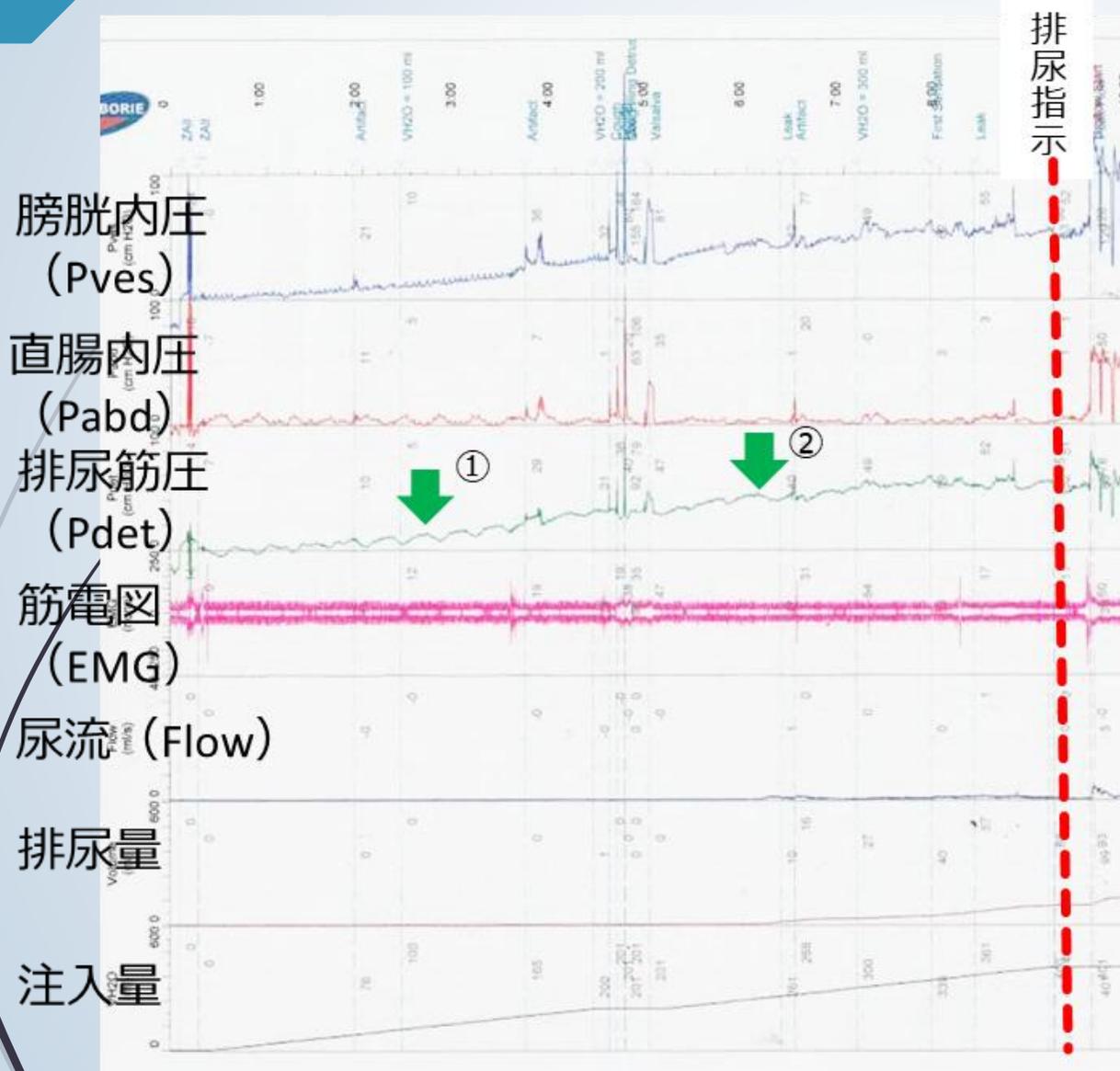
# 蓄尿相を読む



不随意収縮を  
チェック!

