

第22回 排尿機能検査士講習会(Advancedコース)

2025年7月12日(土)

ソラシティカンファレンス御茶ノ水

ウロダイナミクスの実践と解釈 のポイント

長野県立こども病院 泌尿器科
市野みどり



第22回排尿機能検査士講習会 初級・上級コース CO I 開示

市野みどり

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。

尿流動態検査の役割

自覚症状と下部尿路機能は必ずしも一致しない。

下部尿路機能障害の病因・病態は多岐にわたり，複雑な病態を呈する症例もある

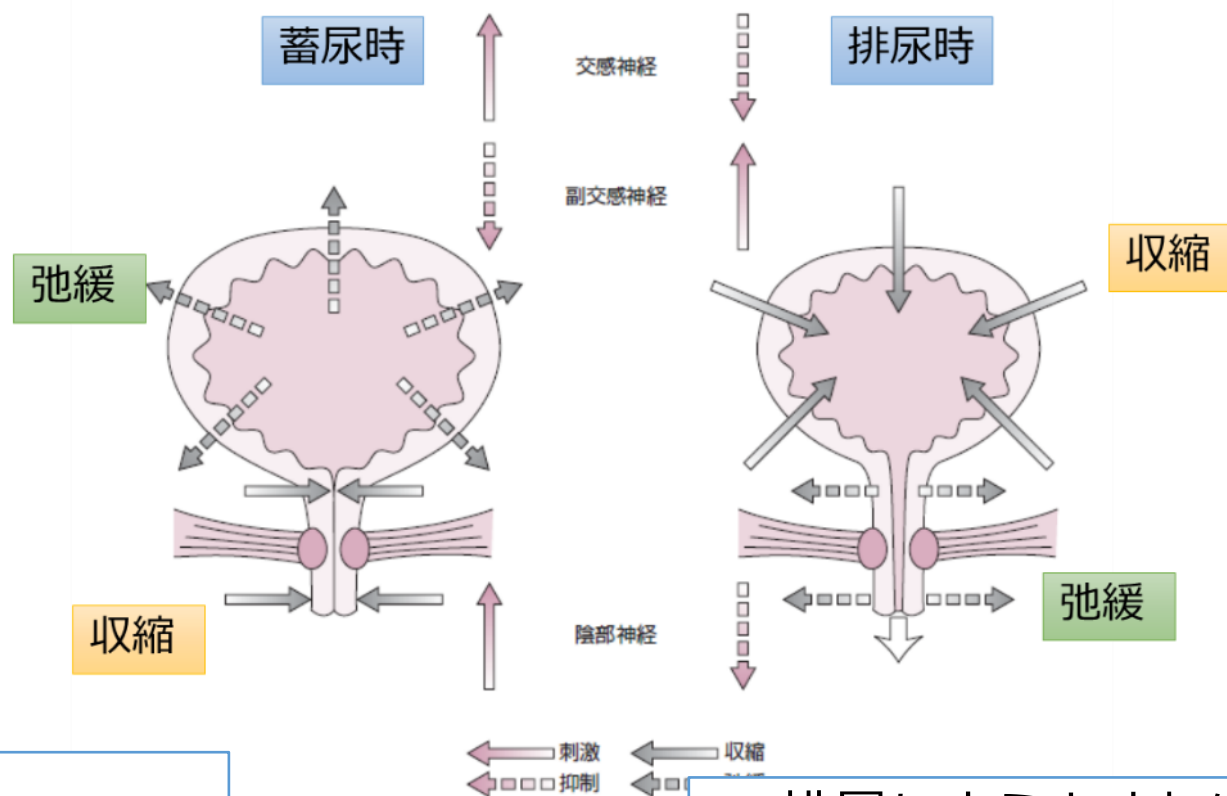


様々な下部尿路機能障害に対し

適切な治療法選択のため、正確な下部尿路機能の評価が必要



どこに問題がある？ 自覚症状の原因は？



- 尿意を感じる
- 膀胱内は低圧に保たれる
- 尿失禁はない

- 排尿しようとするばいつでも排尿できる
- 特別な努力は不要
- 残尿はない

尿流動態検査の適応

- ① 尿失禁
- ② 膀胱出口部通過障害
- ③ 神経因性膀胱機能障害
- ④ 複雑な排尿/ 失禁問題を有する小児の一部

尿流動態検査の種類

- ① 尿流測定
- ② 残尿測定
- ③ 膀胱内圧検査
- ④ 外尿道括約筋筋電図
- ⑤ 内圧尿流検査
- ⑥ 腹圧下漏出時圧測定
- ⑦ 尿道内圧測定

実際、検査を始める前に！

