

ウロダイナミクスの 実践と解釈のポイント

北海道泌尿器科記念病院

橘田岳也

第23回排尿機能検査士講習会
初級・上級コース
CO I 開示

講師名: 橘田 岳也

講演に関連し、開示すべきCO I関係にある企業などはありません。

実践研修 排尿機能検査

編集

日本泌尿器科学会
日本排尿機能学会
日本老年泌尿器科学会
排尿機能検査士制度委員会

 Blackwell
Publishing

見 てわかる ウロダイナミクス

—これであなたもエキスパート!!—

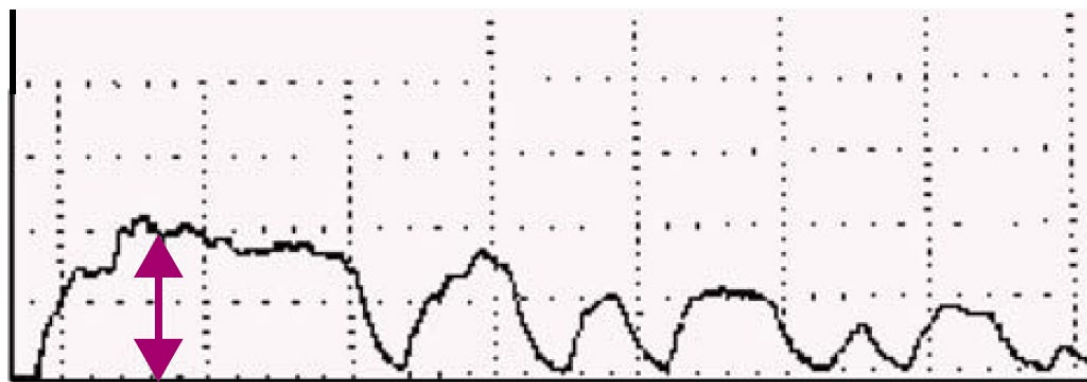
編集 | 関戸哲利 橋田岳也
東郷未緒

Concise Manual of Urodynamic Study

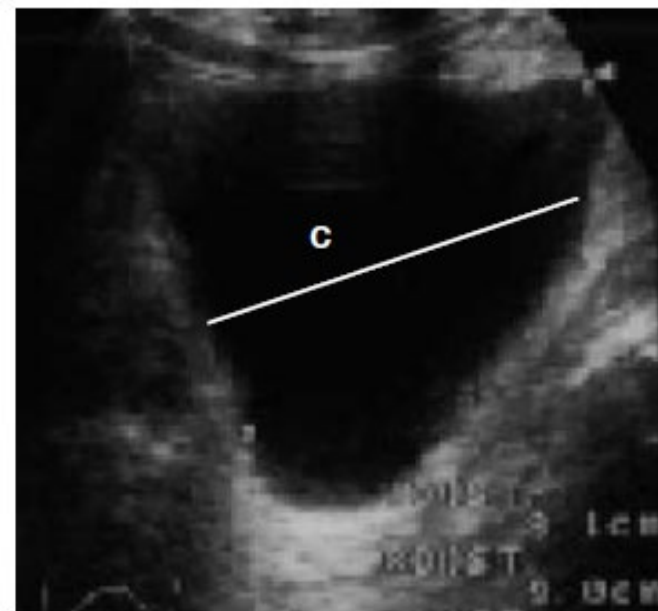
71歳 女性

頻尿で困ります。時々間に合わなくて漏れることもあります。
尿はよく出ますよ。テレビCM見てて過活動膀胱かと思って・・・
検尿：WBC 30-49/hpf, RBC 10-19/hpf

→ そうですね 過活動膀胱のお薬を・・・



最大尿流率：10.1 ml/sec



過活動膀胱（蓄尿障害）



残尿多い（排出障害）

自覚症状では

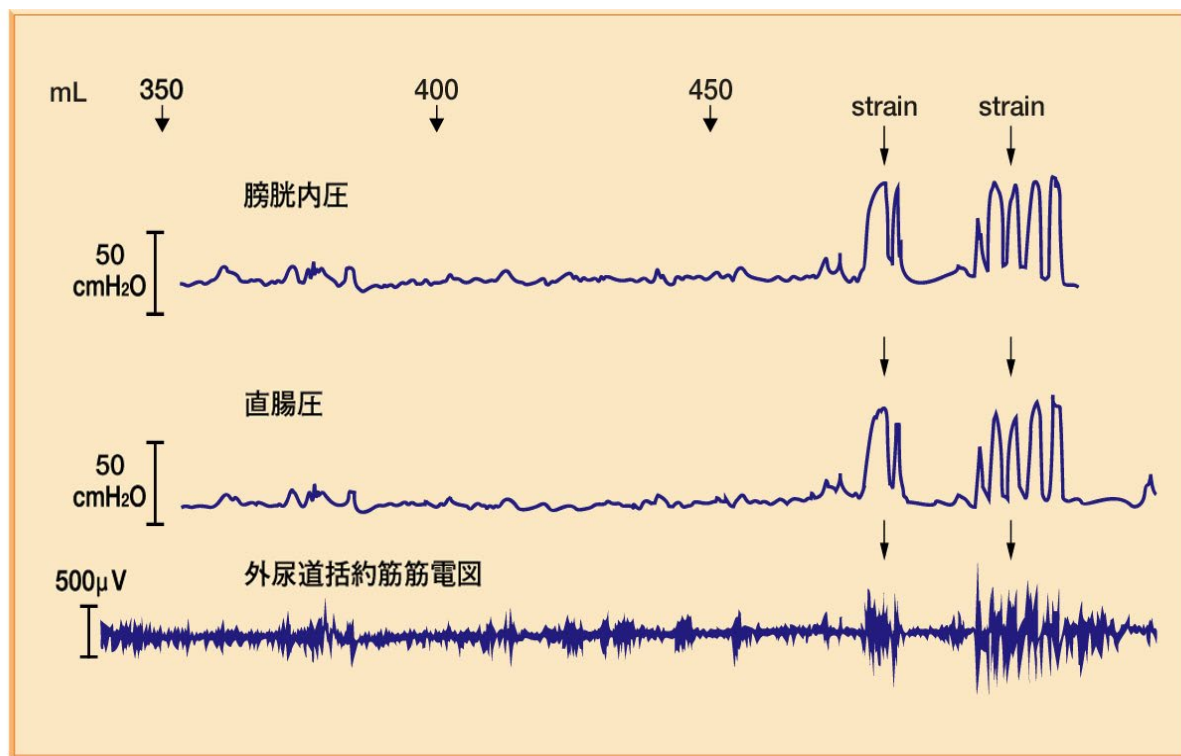
分からないこともある

65歳 男性

主訴は排尿困難

前医で前立腺肥大症として内服治療うけるも改善しない

60歳時に直腸癌手術（人工肛門造設）



腹圧排尿

排尿筋括約筋協調不全
(DSD)



神経因性膀胱

通常治療で

うまくいかないこともある

どんな患者にウロダイナミクスを行うべきか

- 尿失禁
- 膀胱出口部通過障害（前立腺肥大症等）
- 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

01

検査前の準備

検査の目的
患者さんの情報収集

検査の目的

患者さんの主訴はなにか？

なぜ検査を行うのか 検査の目的を確認します

患者さんの情報収集

背景疾患の有無（手術歴や糖尿病など）や排尿日誌や
ウロフロメトリーを確認します

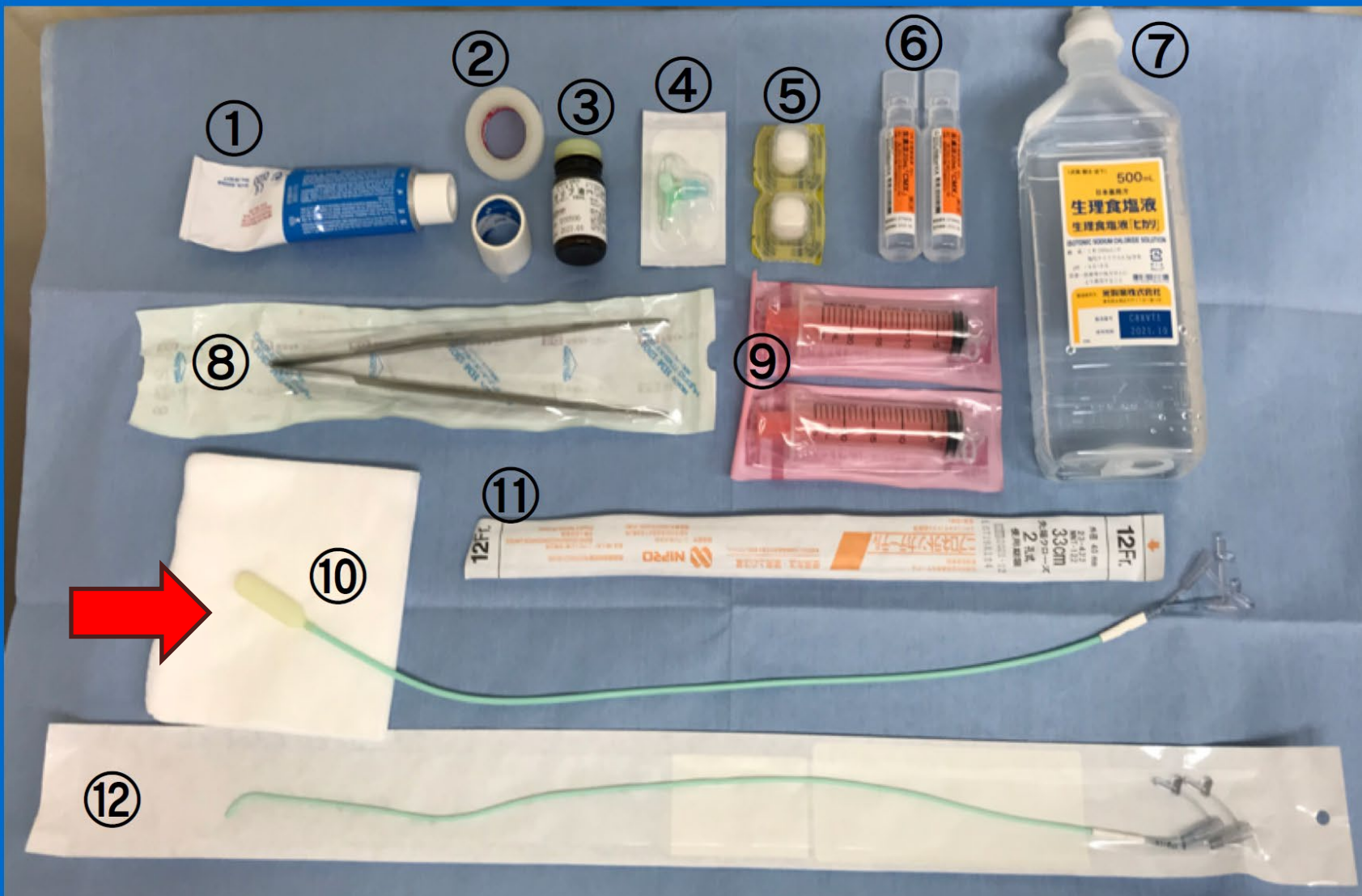
予測される膀胱容量から注入速度を考慮します



02

必要物品

北海道大学病院の例



- ①直腸内圧用カテーテル用潤滑剤
- ②テープ
- ③潤滑剤(当院はオリーブ油)
- ④三方活栓
- ⑤消毒用綿球
- ⑥プライミング用生理食塩水
- ⑦注入用生理食塩水
- ⑧鑷子
- ⑨シリンジ(20ml)
- ⑩9Fr.直腸内圧用カテーテル
- ⑪残尿測定用ネラトンカテーテル
- ⑫膀胱内圧用6Fr.ダブルルーメンカテーテル

03

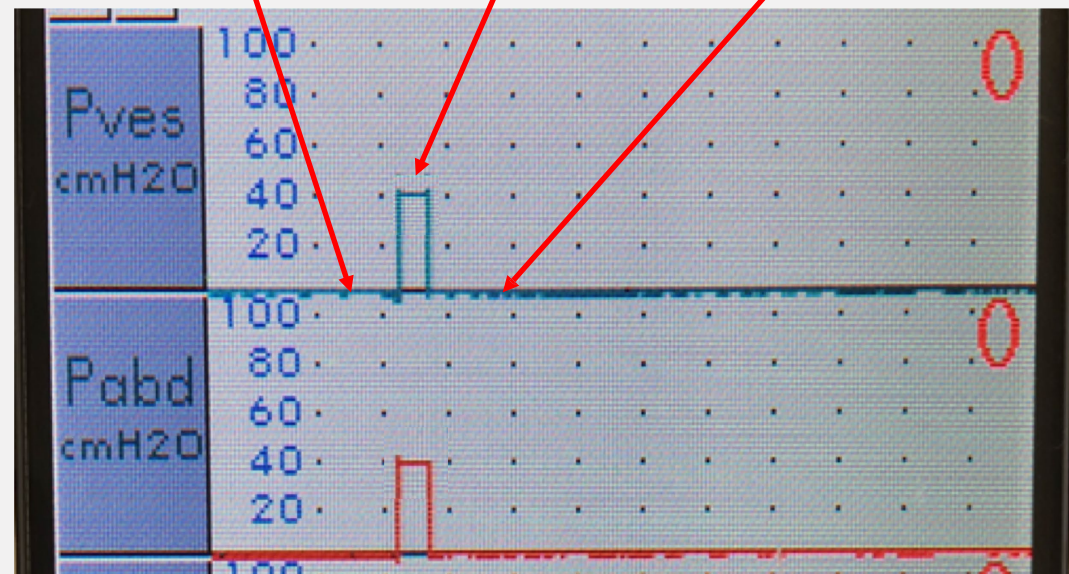
精度管理

圧はきちんと測れるか
ポンプスピードに問題はないか
筋電図は断線していないか
尿流測定器は正確な量を反映しているか

圧はきちんと測れるか

あらかじめ長さを測り、
それぞれの高さで圧が反映されるか
確認します。

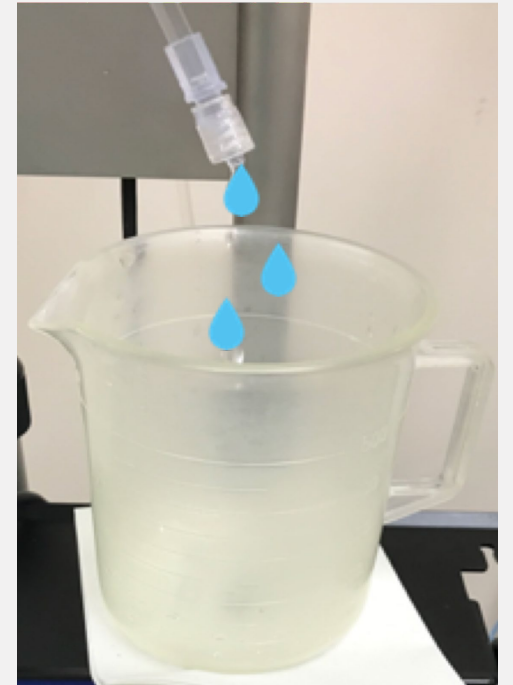
膀胱内圧、腹圧に差はないか
圧が反映されないとき、気泡や、
トランスデューサの不良を疑います。



ポンプスピードに問題はないか

50ml/minの設定で2分ポンプを回し、目盛りのついた容器で計量します。

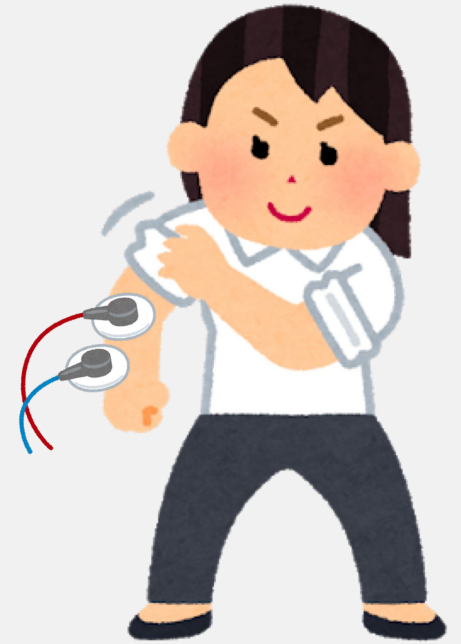
実際の量と差があるとき、ポンプチューブは正しくセットされているか、ポンプチューブの破損はないか確認します。