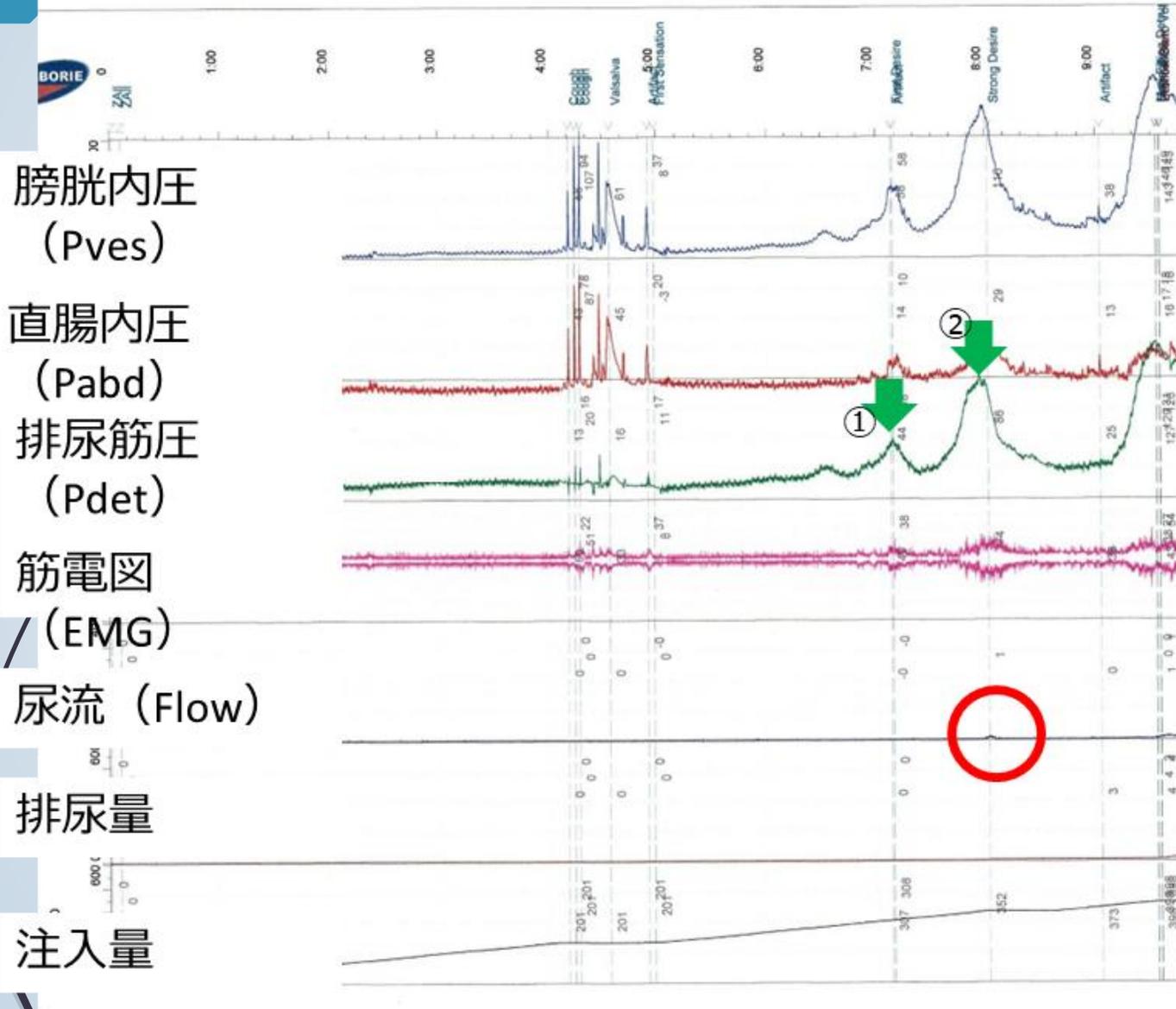
- ▶ 排尿筋過活動 (DO) の有無
- ▶ DOによる漏れはあるか
- ▶ アーチファクトとの鑑別

# 蓄尿相を読む



- ①DO?  
→赤の直腸内圧も同じ形をしているので、これは**腹圧**
- ②DO?  
→青の膀胱内圧と同じ形をしており、赤の直腸内圧は同期していないので、これは**DO**