1) 何を知りたいのか？

目的

2) どの検査が必要か？

検査法の選択

3) 被験者に利益があるか？

診断をする
治療方針を決める
治療効果の確認

検査前 確認必要事項

施行前の確認 (非侵襲的な情報の収集)

症状

基礎疾患

内服薬

(排尿に影響を与える薬は?)



	時間	排尿 (○印)	尿量 (ml)	漏れ (○印)	
時から翌日の 時までの分をこの一枚に記載してください					
1	9 時 14 分	○	100	○	尿漏れあり、それからトイレへ (自己申告) 着替え スポンまで
2	11 時 35 分	○	150	○	尿漏れあり、それからトイレへ (自己申告) 着替え スポンまで
3	15 時 55 分	○	100		言われてトイレへ
4	17 時 5 分	○	130		自分からトイレへ
5	18 時 25 分	○	100		自分からトイレへ
6	19 時 15 分	○	100		自分からトイレへ
7	21 時 30 分	○	100		自分からトイレへ
8	22 時 00 分	○	?	○	ソファで居眠り 尿漏れ
9	8 時 00 分	○	?	○	起床、オムツから漏れる お布団まで
10	11 時 00 分	○	60		親に言われてトイレへ
	時間	排尿	尿量	漏れ	

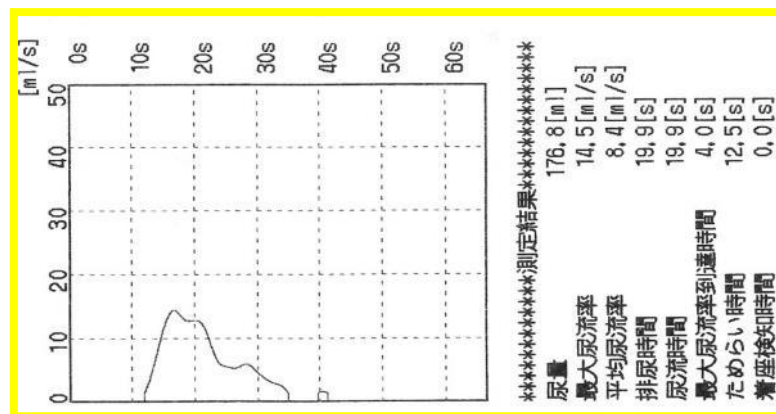
かけ込む
わずかにもれ

尿流測定 (uroflowmetry)