筋電図は断線していないか

筋電図電極を腕に貼り、
力をいれて波形が反応するか確認します

波形が反応しないあるいは不安定なときは
表面電極の接触不良（汗や体毛）、リードの断線を疑います



尿流測定器は正確な量を反映しているか

計量した水をゆっくり流し入れ、計測された量と比較します。

入れた量と差があるとき、
容器が正しくセットされているか確認します。
再度行っても差が生じる場合は
メーカーに点検を依頼してください。

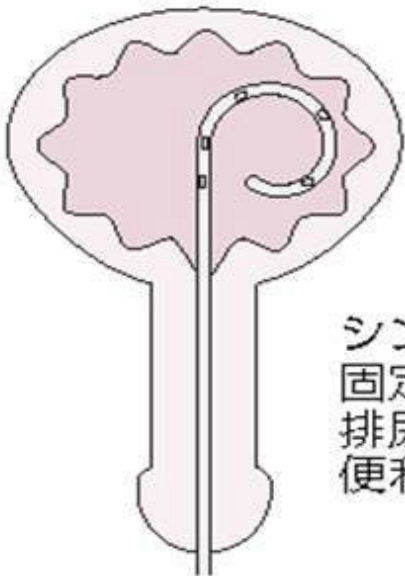


04

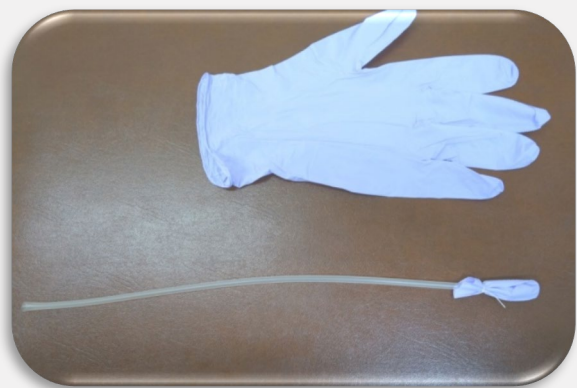
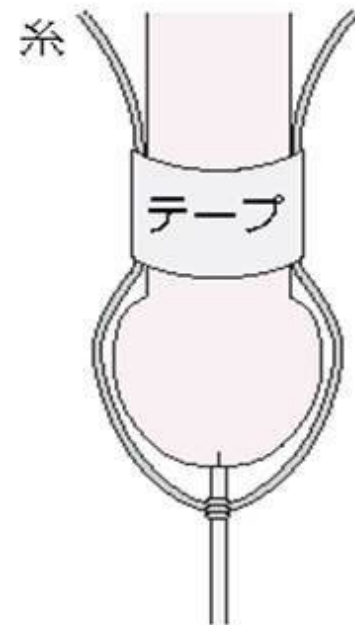
膀胱内圧測定

サブトラクションの確認
DO (Detrusor Overactivity)
コンプライアンス

カテーテル挿入・固定の確認



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。



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

注入前に確認！

サブトラクションの確認 (アーチファクトにつながる)

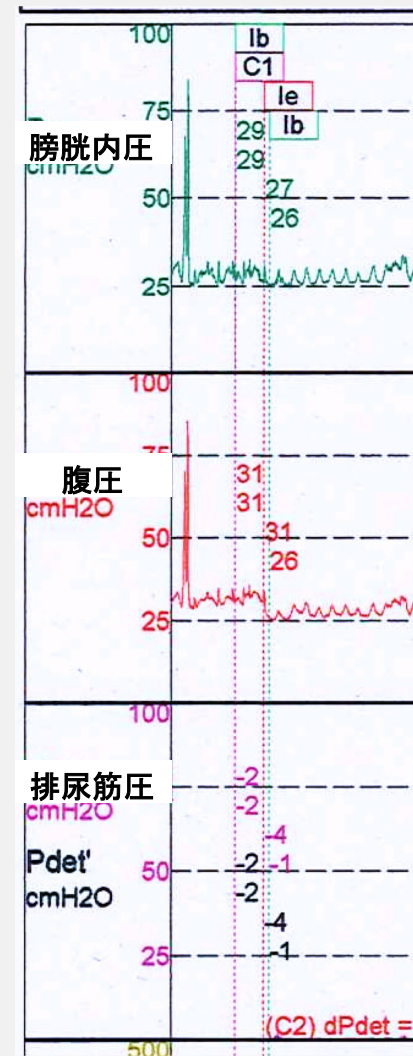
蓄尿開始前や検査中に患者に咳をしてもらい
サブトラクション (膀胱内圧 = 腹圧) を確認します

サブトラクション不良の場合

回路に気泡が混入しているかもしれないので
シリンジを用いて回路内をフラッシュします

カテーテルやエクステンションチューブが患者の身体に圧迫されて
いるかもしれません

チューブ類 の位置に注意してください

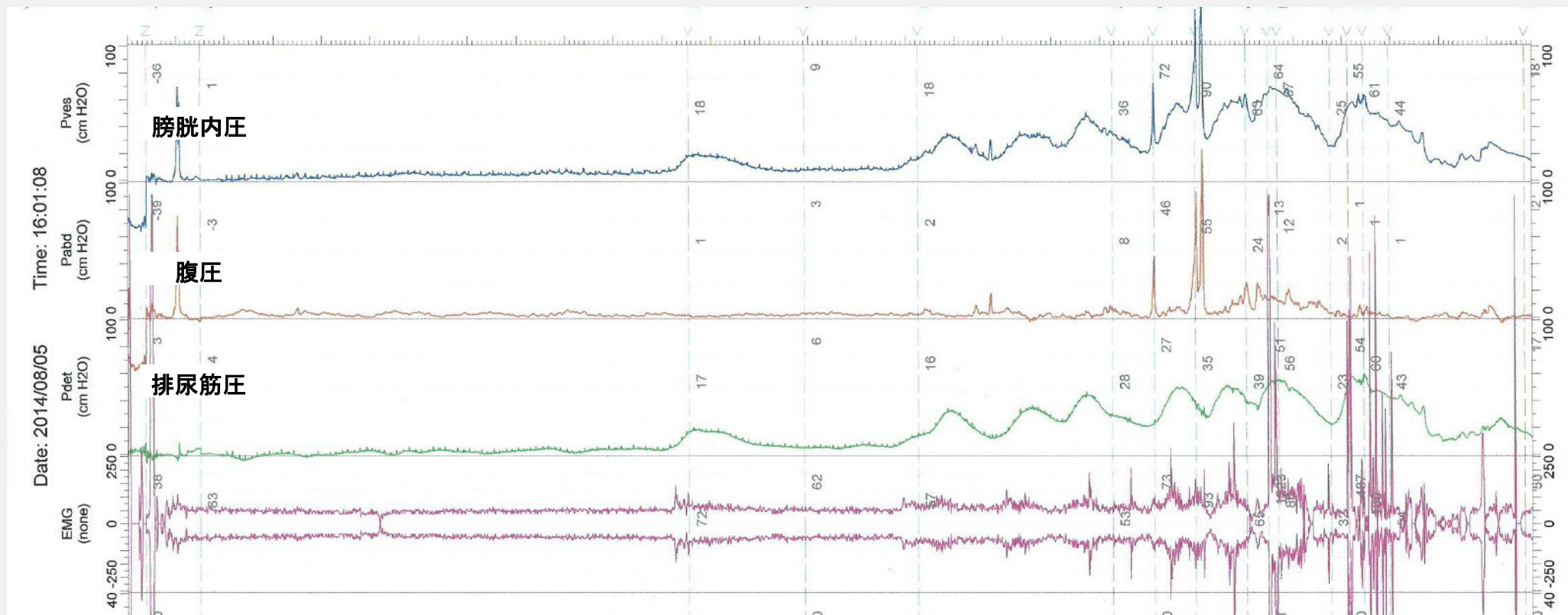


検査の最中に確認！

DO (Detrusor Overactivity)

排尿筋の不随意的収縮が起こります、腹圧の上昇は伴いません

注入を止めると、圧が下がる可能性があります



検査の最中に確認！

コンプライアンス

膀胱の柔らかさを評価します
膀胱の進展性が悪いと
蓄尿開始から基線の上昇を
認めます



コンプライアンス = $\Delta V / \Delta P_{det}$ (ml/cmH₂O)

ΔV (注入量 - 漏れた量 = 最終的な膀胱容量)

ΔP_{det} (検査開始時から終了時点までのPdetの変化量)

正常 > 30 ml/cmH₂O

05

内圧尿流検査

患者さんが排尿できないときは
検査のポイント

患者さんが排尿できないときは

いつも、座って/
立って排尿します



・水や流水音を流す

検査開始時から音楽を流すなど、環境作りが大切です。

・追加で注入する

早めに尿意を申告していることがあります。

・部屋を暗くする

パーテーションなど、個室のような空間を作ることも有効です。
部屋に一人きりにするのも手です。

・ひたすら待つ

検査のポイント

検査中にカテーテルが脱落してしまったら、中断して再挿入するか、得られる情報量を考えてやり直しすることもあります。

なるべく普段の排尿姿勢を再現してください。
ただし、設備によって制限があったり、患者さんのADLによっては可能な範囲で行ってください。

自分がその環境で排尿できるか考え、音楽を流す、タオルなどを使って見えないようにする、室温を調整するなど、排尿しやすい環境作りをお願いします。

06

検査終了後

結果の整理

検査の記録・整理

ウロダイナミクス検査結果の記録

排尿指示を出した箇所に記載をしてください。

随意排尿なのか、不随意的収縮（DO）なのか、
区別できるようにしておいてください。

患者さんの尿意の訴え、蓄尿姿勢・排尿姿勢、アーチファクトの有無など、検査を担当した人にしか知り得ない情報は多くあります。

後から振り返っても分かるように記録を残しましょう。

結果記載の定型書式を用意しておくもの有用です

見てわかる
ウロダイナミクス

—これであなたもエキスパート!!—

編集 | 関戸哲利 橘田岳也
東郷未緒

Concise Manual of Urodynamic Study

07

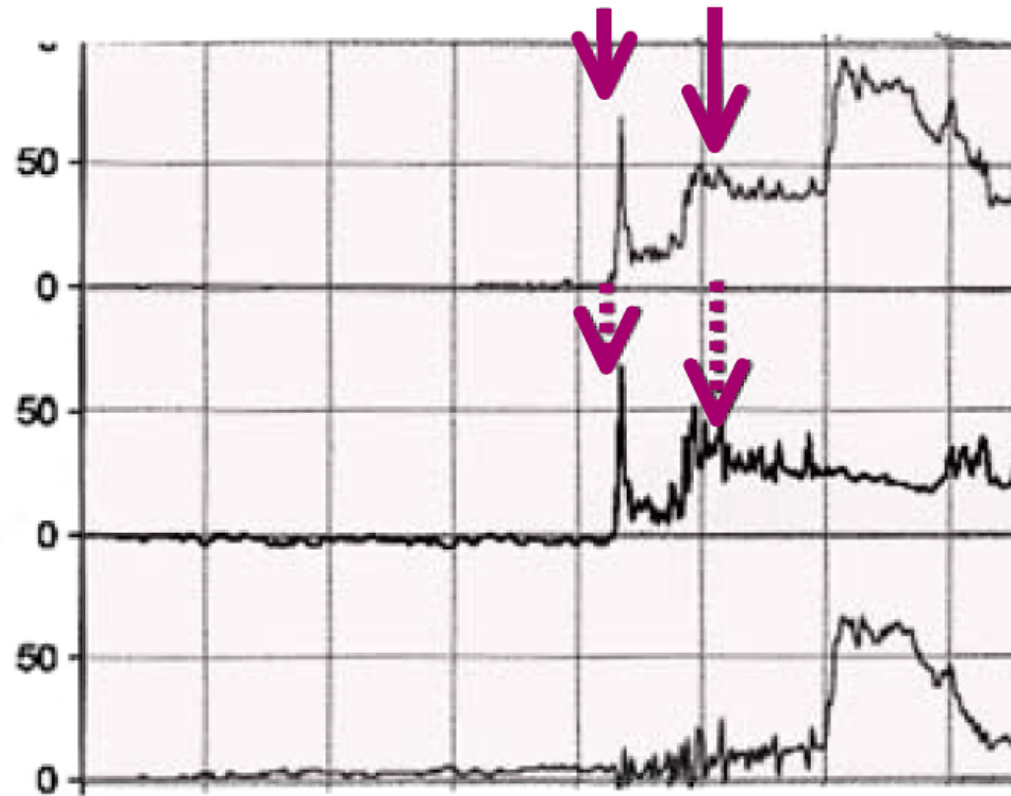
アーチファクト

腹圧のサブトラクション

膀胱内圧
(cmH₂O)

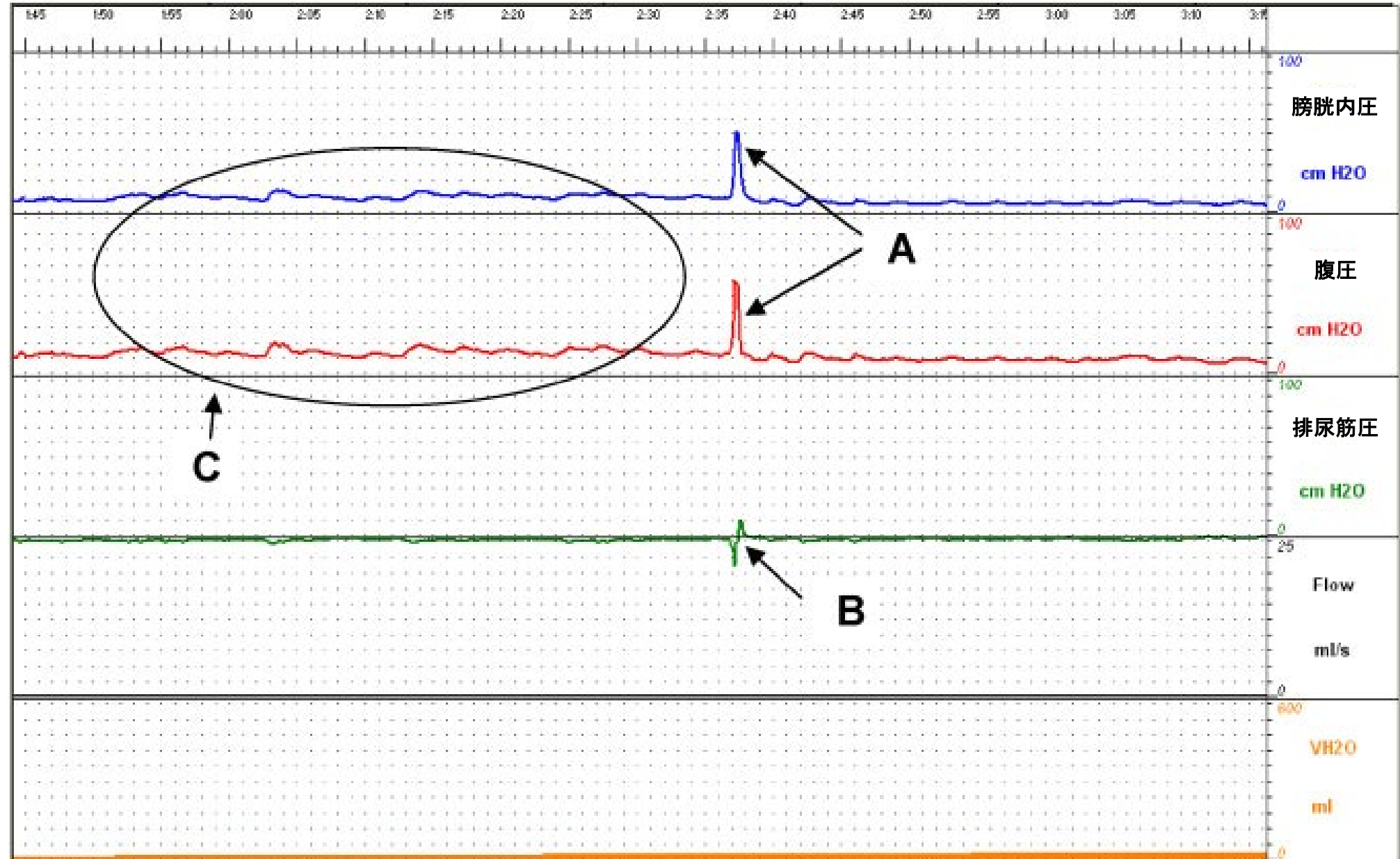
腹圧 (直腸内圧)
(cmH₂O)

排尿筋圧
(cmH₂O)