# 蓄尿相を読む



- ①のDOでは漏れていない  
排尿筋圧は44cmH<sub>2</sub>O

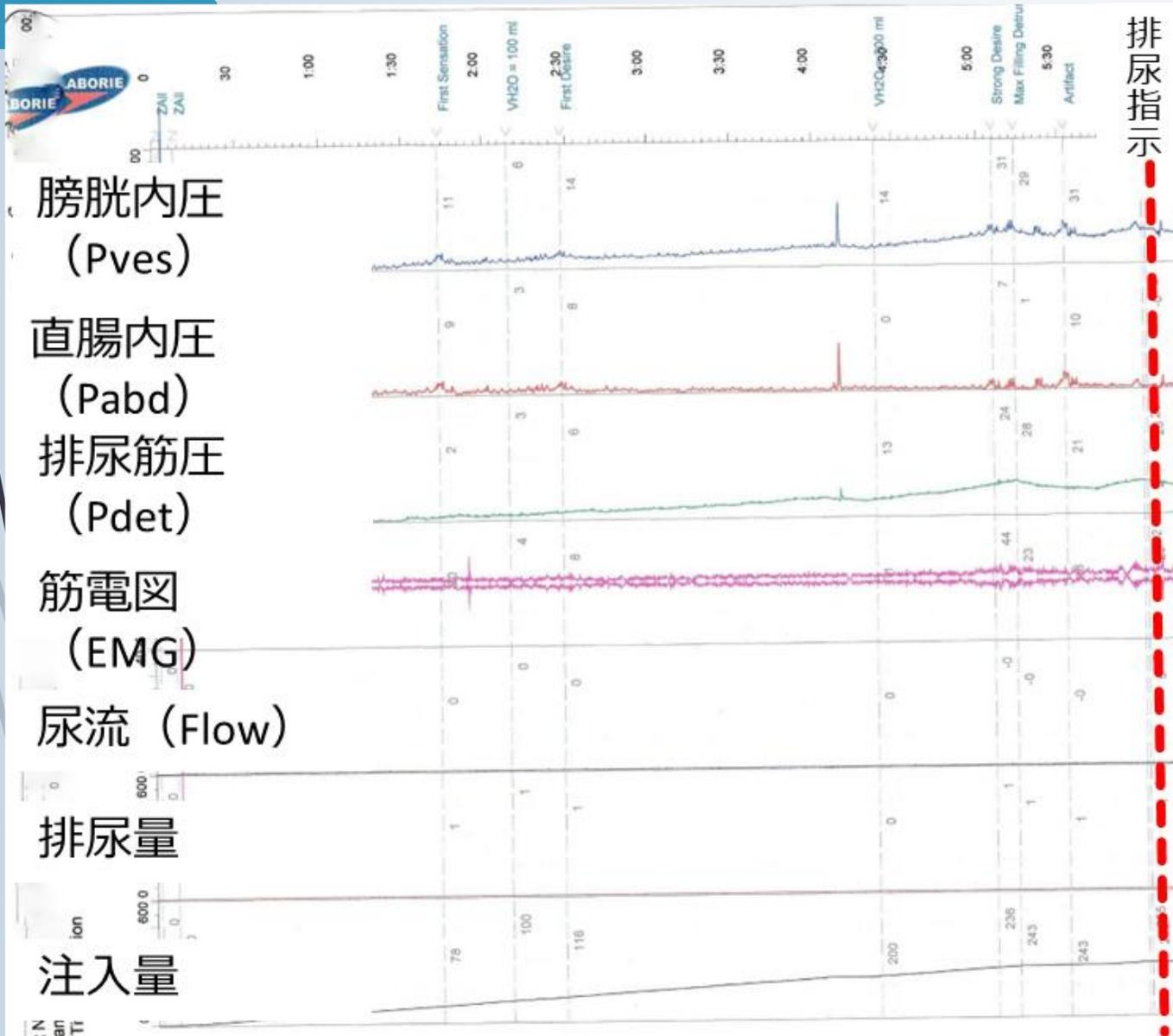
- ②のDOでは漏れている  
排尿筋圧は86cmH<sub>2</sub>O

# 蓄尿相を読む

## 排尿筋過活動は蓄尿に影響を及ぼす因子

- ▶ DOの有無
  - 注入量はどのくらいか？
- ▶ DOによる漏れはあるか 
  - DOに伴って漏れた？漏れなかった？
  - 漏れたときの排尿筋圧はいくつ？
- ▶ アーチファクトとの鑑別
  - 腹圧？DO？アーチファクト？

# 蓄尿相を読む



コンプライアンスを  
チェック！

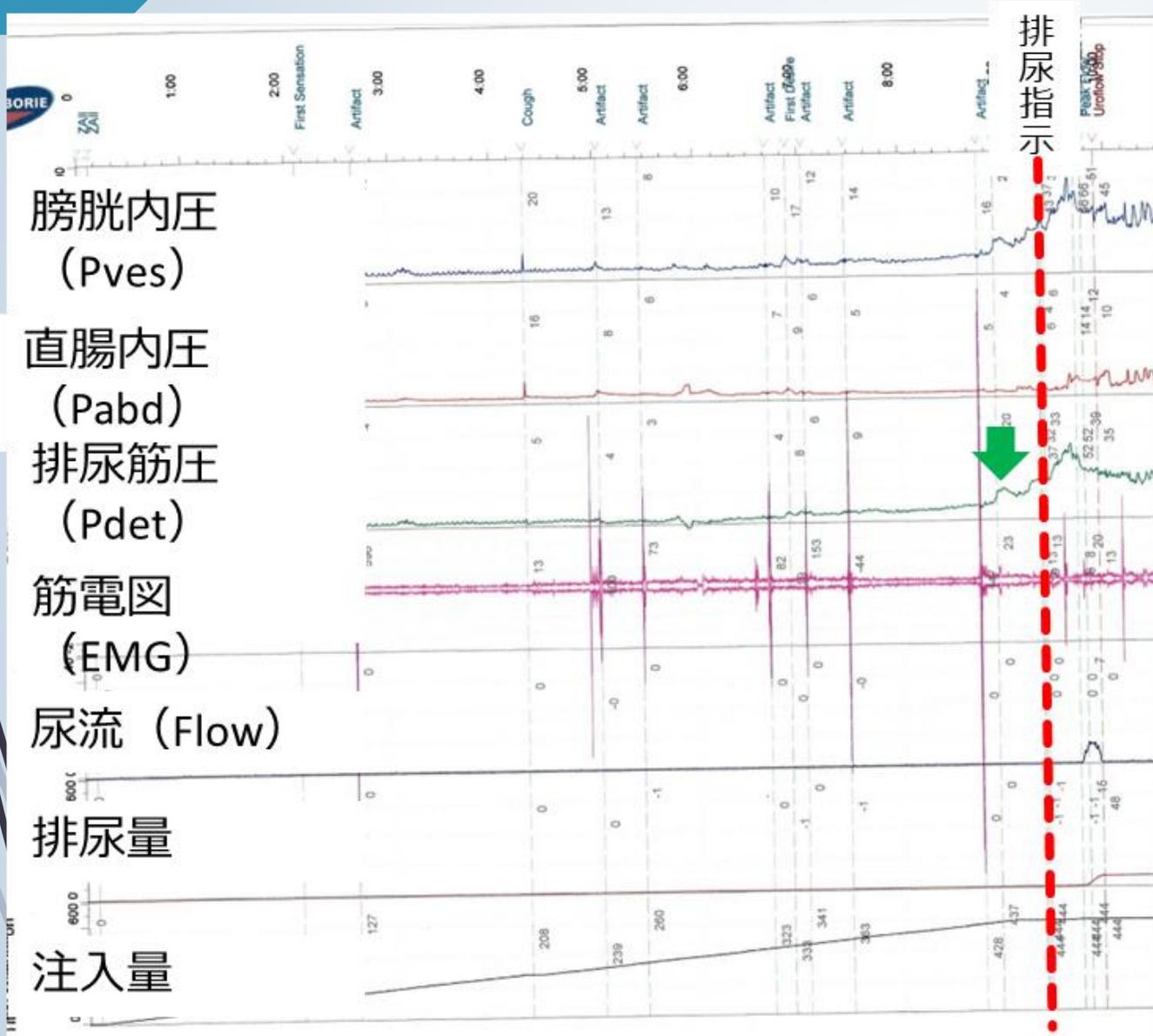
- ▶ 注入量は何ml？
- ▶ 排尿筋圧はどのくらい上昇した？
- ▶ DOのないところ。漏れの直前で計算！