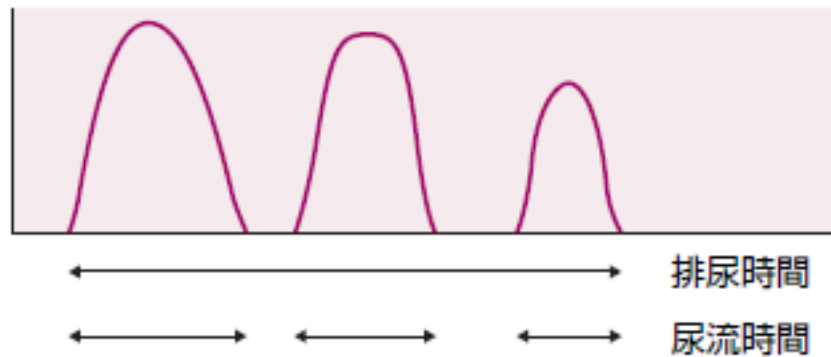
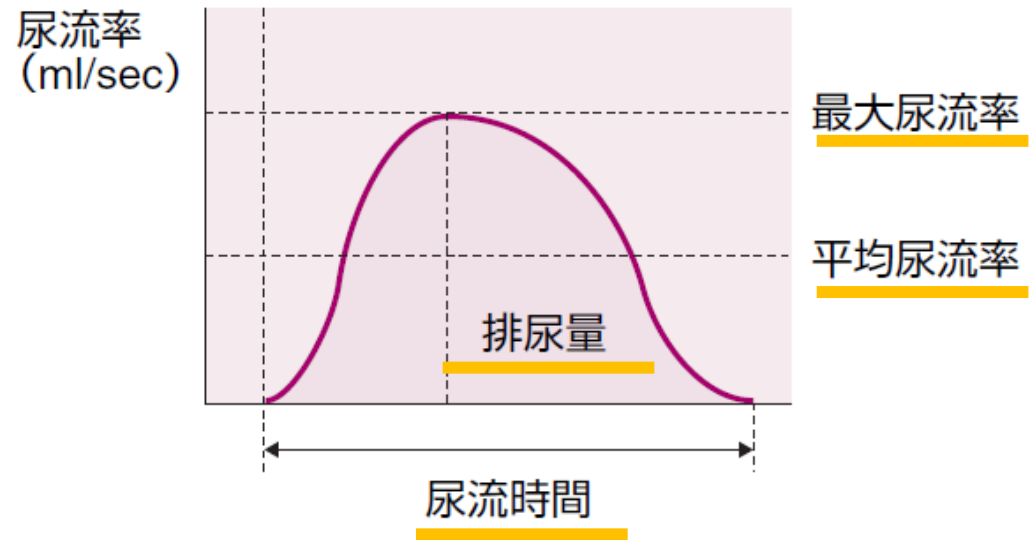
尿流量測定 (Uroflowmetry)



被検者が機械に向かって排尿する
自動的に尿流カーブを描出
各パラメーターを計算して表示



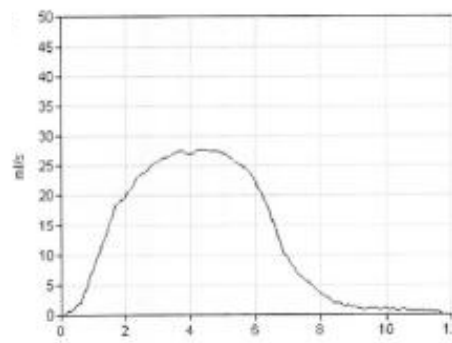
尿流測定 (uroflowmetry)