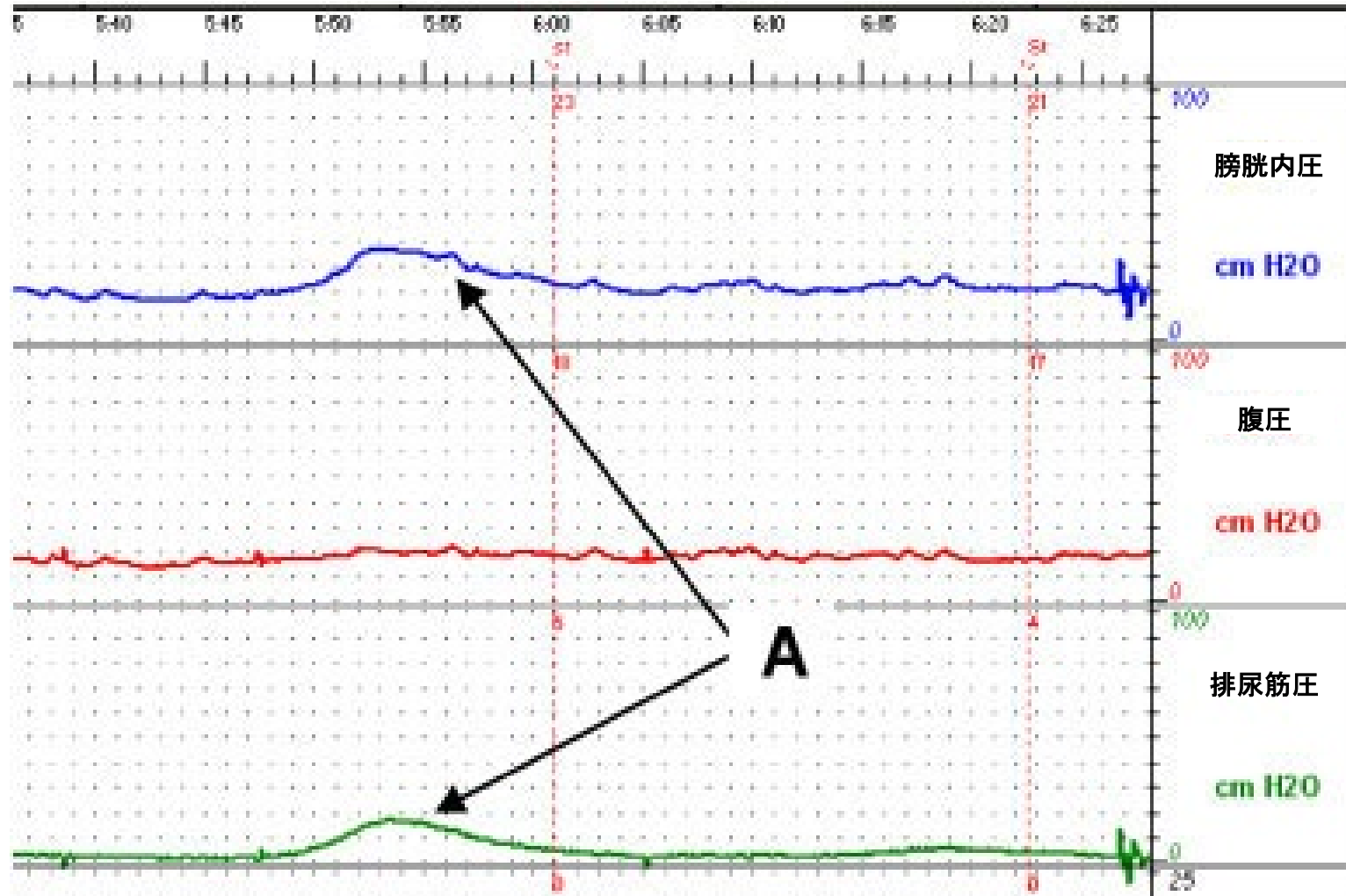


腹圧により上昇した膀胱内圧上昇と
膀胱不随意収縮の区別

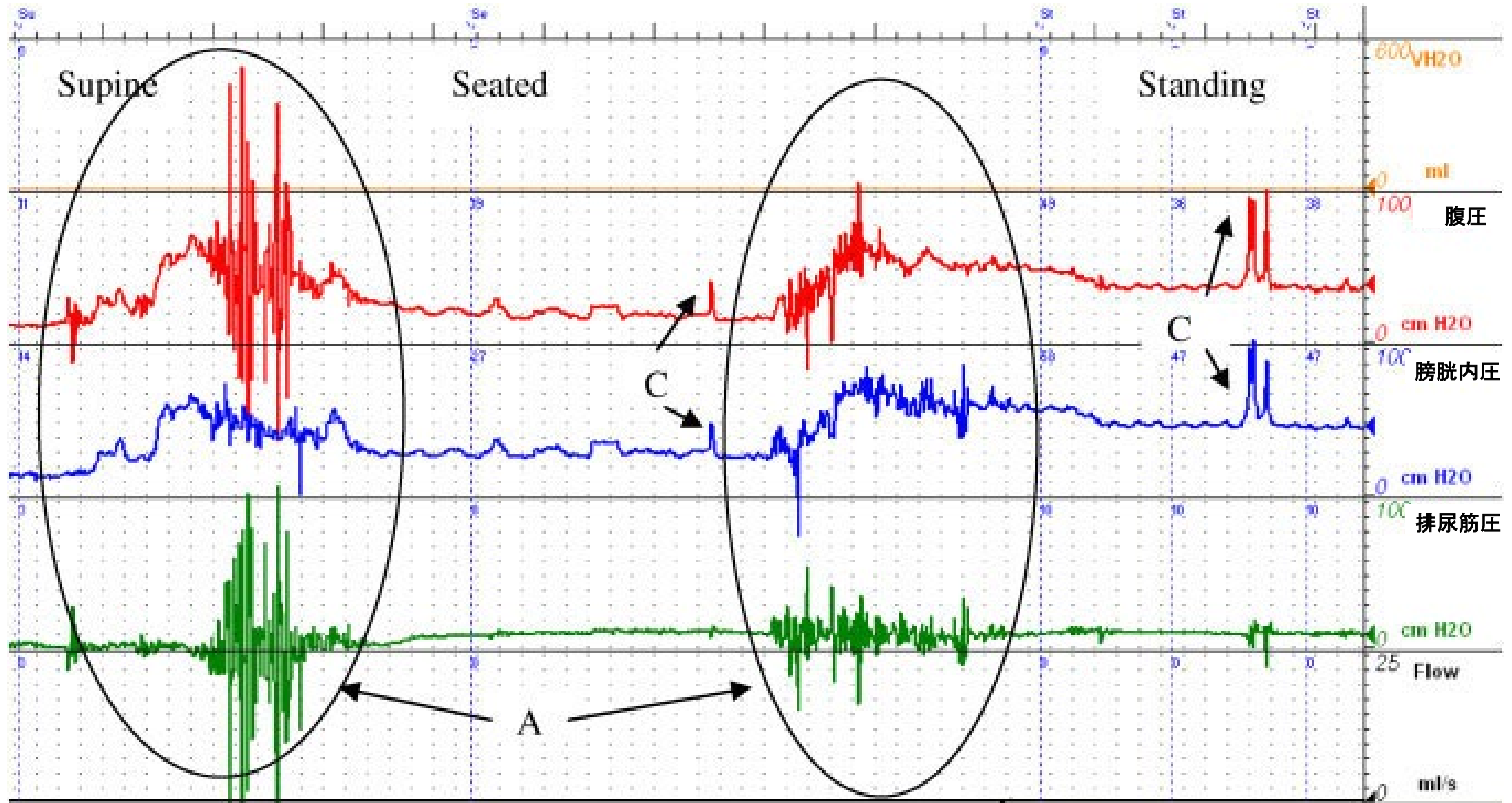
Good quality cough signal and normal "live signal"



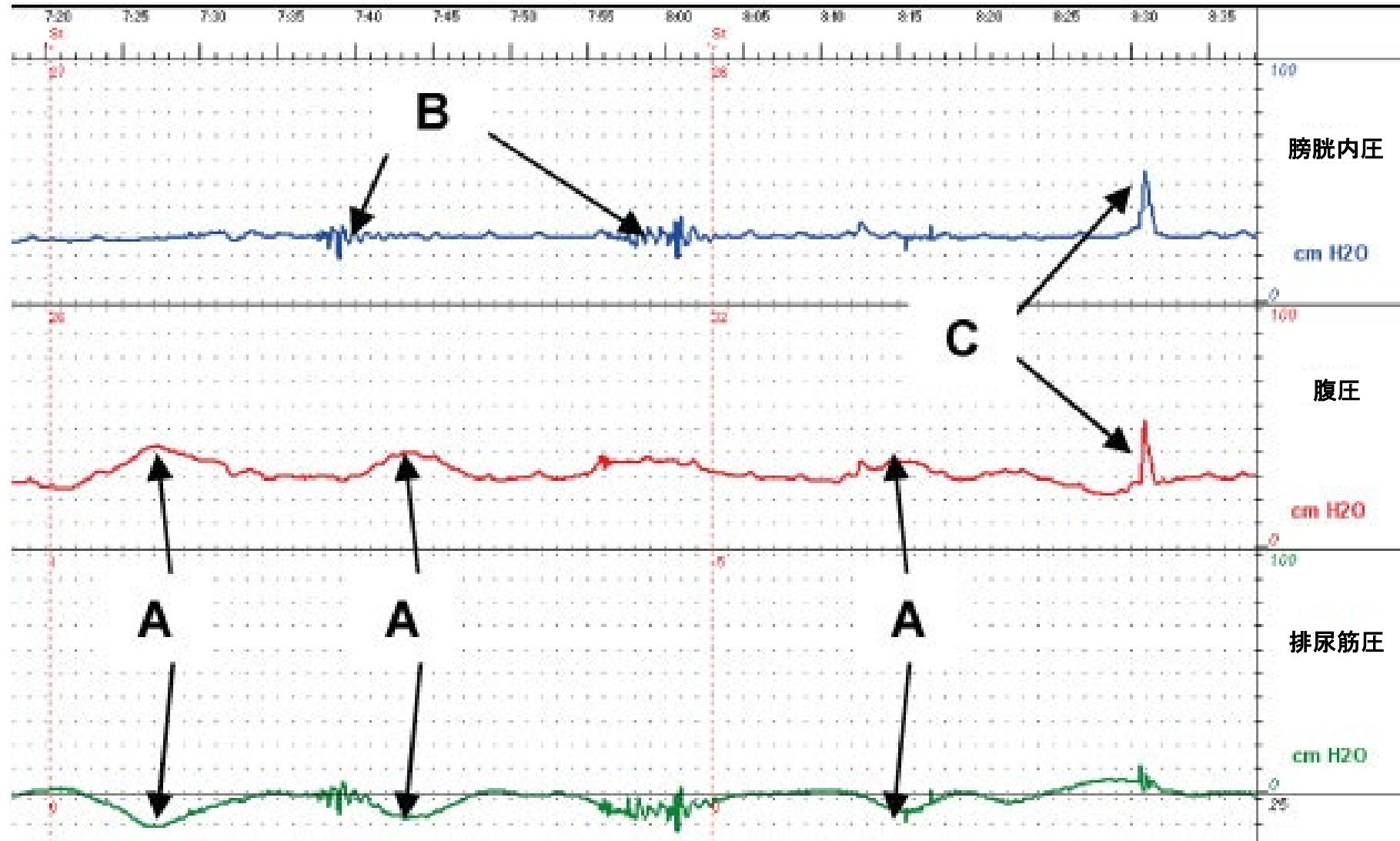
リアル DO(detrusor overactivity)