# 膀胱コンプライアンス

## Bladder compliance

- 膀胱内容量の変化と排尿筋圧の変化との関係を示す.
- 膀胱内容量の変化 ( $\Delta V$ ) をそれが変化した間の排尿筋圧の変化 ( $\Delta \text{det}$ ) で除して算出する.
- Compliance =  $\Delta V / \Delta \text{det}$  (ml/cmH<sub>2</sub>O)

# 膀胱コンプライアンス



- 最終注入量は444ml
- DOがある (緑の矢印)  
→DOの直前で計算  
注入量428ml  
排尿筋圧の変化量は  
11 c mH<sub>2</sub>O  
 $428\text{ml} \div 11 \text{ c mH}_2\text{O} = 38.9$   
  
コンプライアンスは  
38.9ml/ c mH<sub>2</sub>O

# 膀胱コンプライアンス

## 膀胱コンプライアンスのチェック

- 注入量は何ml？
- 排尿筋圧はどのくらい上昇した？
- DOのないところ。  
漏れの直前で計算！
- コンプライアンスは良い？悪い？
- 蓄尿機能は良い？悪い？



排尿相を読む！



# 排尿相を読む

膀胱内圧  
(Pves)

直腸内圧  
(Pabd)

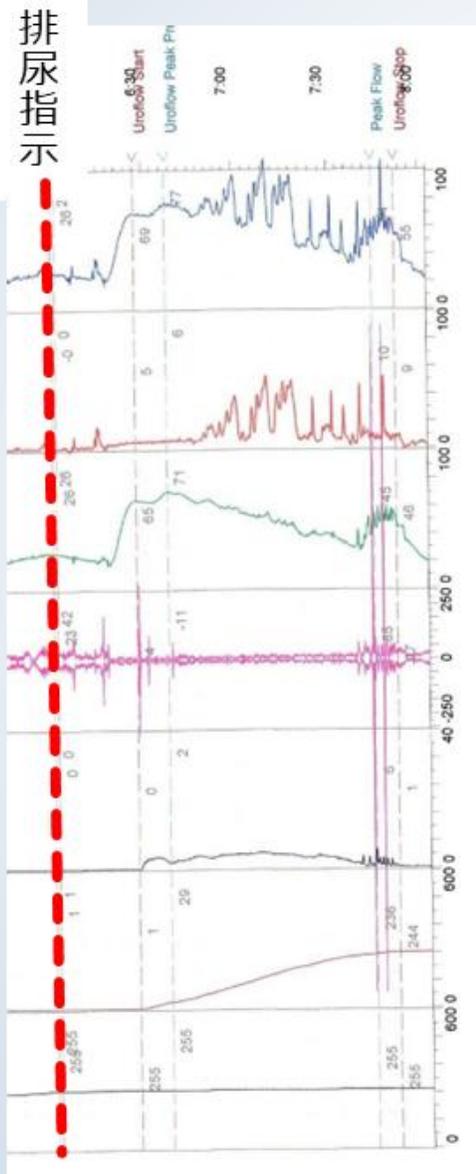
排尿筋圧  
(Pdet)

筋電図  
(EMG)

尿流 (Flow)

排尿量

注入量



排尿量・残尿量を  
チェック!

- ▶ 注入量に対して、排尿量は?
- ▶ 残尿量は?

# 排尿相を読む

## 残尿量から言えること

- 注入量に対して、排尿量は？
  - 残尿量は？
- 
- 残尿量は多い？少ない？
  - 検査時には残尿感がないかも聞いてみよう！

# 排尿相を読む

## 排尿の勢いをチェック！

膀胱内圧  
(Pves)

直腸内圧  
(Pabd)

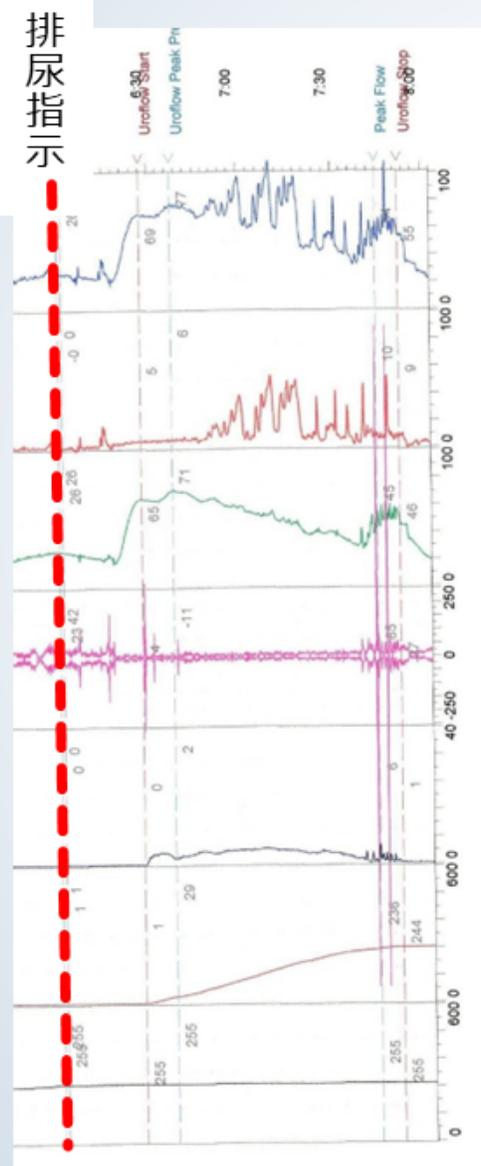
排尿筋圧  
(Pdet)

筋電図  
(EMG)

尿流 (Flow)

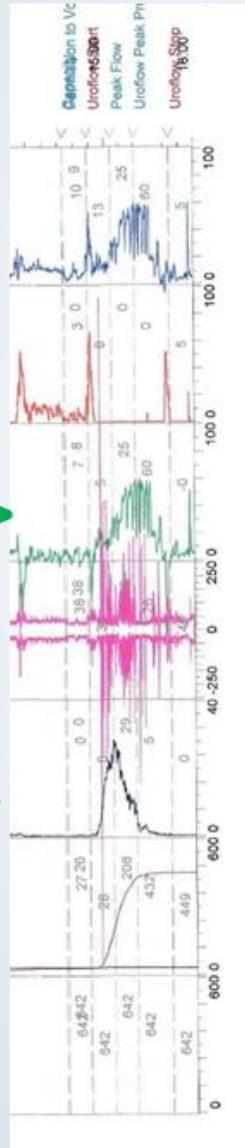
排尿量

注入量



- ▶ 最大尿流率 (Qmax) はいくつ？
- ▶ 平均尿流率 (Qave) はいくつ？
- ▶ 排尿の勢いが一番いいところの排尿筋圧はいくつ？ (PdetQmax)
- ▶ 腹圧はかかっているか？

# 排尿相を読む



PdetQmax  
60 c mH<sub>2</sub>O

Qmax  
29 c mH<sub>2</sub>O

膀胱内圧  
(Pves)

直腸内圧  
(Pabd)

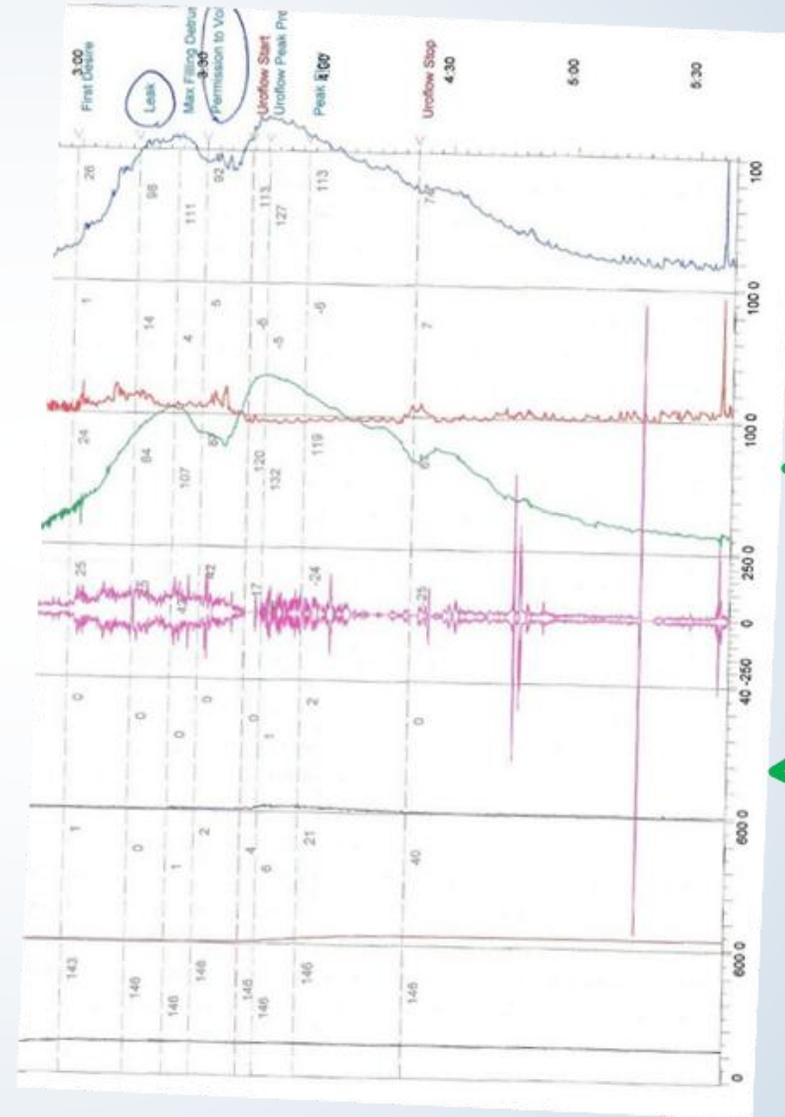
排尿筋圧  
(Pdet)

筋電図  
(EMG)

尿流 (Flow)

排尿量

注入量



PdetQmax  
132 c mH<sub>2</sub>O

Qmax  
2 c mH<sub>2</sub>O

# 排尿相を読む

膀胱内圧  
(Pves)

直腸内圧  
(Pabd)