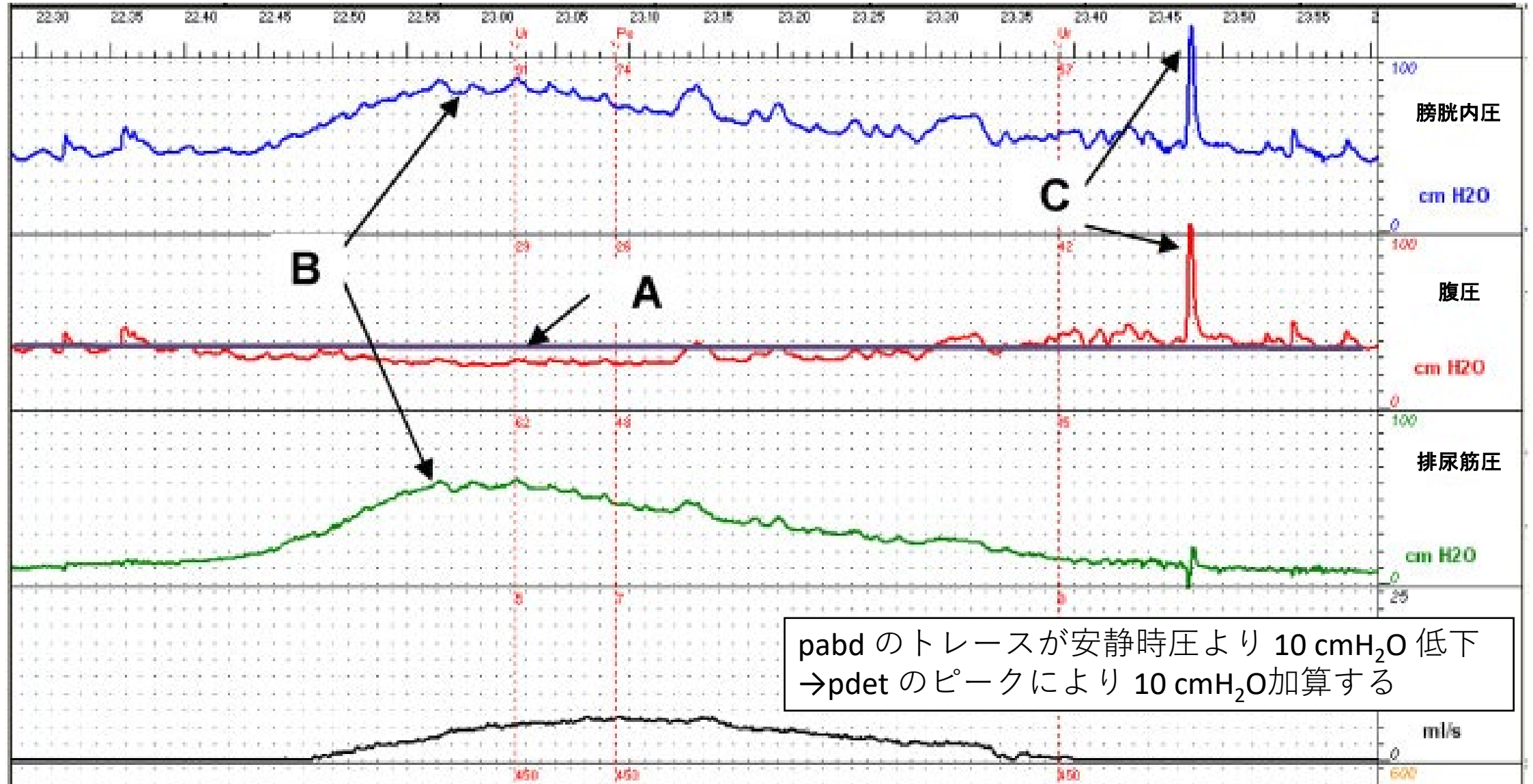
体位变换



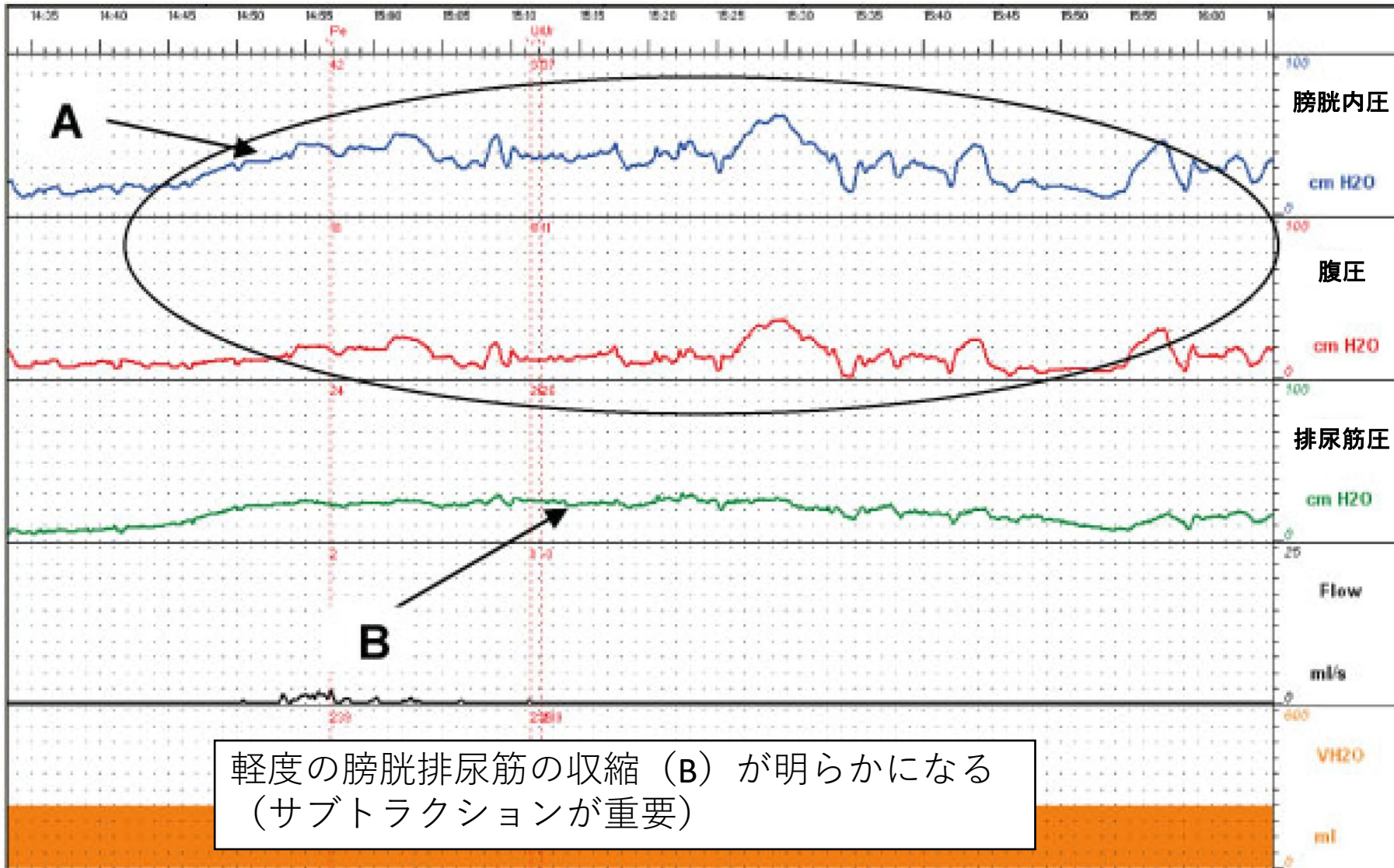
直腸圧の変化（収縮）



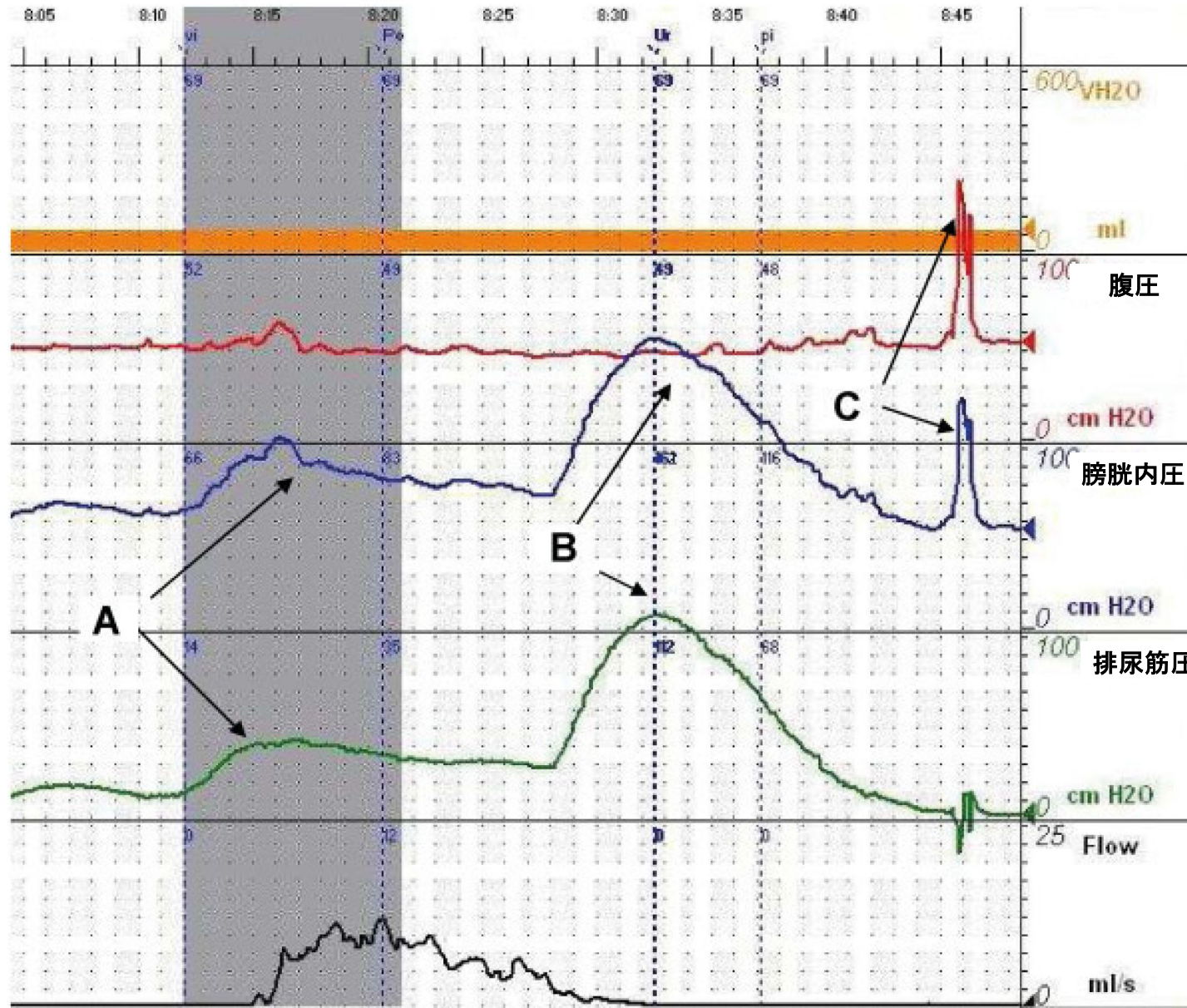
排尿時に 腹圧が低下



腹圧排尿時の排尿筋圧



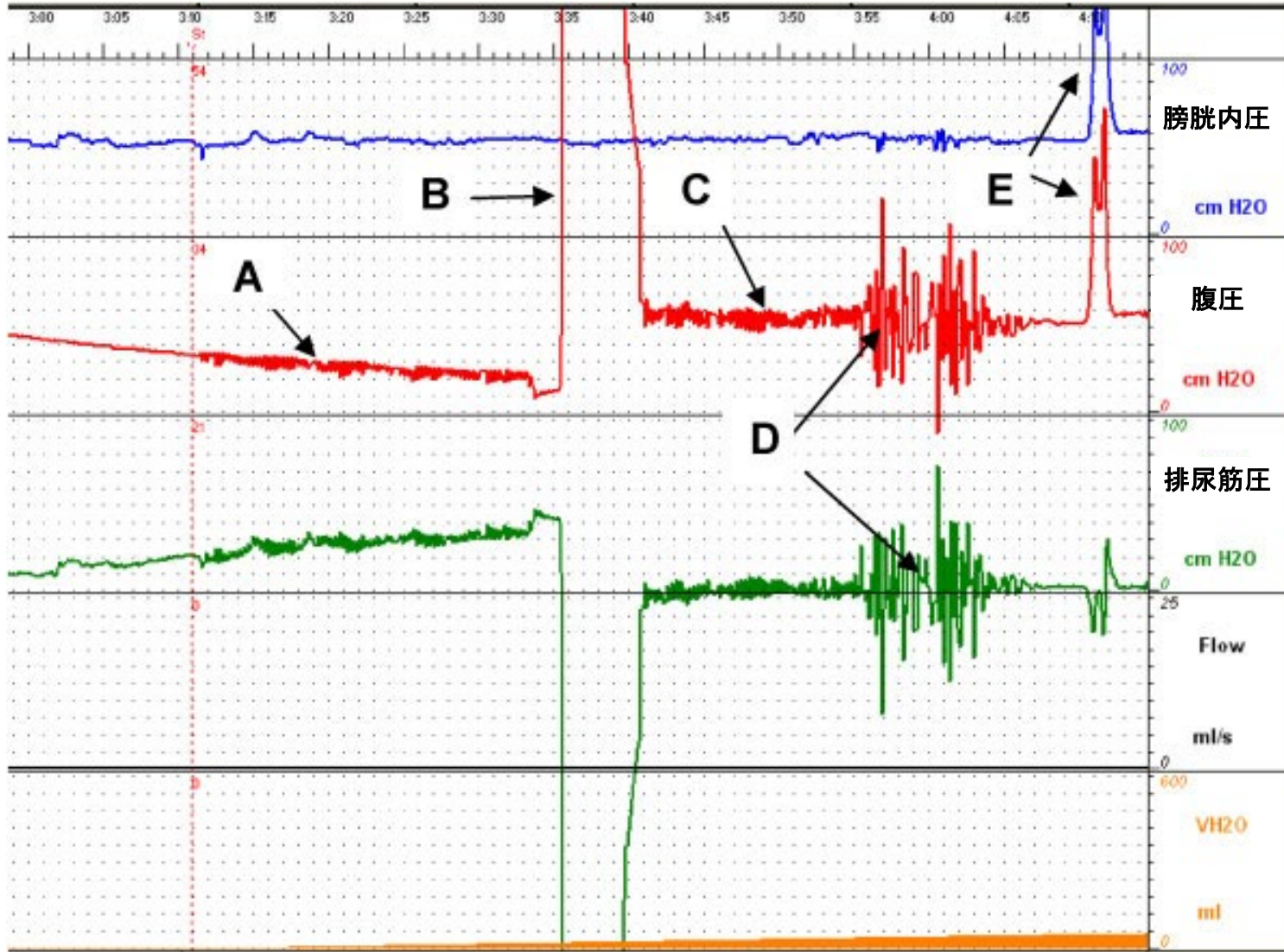
After contractions



収縮後 (B) のAfter contractions
コフテスト (C) は、Quality controlになる

コフ (咳) テストは重要!

圧が下がっていく！



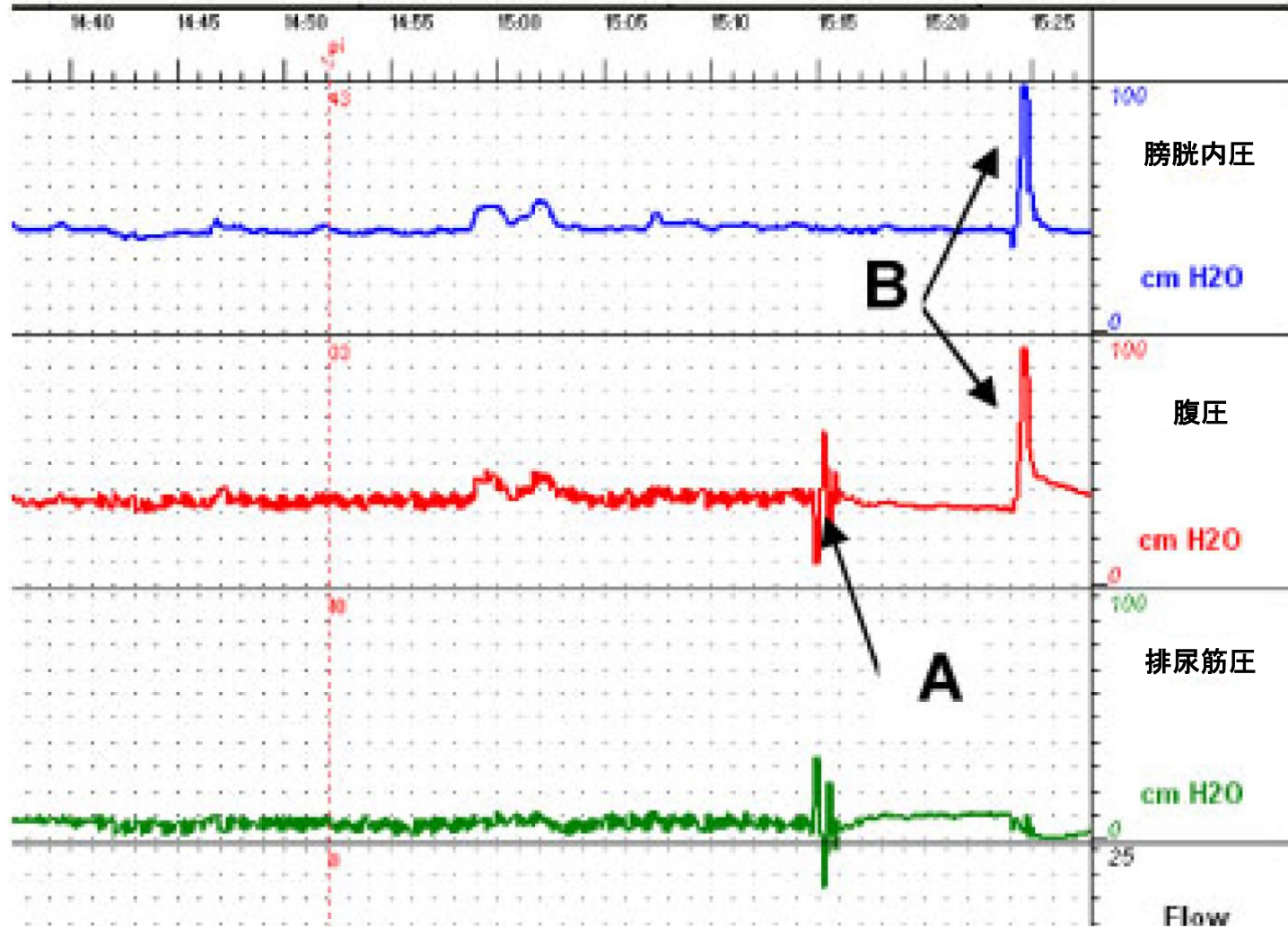
pabd (A) で圧力低下
回路漏れ箇所が特定され、閉鎖まで持続

水フラッシュ (B) の前後に、pabd (C) で
ポンプの振動がいくつか検出

接続チューブのノック (振動) が複数回発
生 (D)

最後に、コフテスト (E) で確認

圧の揺れが止まらない



ポンプの振動によるで圧力の揺れ
→場所を移動させて停止 (A)

最後に、コフテスト (B) で確認

08

波形を読んでみる



膀胱内压
(Pves)

直腸内压
(Pabd)

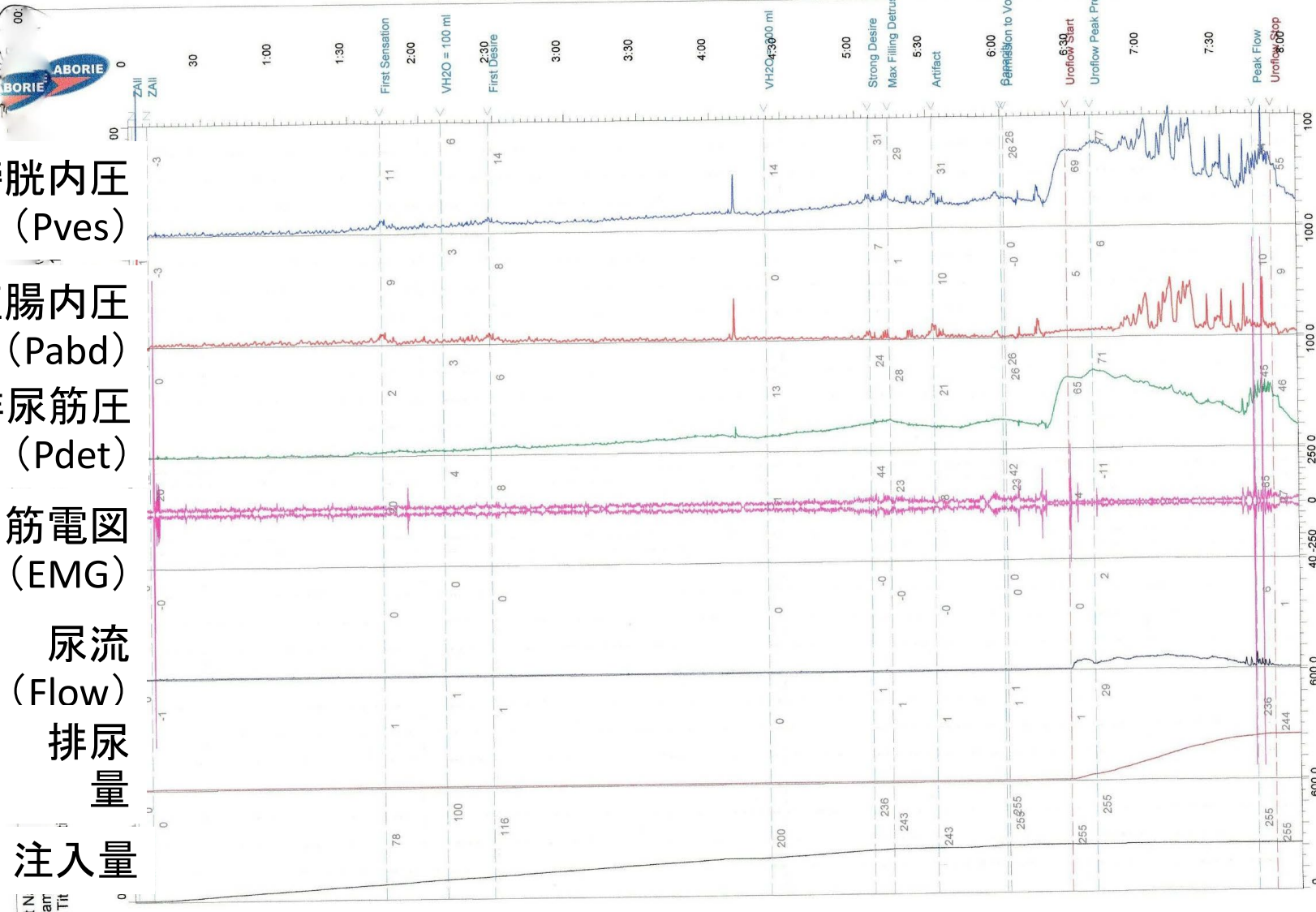
排尿筋压
(Pdet)