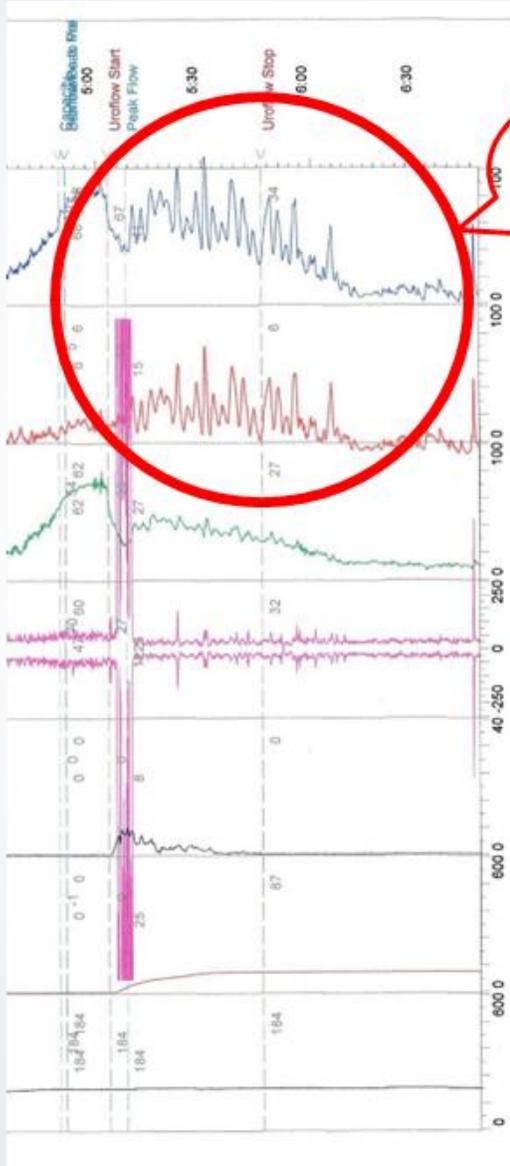
排尿筋圧  
(Pdet)

筋電図  
(EMG)

尿流 (Flow)

排尿量

注入量



腹圧が  
かかっている！

# 排尿相を読む

## 排尿効率の評価

- ▶ 最大尿流率 (Qmax) はいくつ?
- ▶ 平均尿流率 (Qave) はいくつ?
- ▶ 最大尿流率の排尿筋圧 (PdetQmax) はいくつ?



- 尿勢は良い? 悪い?
- 排尿時の排尿筋圧は高い? 低い?
- 排尿筋は最後まで持続しているか
- 腹圧排尿になっていないか?

# 排尿相を読む

尿流波形 (flow) をチェック!

膀胱内圧  
(Pves)

直腸内圧  
(Pabd)

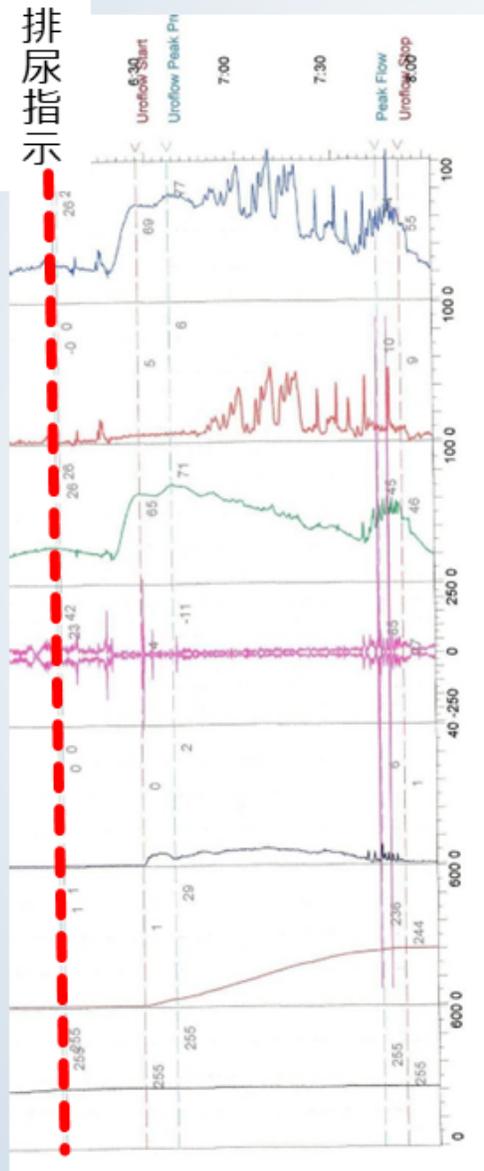
排尿筋圧  
(Pdet)

筋電図  
(EMG)

尿流 (Flow)

排尿量

注入量



▶ どんな形をしている?

▶ 山なり?

▶ 平坦?

▶ 途切れ途切れ?



# 排尿相を読む

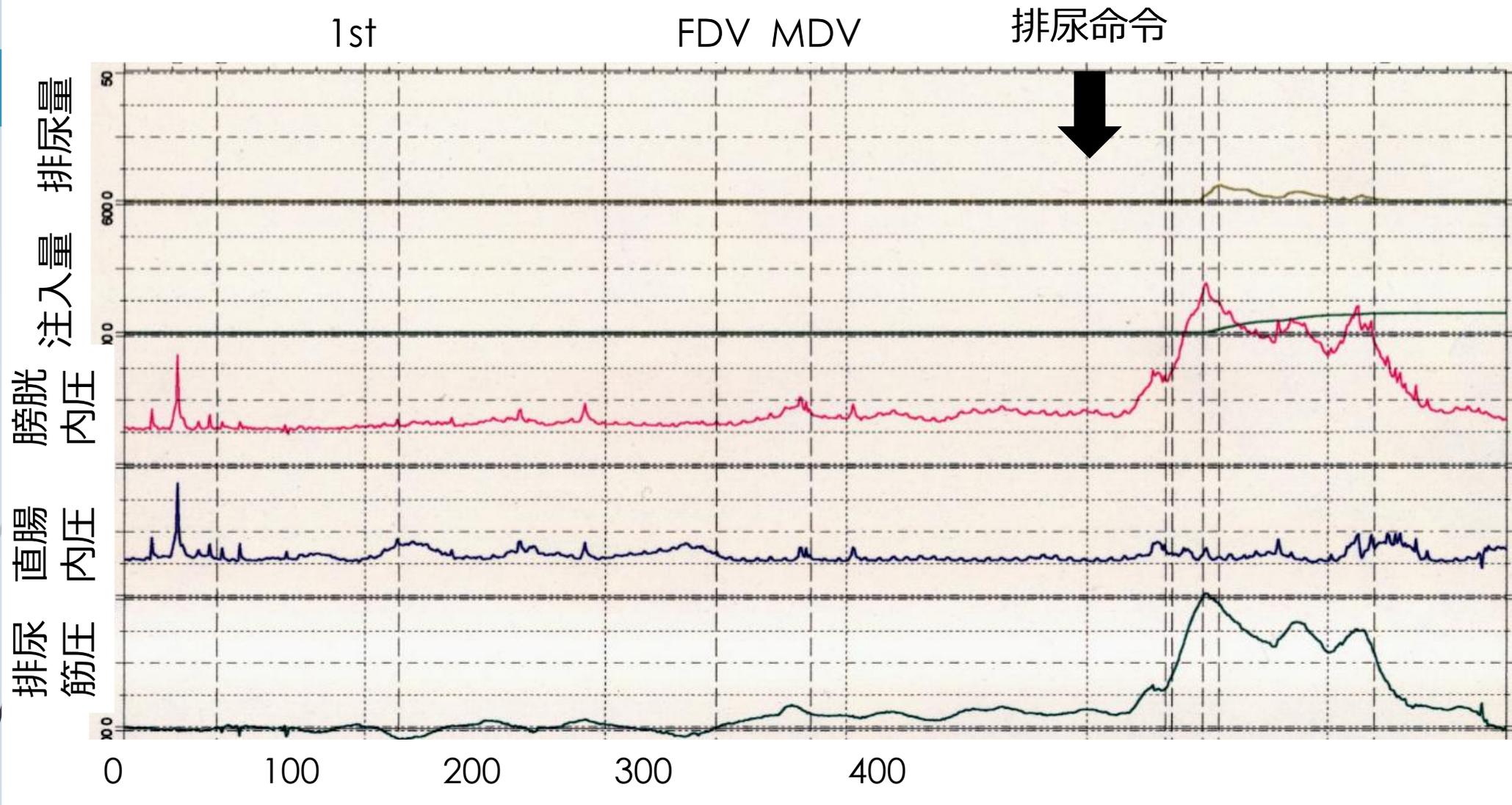
## 尿流波形 (flow) から考えること

- ▶ どんな形をしている？
  - 排尿はスムーズか？
- ▶ 山なり？
  - 排尿筋圧の立ち上がり  
と排尿の開始にズレがないか？
- ▶ 平坦？
  - スムーズに排尿できない原因を  
考えよう！
- ▶ 途切れ途切れ？



# 本講義の内容

- 尿流動態機能検査(ウロダイナミクス)とは？  
(概要・種類・手技)
- 内圧尿流検査の結果の読み方
- 症例紹介



69才男性

排尿困難、尿意切迫、頻尿

# 前立腺肥大症患者

69才男性

排尿困難  
尿意切迫  
頻尿

前立腺用量:50ml



\* 排尿筋過活動(+)

パラメーター (xのポイント)

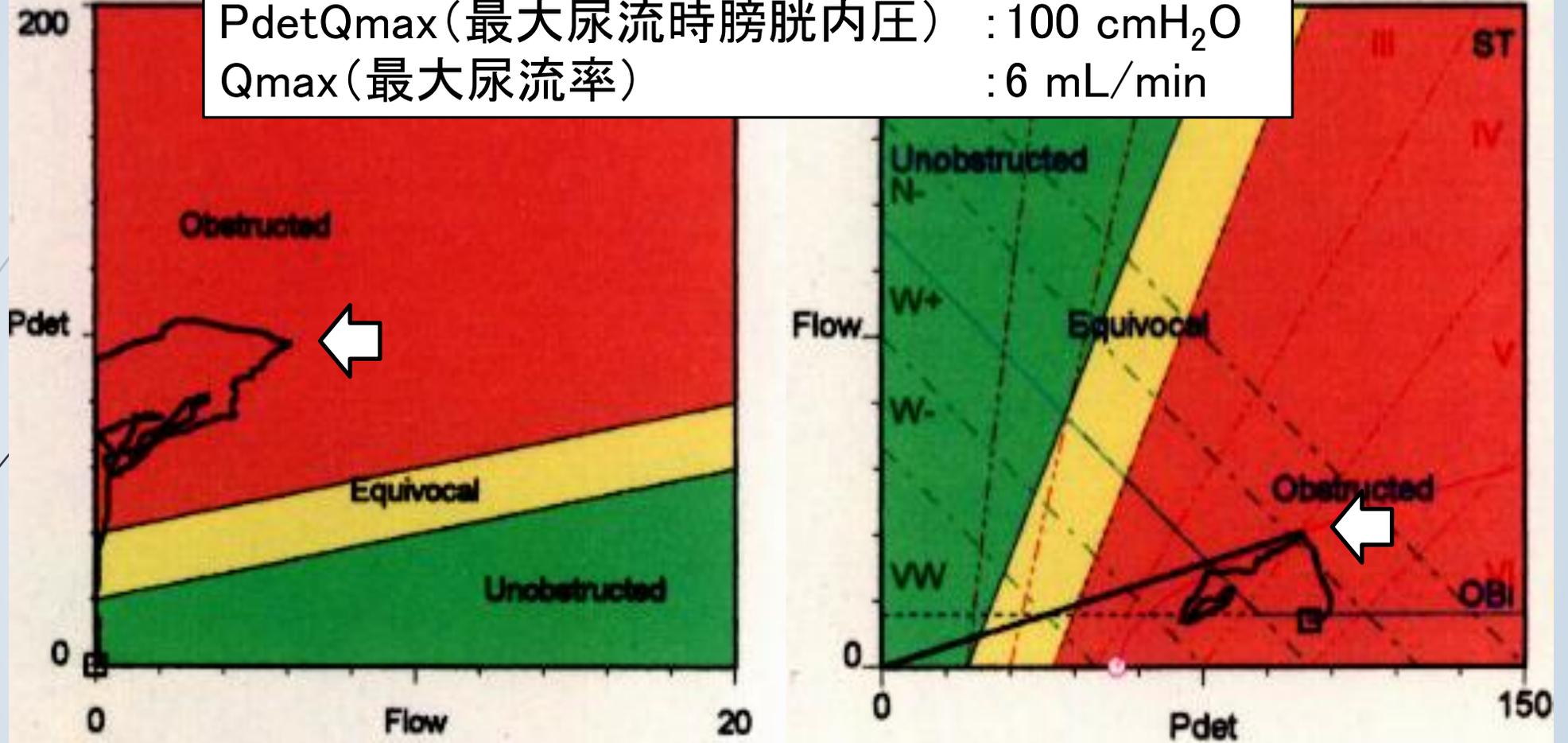
PdetQmax(最大尿流時膀胱内圧) : 100 cmH<sub>2</sub>O