筋電図
(EMG)

尿流
(Flow)

排尿量

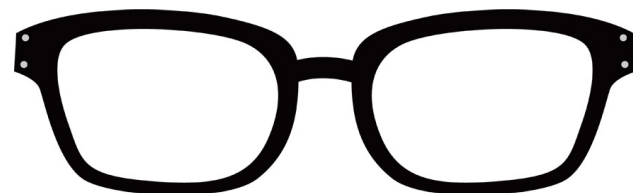
注入量

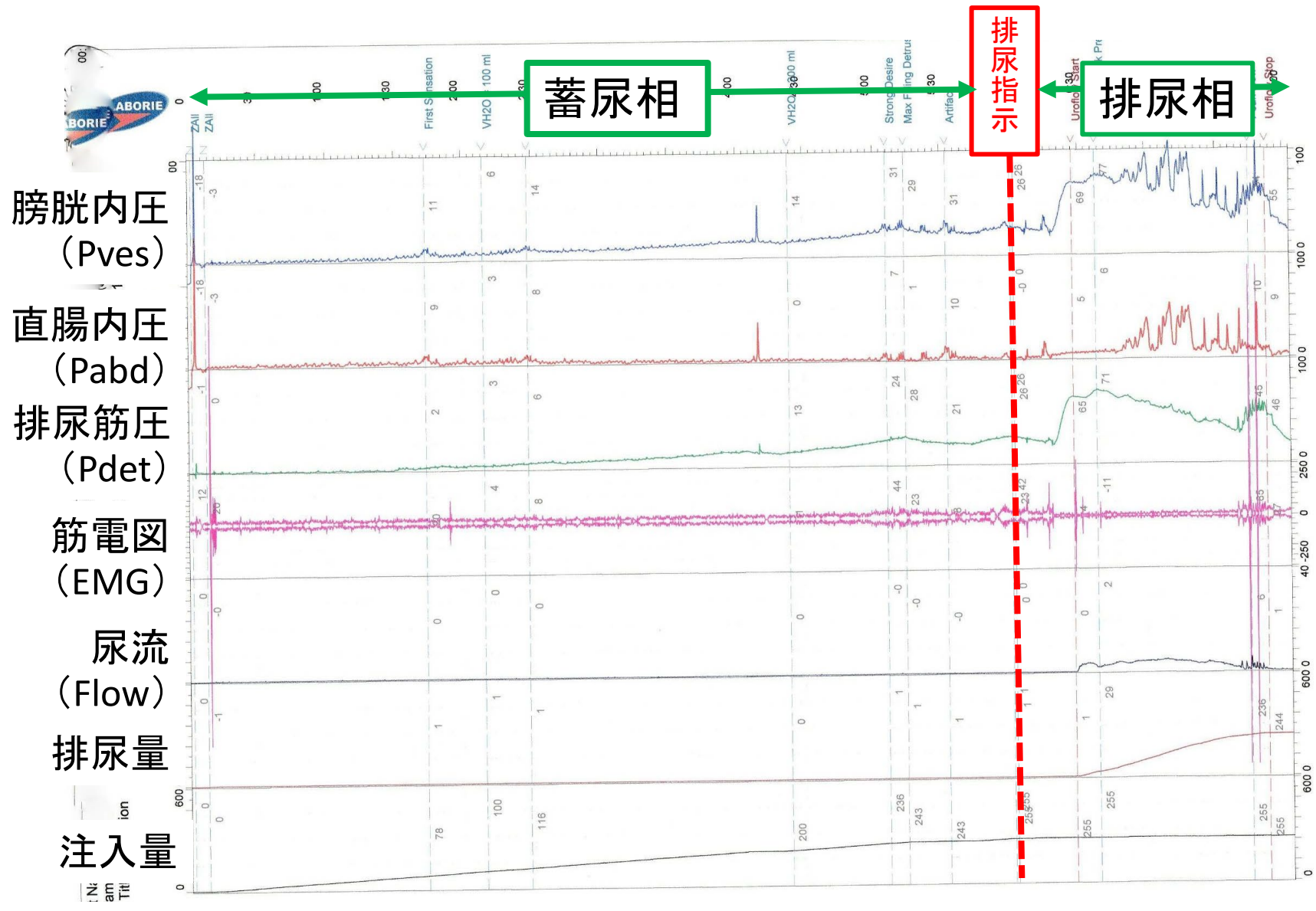


まずは蓄尿相と排尿相を分けて考える！

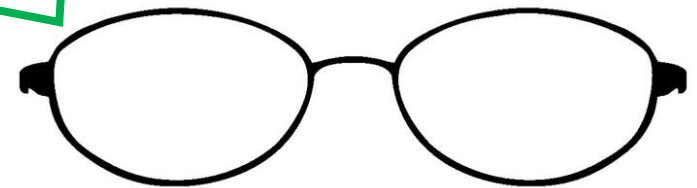
- 排尿指示がどこか確認。あるいは、注入を終えたところを確認。
→そこが蓄尿相と排尿相の境界です。

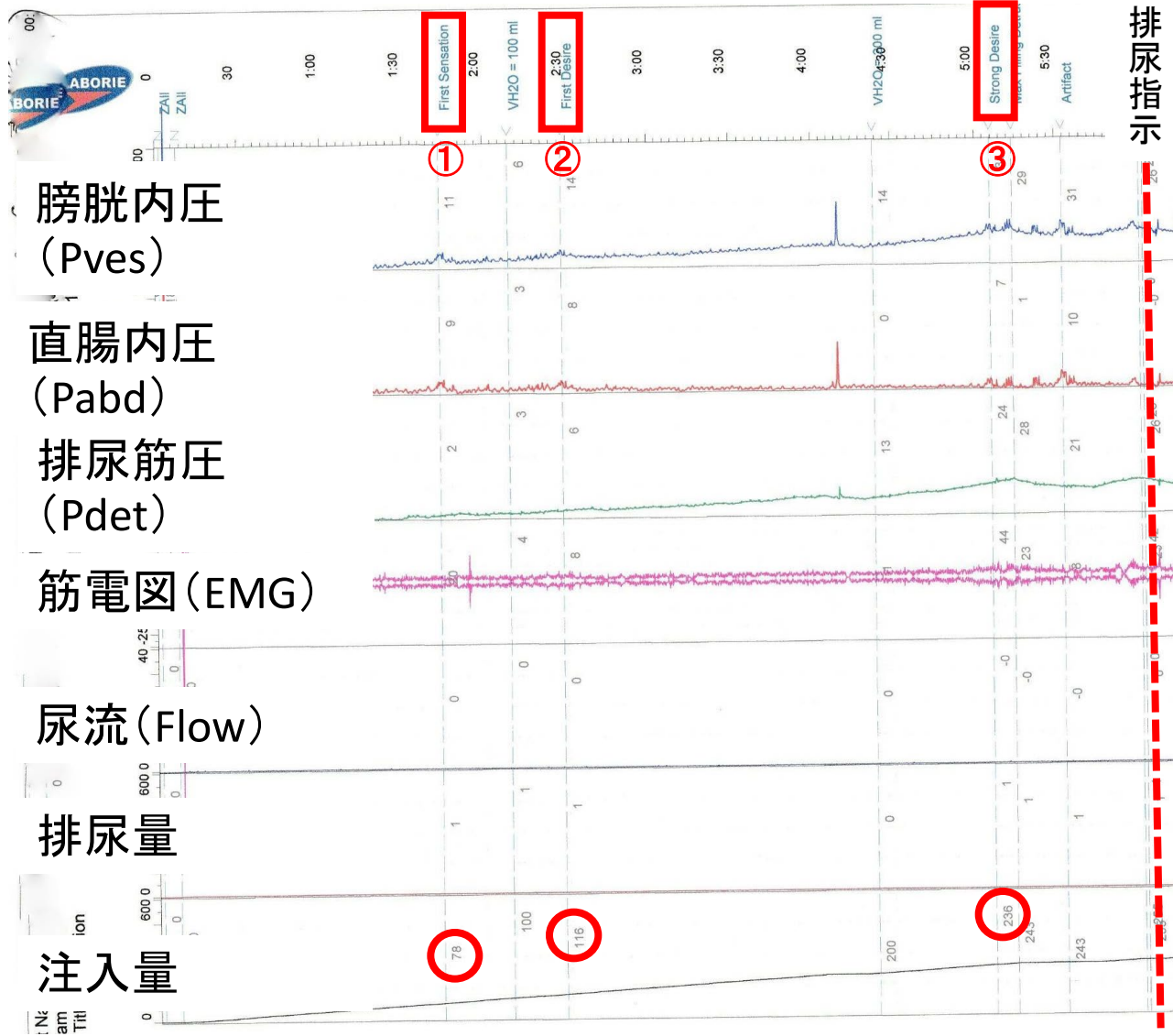
検査中の記録が重要





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

知覚と容量の評価

① First Sensation

初発尿意

② First(Normal) Desire

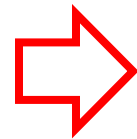
通常尿意

③ Strong Desire

最大尿意

④ (Capacity)

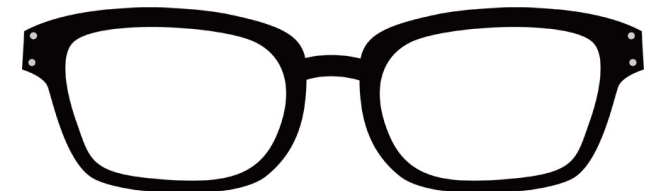
膀胱容量

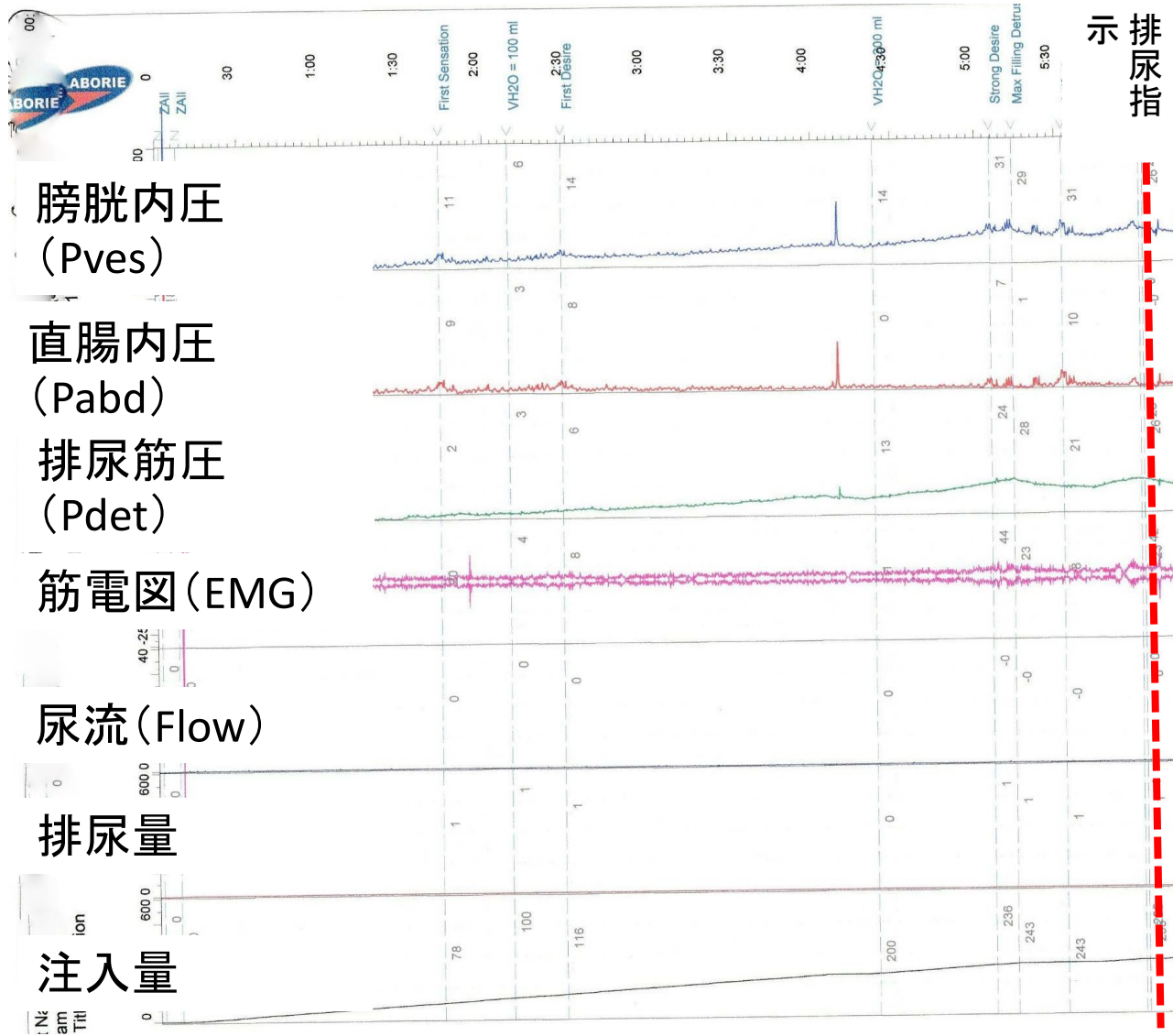


- 尿意は早い？遅い？

- 膀胱容量は小さい？大きい？

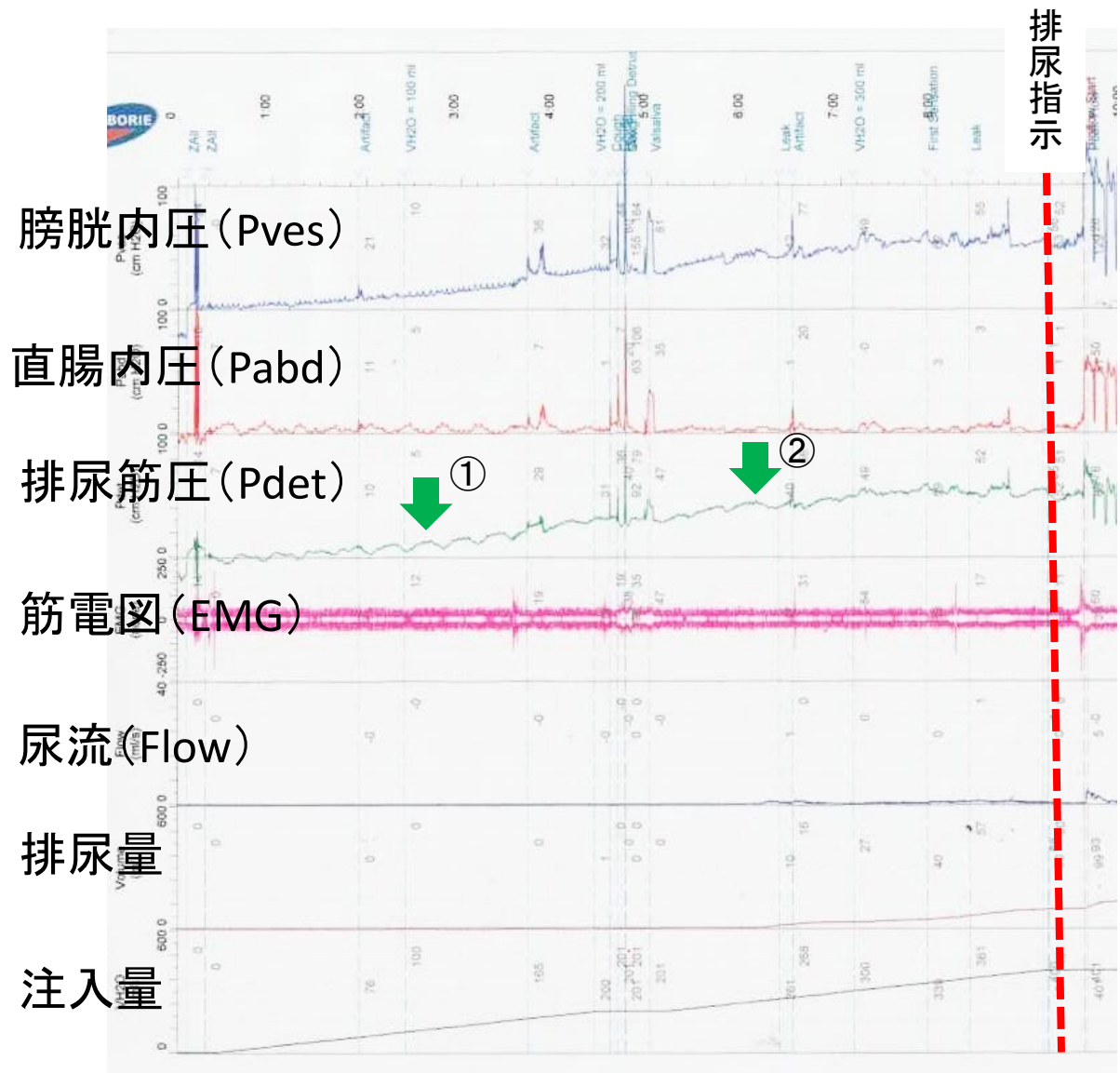
- 切迫感はあるのか？



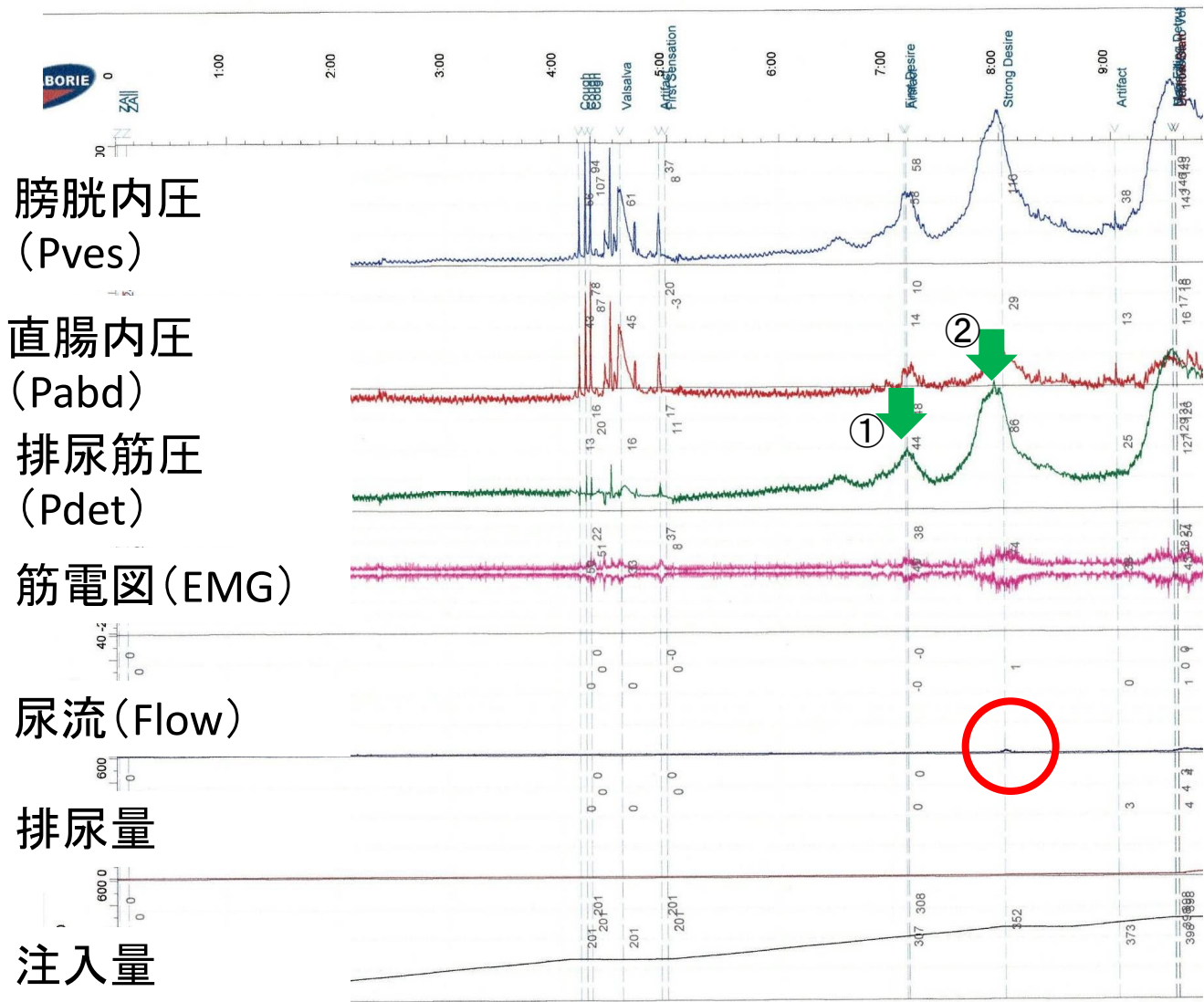


不随意収縮を
チェック！

- 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



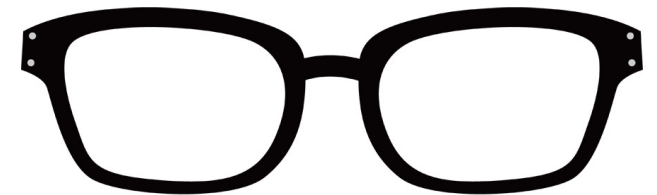
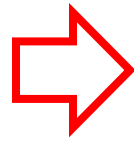
- ①DO?
→赤の直腸内圧も同じ形をしているので、これは**腹圧**
- ②DO?
→青の膀胱内圧と同じ形をしており、赤の直腸内圧は同期していないので、これは**DO**

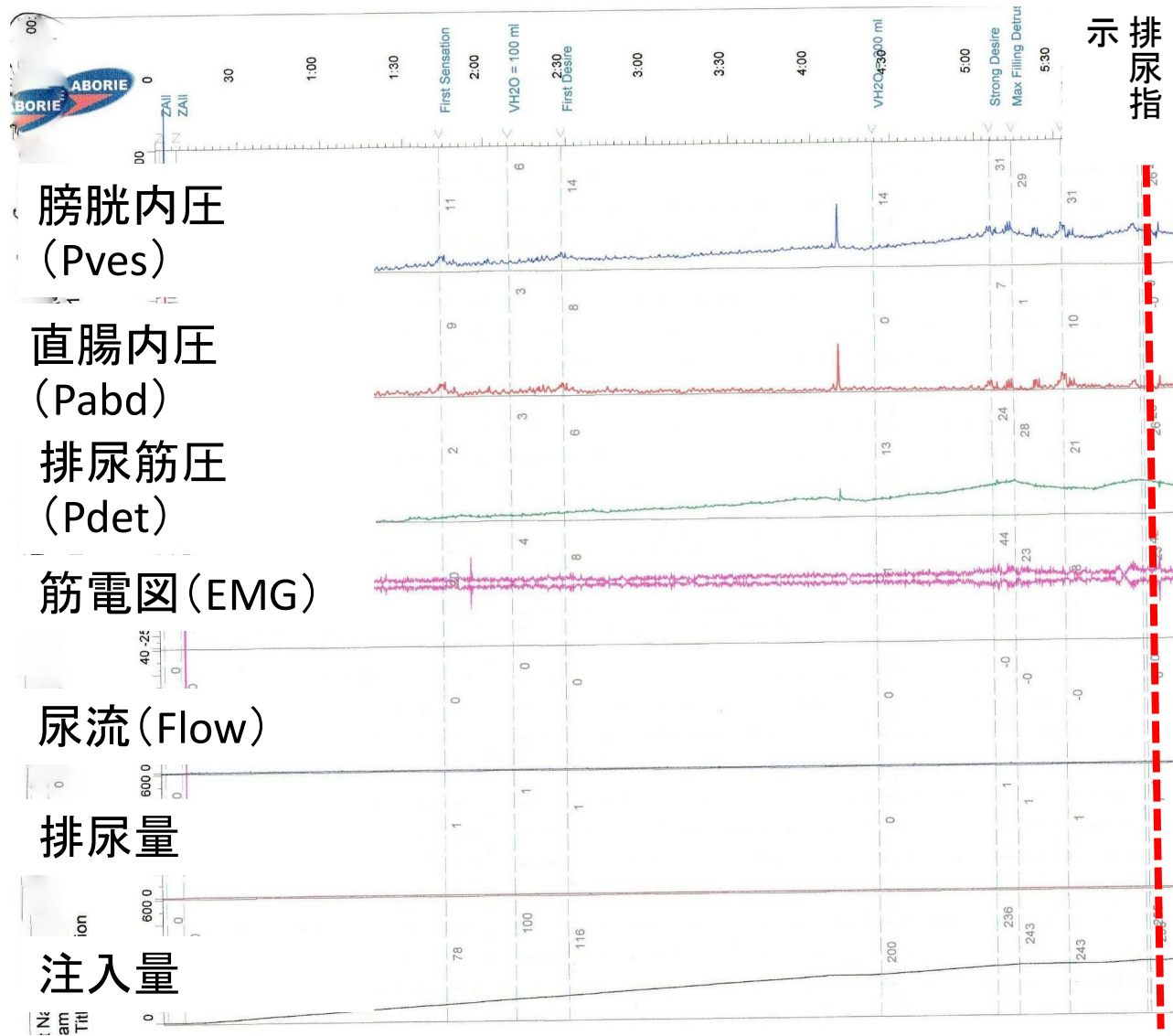


- ①のDOでは漏れていない
排尿筋圧は44cmH₂O
- ②のDOでは漏れている
排尿筋圧は86cmH₂O

排尿筋過活動は蓄尿に影響を及ぼす因子

- 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
- 注入量はどのくらいか？
- 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？
- 腹圧？DO？アーチファクト？





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！

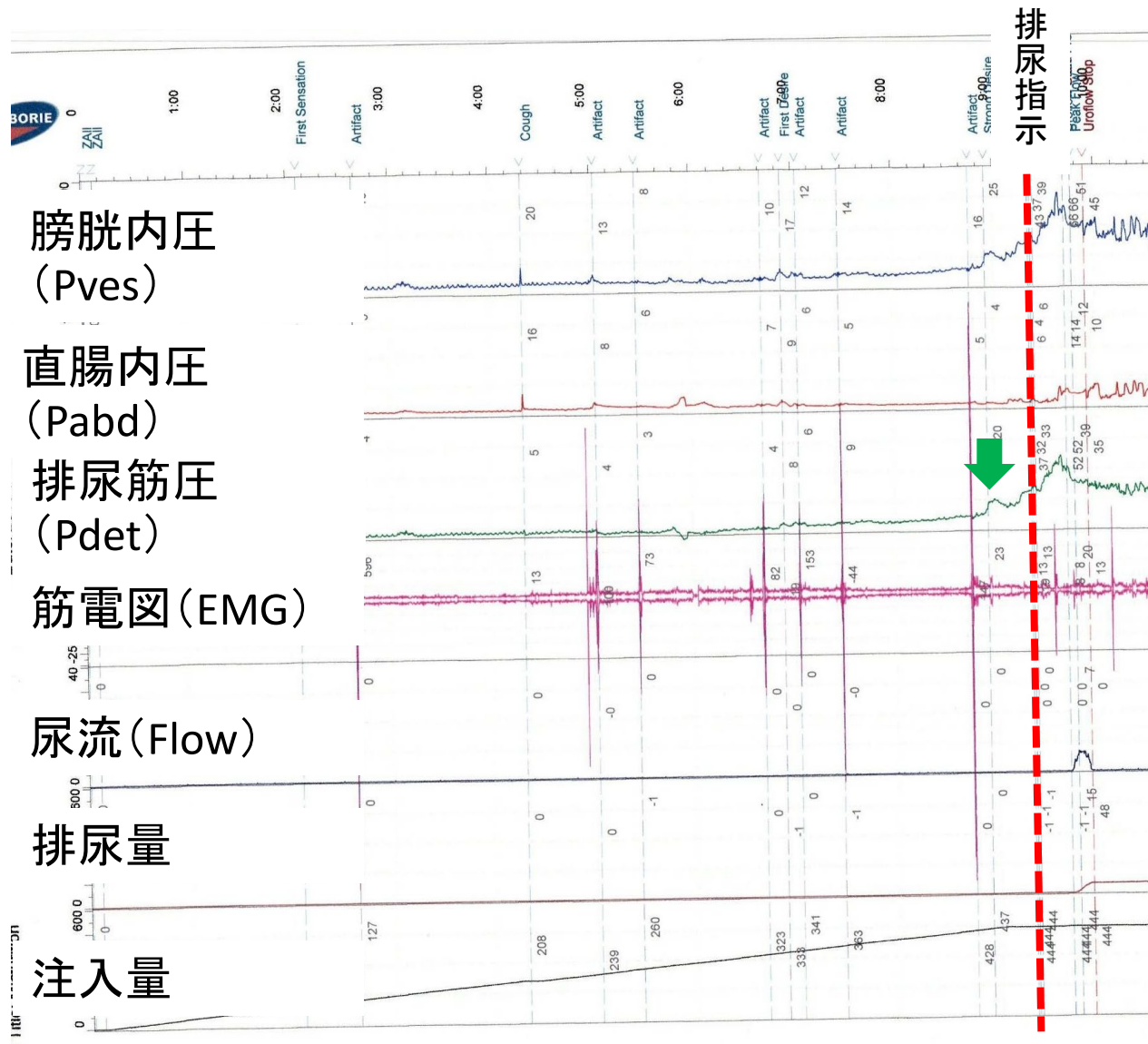
膀胱コンプライアンス

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 (ΔV) をそれが変化した間の排尿筋圧の変化 (Δdet) で除して算出する.
- Compliance = $\Delta V / \Delta det$ (ml/cmH_2O)

国際禁制学会 (ICS) による算出方法


- 2つの標準点を用いることを推奨.
- 1つ目は、膀胱注入開始時の排尿筋圧と膀胱内容量 (通常はゼロ)
- 2つ目は、最大膀胱容量到達時または明らかなカテーテル脇からの尿漏れを引き起こす直前の排尿筋圧とそれに対応する膀胱容量.
どちらの場合も排尿筋収縮以外の部分で計測する.

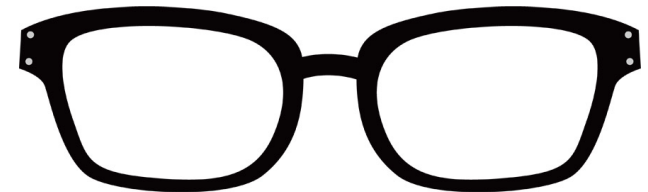


- 最終注入量は444ml
- DOがある (緑の矢印)
→DOの直前で計算
注入量428ml
排尿筋圧の変化量は
11 c mH₂O
 $428\text{ml} \div 11 \text{ c mH}_2\text{O} = 38.9$

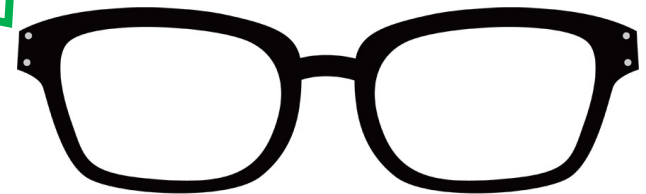
コンプライアンスは
38.9ml/ c mH₂O

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！



膀胱内圧
(Pves)

直腸内圧
(Pabd)

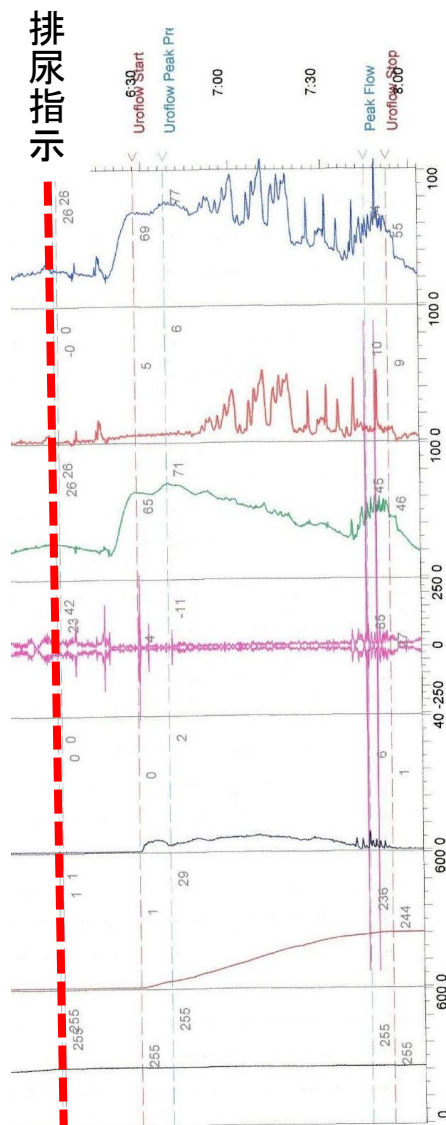
排尿筋圧
(Pdet)