Qmax(最大尿流率) : 6 mL/min

パラメーター (×のポイント)

PdetQmax (最大尿流時膀胱内圧) : 100 cmH<sub>2</sub>O

Qmax (最大尿流率) : 6 mL/min



本症例は閉塞 V 度、排尿筋収縮力 ST  
→閉塞が解除されれば尿流率の改善が期待できる

# 前立腺肥大症

## 【閉塞・排尿筋収縮力の評価】

(膀胱出口部閉塞指数: Bladder outlet obstruction index )

$$BOOI(\text{cmH}_2\text{O}) = P_{\text{det}}Q_{\text{max}}(\text{最大尿流時膀胱内圧}) - 2 \times Q_{\text{max}}(\text{最大尿流率})$$

非閉塞	20 cmH <sub>2</sub> O未満
境界域	20~40 cmH <sub>2</sub> O
閉塞	40 cmH <sub>2</sub> O以上

(排尿筋収縮力: Bladder Contractility Index)

$$BCI(\text{cmH}_2\text{O}) = P_{\text{det}}Q_{\text{max}}(\text{最大尿流時膀胱内圧}) + 5 \times Q_{\text{max}}(\text{最大尿流率})$$

収縮力低下	100 cmH <sub>2</sub> O未満
収縮力正常	100~150 cmH <sub>2</sub> O

本症例は・・・

$$BOOI_{00} = 100 - 2 \times 6 = 0088 \quad \text{閉塞}$$

$$BCI_{00} = 100 + 5 \times 6 = 0130 \quad \text{正常}$$



ホーム



当学会について



専門医制度



学会開催案内



学会誌



保険情報Q&A



お知らせ



よくあるご質問



其他のご案内



利益相反 (COI)

[ホーム](#) > [其他のご案内](#) > [排尿機能検査士制度](#) > 排尿機能検査士 実地見学

## 排尿機能検査士 実地見学

### 排尿機能検査士認定者を対象とした排尿機能検査の実地見学のご案内

2011年8月より排尿機能検査士を対象とした全国58施設での排尿機能検査の実地見学を開始することとなりました。検査士の皆様には奮ってご参加頂き、今後の排尿機能検査士としての活動にお役立て下さい。

### 排尿機能検査の実地見学の手順

対象者	排尿機能検査士資格認定者
施設	ご希望の施設を <a href="#">推薦見学施設一覧表</a> よりご確認ください。
申込方法	<p>I. 日本泌尿器科学会ホームページより「実地見学申し込み用紙【Word版 ・PDF版 】を印刷します。</p> <p>II. 印刷した申込用紙に必要事項をご記入頂き、郵送又はFAX（03-3814-4117）にて日本泌尿器科学会事務局にお送り下さい。</p> <p>III. 日本泌尿器科学会事務局からご希望の施設に連絡致します。</p> <p>IV. 希望施設からの了承が取れ次第、事務局より検査士ご本人様に連絡を致します。</p> <p>V. 検査士ご本人様より希望施設の担当者と日程等調整して下さい。</p> <p>VI. 「<a href="#">見学証明書</a>」用紙をホームページより印刷し、当日持参の上、希望施設担当者に記入して頂いて下さい。</p> <p>VII. 実地見学が終了致しましたら「見学証明書」の写しを日本泌尿器科学会事務局まで郵送又はFAXして下さい。（原本はお手元に大切に保管しておいて下さい。）</p> <p>※施設等の事情により、お申し込みいただいても見学できない場合もございます。また見学内容は指定できませんので予めご了承下さい。</p>
お問い合わせ先	<p>日本泌尿器科学会事務局</p> <p>〒113-0034 東京都文京区湯島2-17-15 齊藤ビル5F</p> <p>TEL : 03-3814-7921 FAX : 03-3814-4117</p> <p>E-mail : <a href="mailto:office@urol.or.jp">office@urol.or.jp</a></p>