筋電図(EMG)

尿流(Flow)

排尿量

注入量

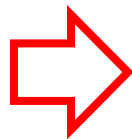


排尿量・残尿量を
チェック！

- 注入量に対して、排尿量は？
- 残尿量は？

残尿量から言えること

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



膀胱内圧
(Pves)

直腸内圧
(Pabd)

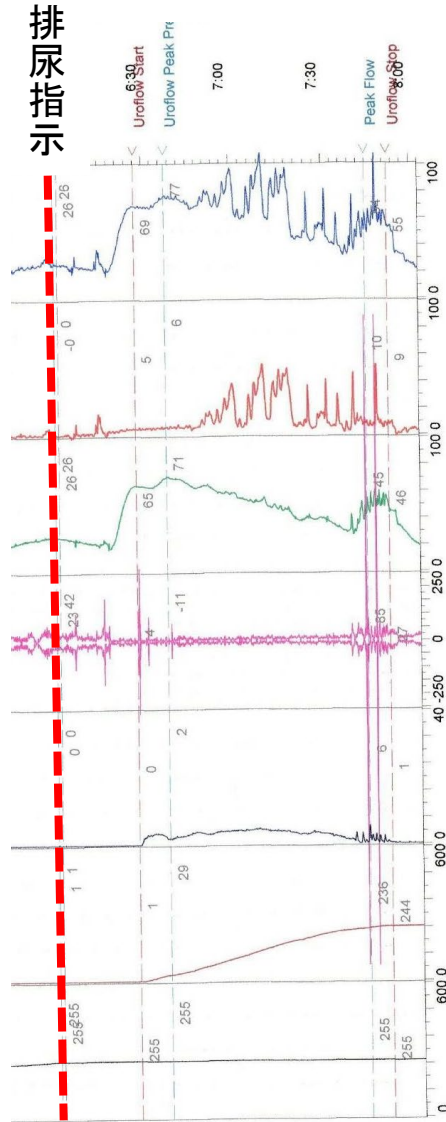
排尿筋圧
(Pdet)

筋電図(EMG)

尿流(Flow)

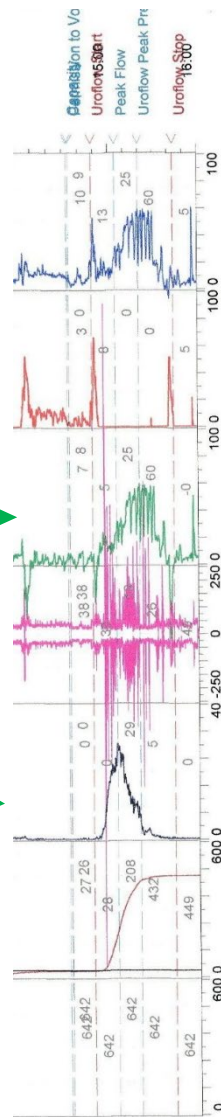
排尿量

注入量



排尿の勢いをチェック！

- 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？



膀胱内压
(Pves)

直腸内压
(Pabd)

排尿筋压
(Pdet)

筋電図(EMG)

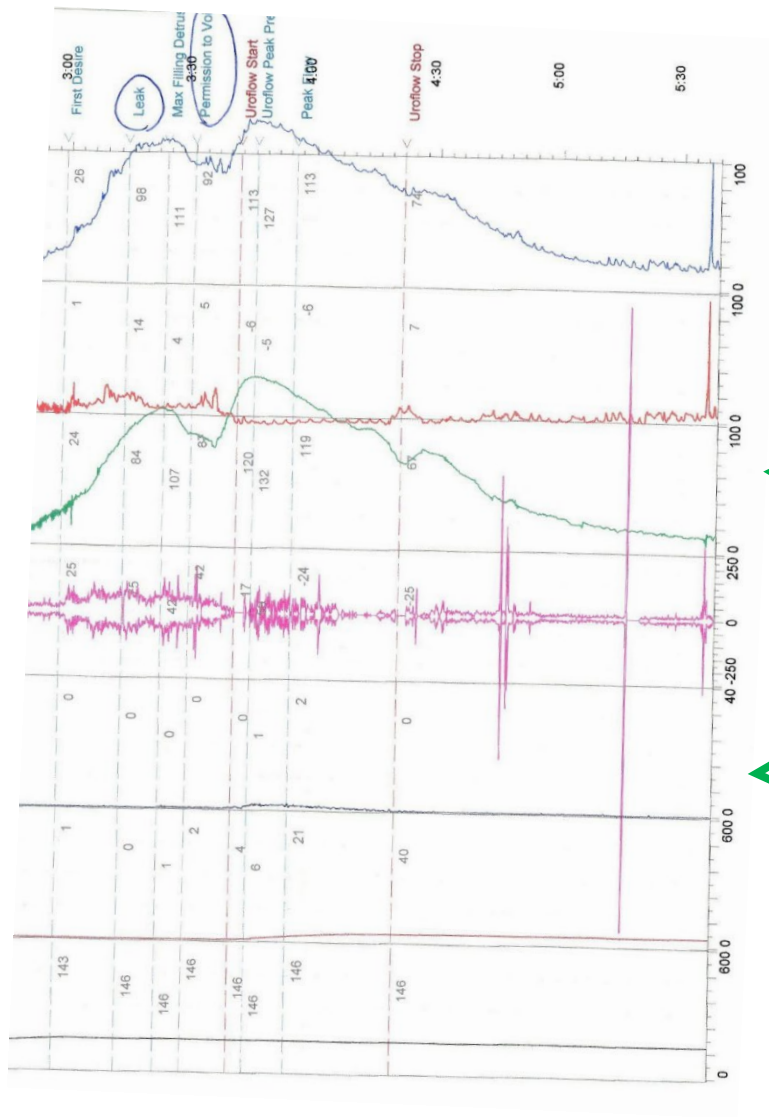
尿流(Flow)

排尿量

注入量

PdetQmax
60 c mH₂O

Qmax
29 c mH₂O



PdetQmax
132 c mH₂O

Qmax
2 c mH₂O

膀胱内圧
(Pves)

直腸内圧
(Pabd)

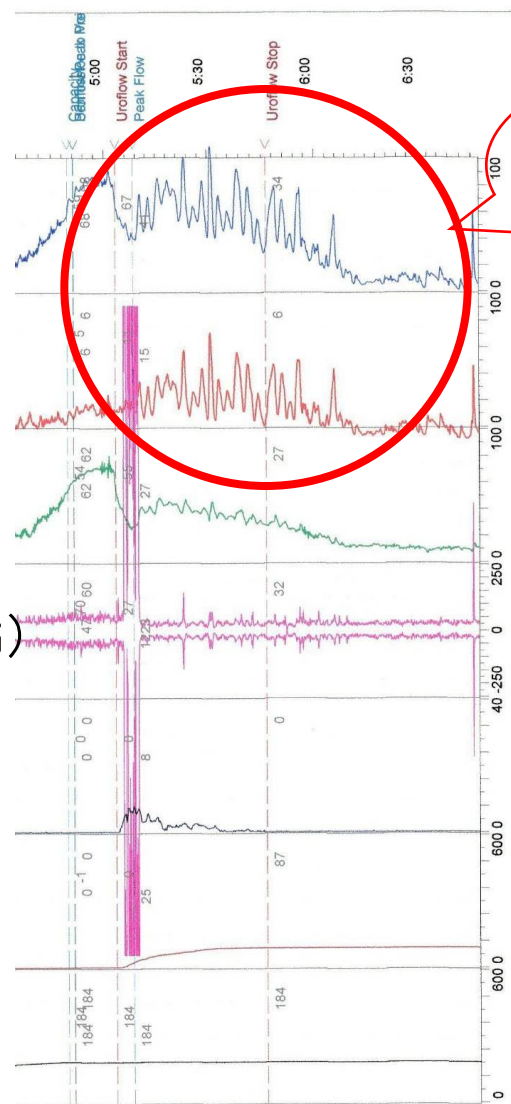
排尿筋圧
(Pdet)

筋電図(EMG)

尿流(Flow)

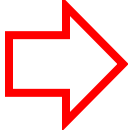
排尿量

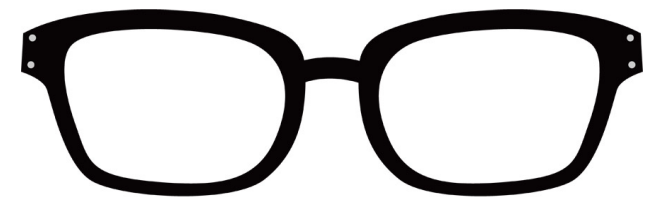
注入量



腹圧が
かかっている！

排尿効率の評価

- 最大尿流率 (Q_{max}) はいくつ？
 - 平均尿流率 (Q_{ave}) はいくつ？
 - 最大尿流率の排尿筋圧 ($P_{detQ_{max}}$) 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？



膀胱内圧
(Pves)

直腸内圧
(Pabd)

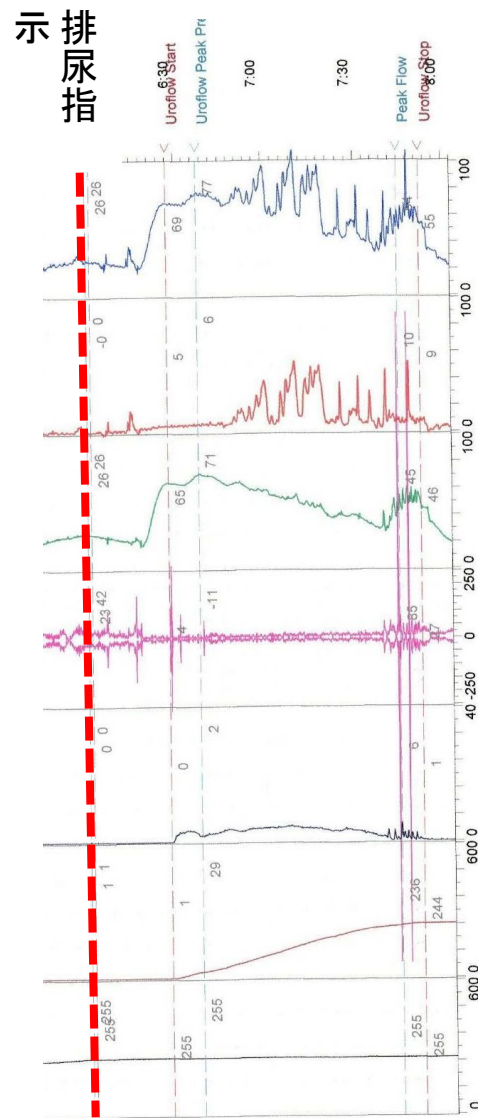
排尿筋圧
(Pdet)

筋電図(EMG)

尿流(Flow)

排尿量

注入量

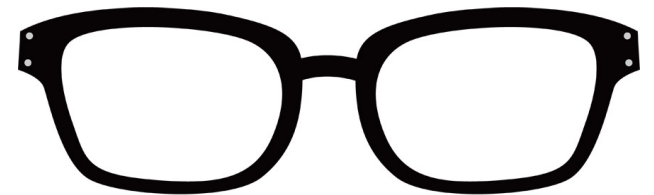
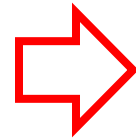


尿流波形 (flow) をチェック!

- どんな形をしている?
- 山なり?
- 平坦?
- 途切れ途切れ?

尿流波形 (flow) から考えること

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



ノモグラムを理解する

ノモグラム (Nomogram) または
ノモグラフ (Nomograph) または
計算図表 (abaque, abac) は、グラフィカルな計算の
ための道具であり、ある関数の計算をグラフィカル
に行うために設計された二次元の図表である。

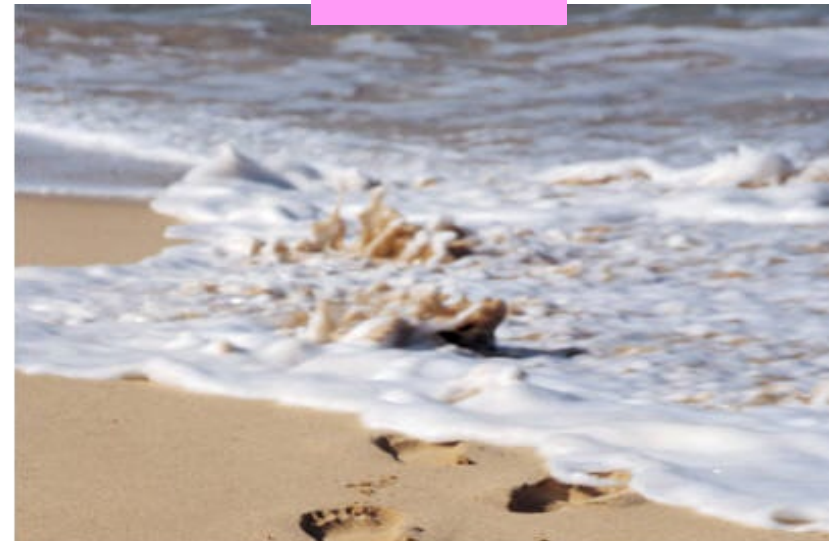
ウィキペディア (Wikipedia)

ノモグラムを理解する

正常

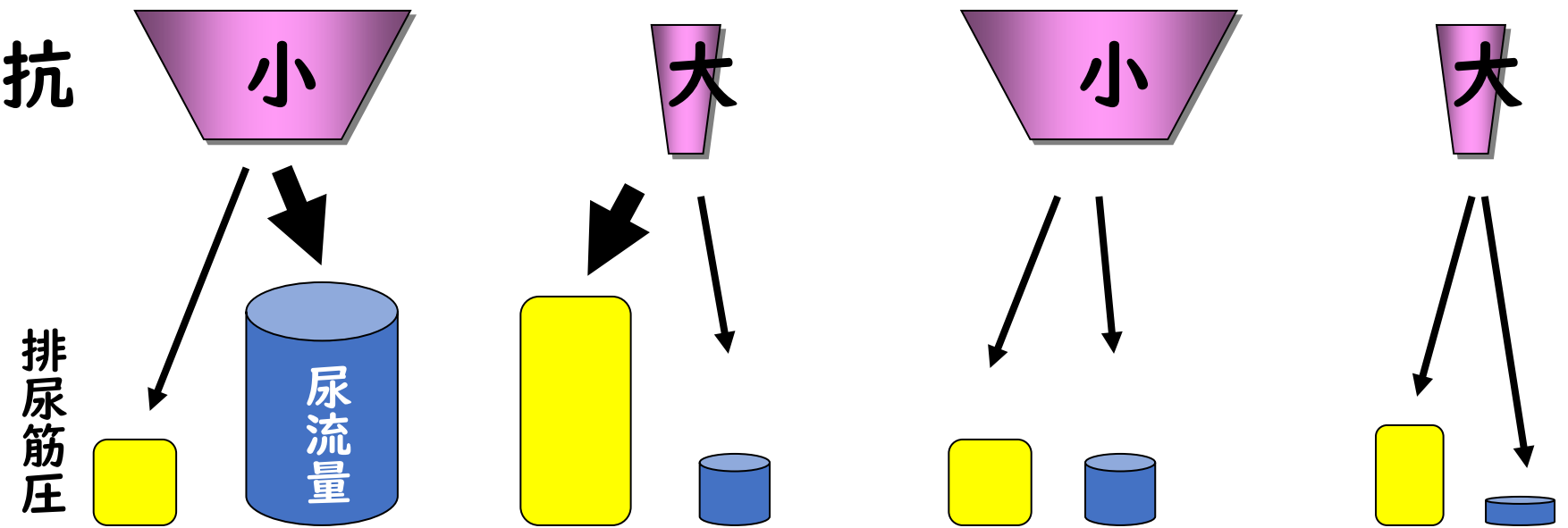
弱い

排尿筋
収縮力



尿道抵抗

分配され方



ノモグラムを理解する

排尿筋圧と尿流の関係から

排尿筋収縮力と尿道抵抗を評価する

最も重要なパラメーターは

最大尿流時の排尿筋圧 ($P_{detQmax}$)

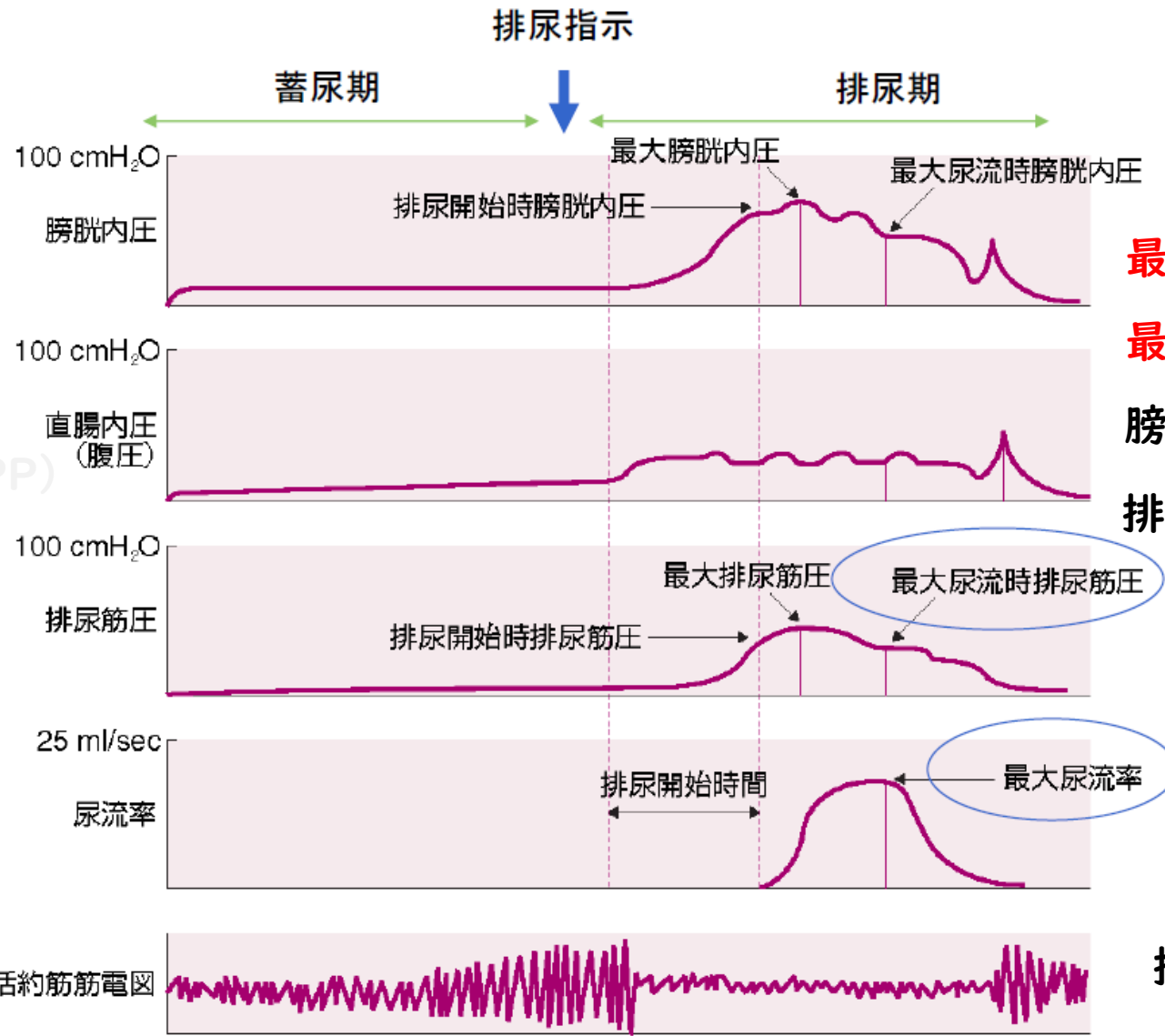
最大尿流率 (Q_{max})

ノモグラムを理解する

蓄尿期

排尿期

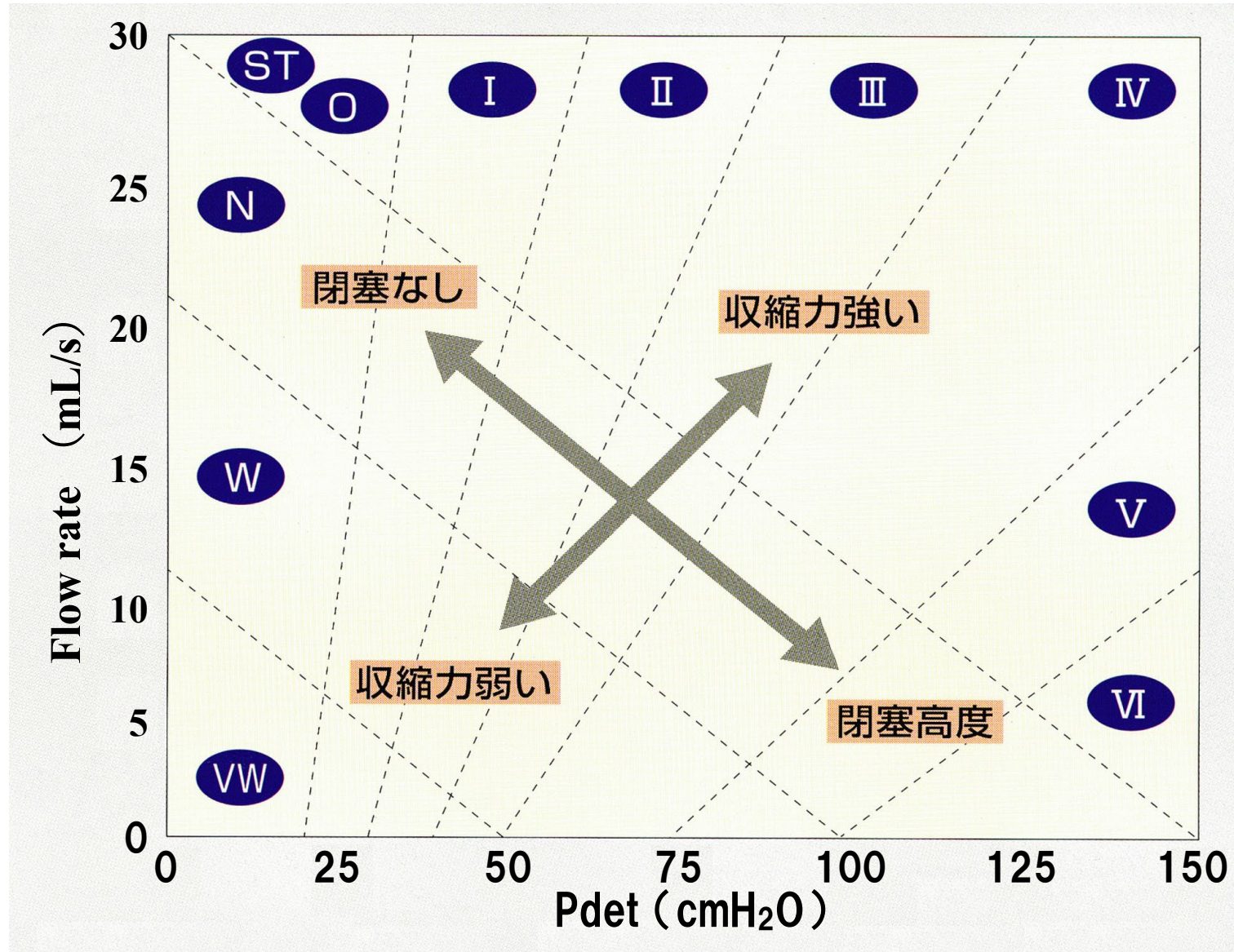
膀胱容量
膀胱コンプライアンス
排尿筋漏出時圧 (DLPP)
排尿筋過活動 (DO)



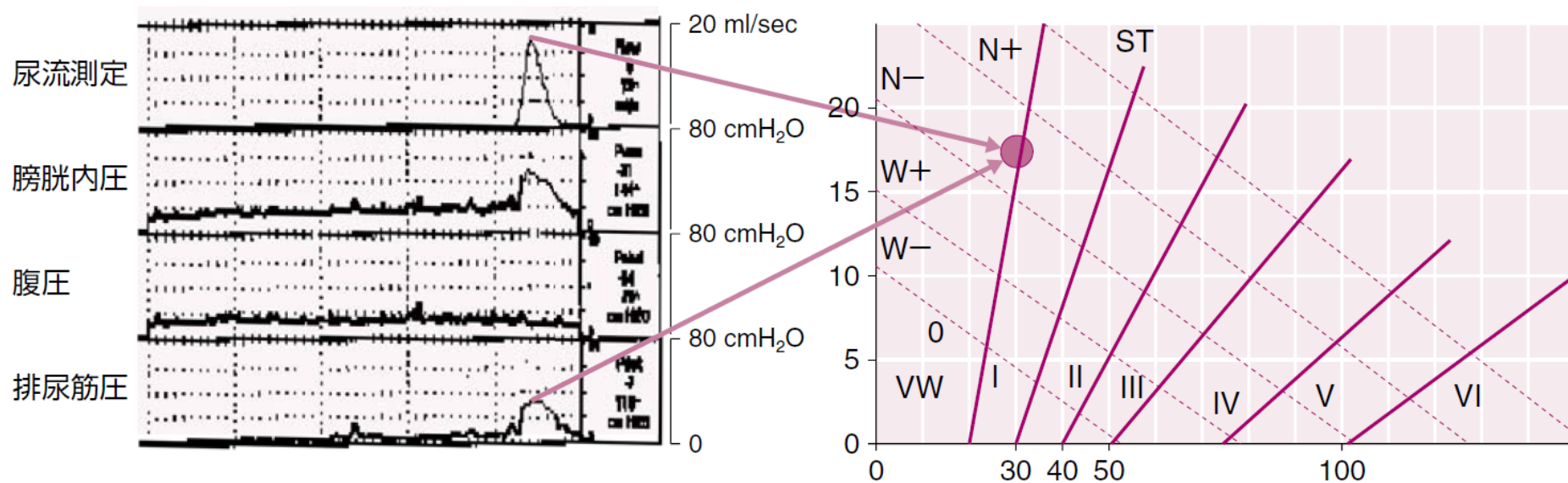
最大尿流率 (Qmax)
最大尿流率時排尿筋圧 (PdetQmax)
膀胱出口部閉塞指数 (BOOI)
排尿筋収縮指数 (BCI)

排尿筋一括約筋協調不全 (DSD)

Schäferノモグラム



- (1) 閉塞の程度を6段階に分類 0:閉塞なし I:軽度の閉塞~VI:高度の閉塞
 (2) 排尿筋の収縮力を4段階に分類 ST:強い N:正常 W:弱い VW:非常に弱い

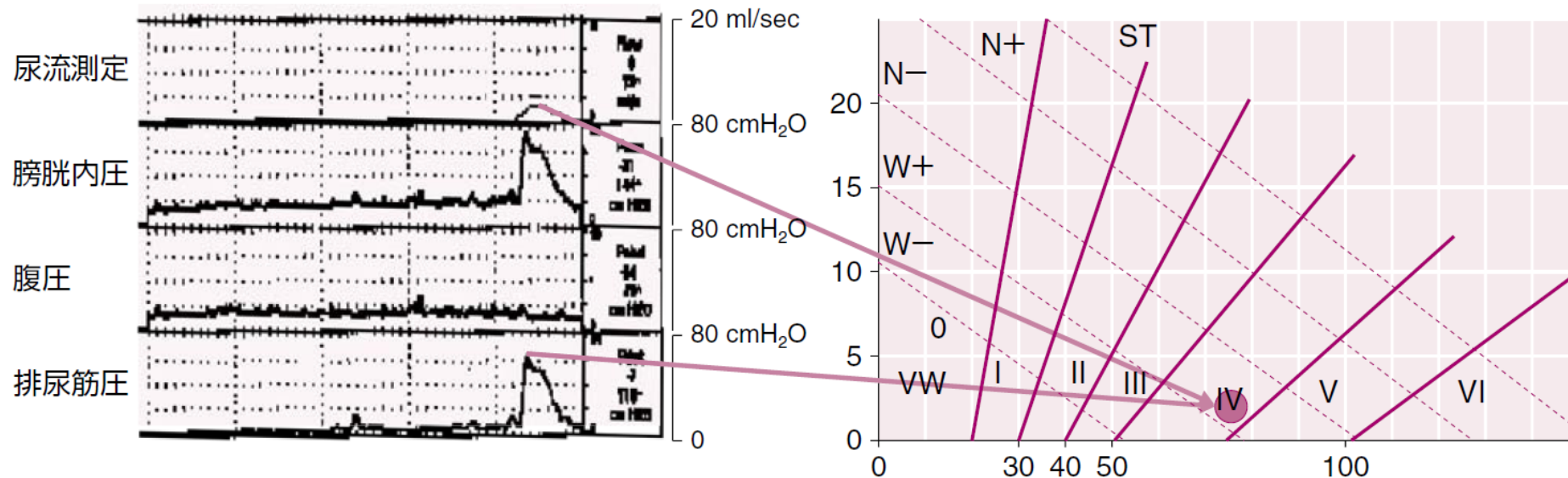


● 閉塞度：0~I (閉塞なし), 排尿筋収縮：normal (正常)

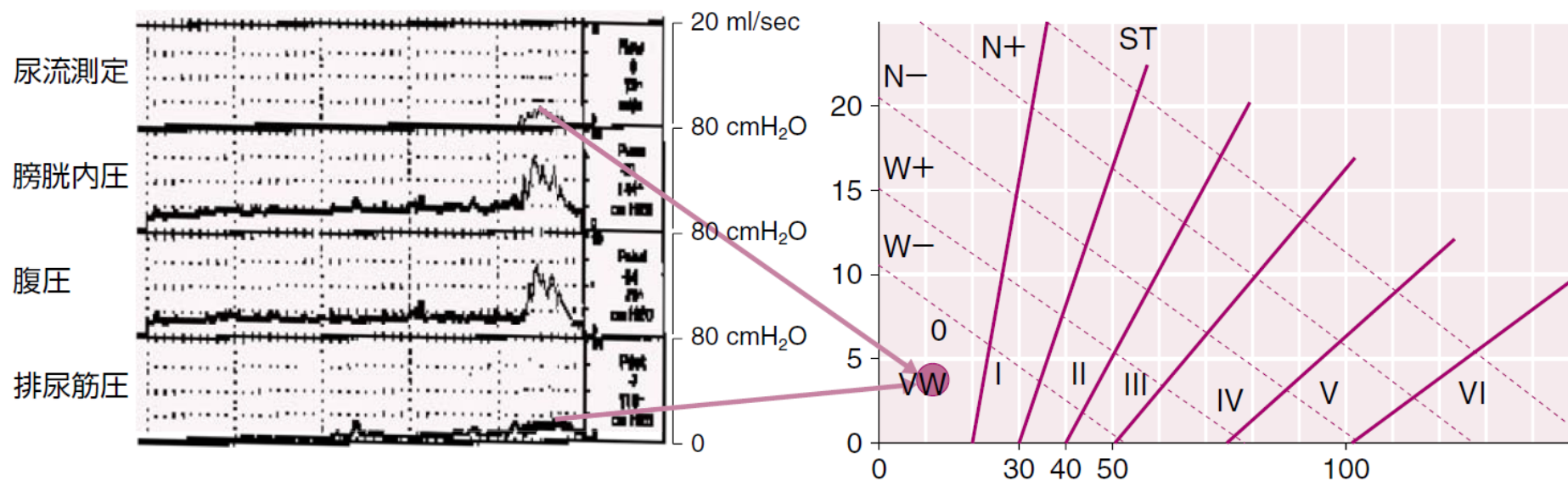
正常

排尿筋収縮力 正常

尿道の閉塞度 I 閉塞なし



● High pressure-low flow 閉塞度：IV (閉塞強い), 排尿筋収縮：weak (弱い)



● Low pressure-low flow 閉塞度：0 (閉塞なし), 排尿筋収縮：very weak (非常に弱い)

男性における膀胱出口部閉塞指数

Bladder outlet obstruction index (BOOI)

$$= P_{det} Q_{max} - 2Q_{max}$$

< 20	: 閉塞なし
20~40	: 境界
>40	: 閉塞あり

男性における排尿筋収縮力

膀胱収縮力指数 (Bladder contractility index : BCI)

$$= P_{det}Q_{max} + 5 Q_{max}$$

< 100 : Weak

100~150 : Normal

> 150 : Strong

女性における排尿筋収縮力

Projected isovolumetric detrusor pressure (PIP1)

$$= P_{det}Q_{max} + Q_{max}$$

< 30 : Weak

30~75 : Normal

> 75 : Strong

**Urodynamic
diagnosis**



**Symptom-based
diagnosis**

DO (排尿筋過活動)

OAB (過活動膀胱)

(Definition established)

DU (排尿筋低活動)

UAB (低活動膀胱)

(Definition not established)

排尿筋低活動 (detrusor underactivity: DU)

- $Q_{max} < 10\text{mL/s} + P_{det}Q_{max} < 30\text{cmH}_2\text{O}$
- $BOOI < 20 + Q_{max} < 12\text{mL/s}$
- $BCI < 100$

最後に

- ちょっと待って考える → 注入を止める
- 圧がおかしい! → せき(コフテスト)をしてもらう
- 検査全体に気を払う → 排尿相までに問題解決
- 疑問を持ったまま終わらせない
- “何か”おかしかったら、考える