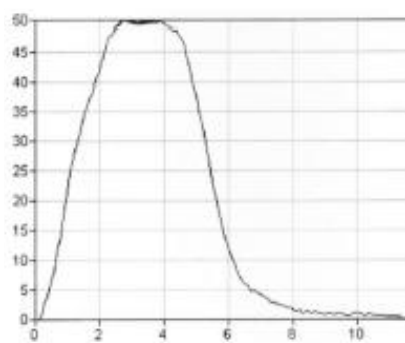
評価項目

- 最大尿流量 (率) (Q_{max})
- 平均尿流量 (率) (Q_{ave})
- 排尿量
- 尿流時間
- 排尿時間
- 尿流カーブのパターン

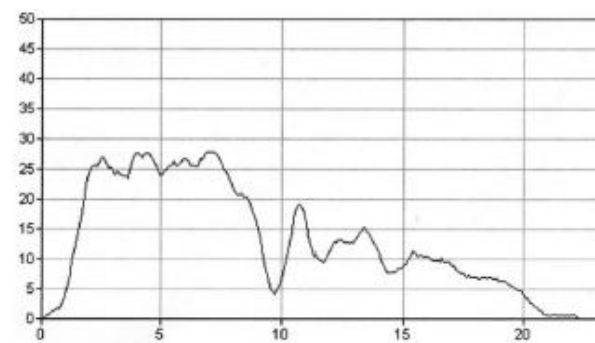
尿流波形



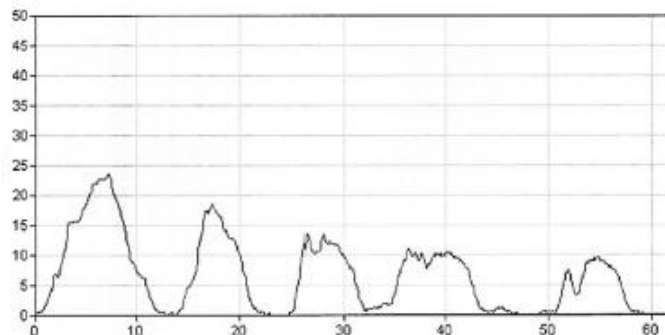
ベル型パターン



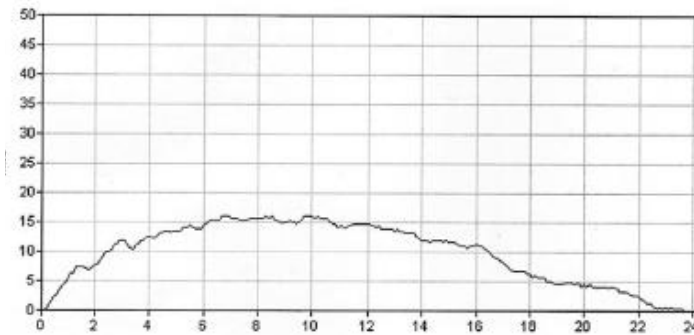
タワー型パターン



スタッカート型パターン



断続型パターン

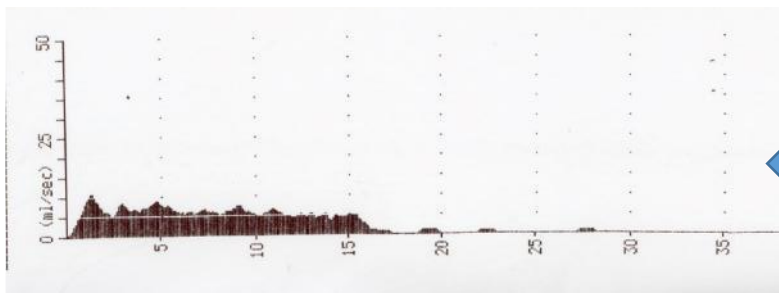
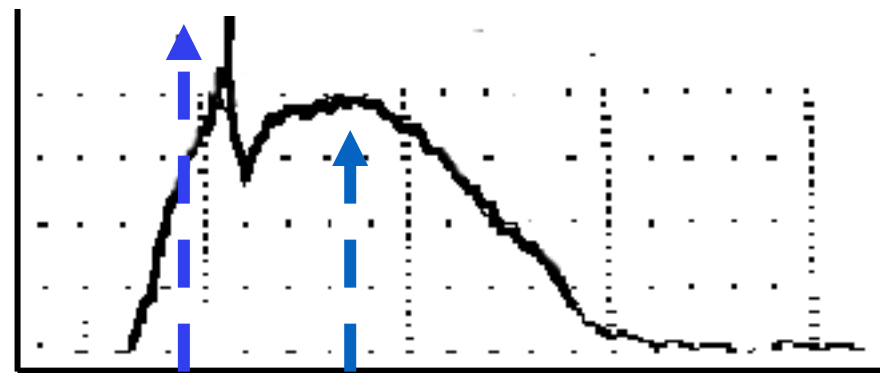


平坦型パターン

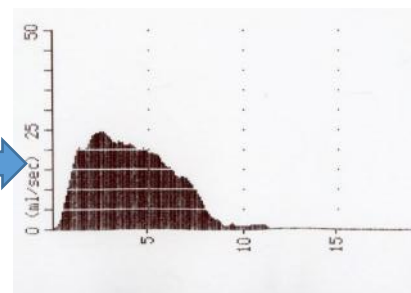
評価における注意

- ・ プライベートな環境
- ・ 初回時の検査結果は不良なことあり（緊張）
→ 複数回行って評価
- ・ 尿流カーブの波形（パターン）の評価も有用
- ・ 機器表示のデータを鵜呑みにしない

アーチファクト

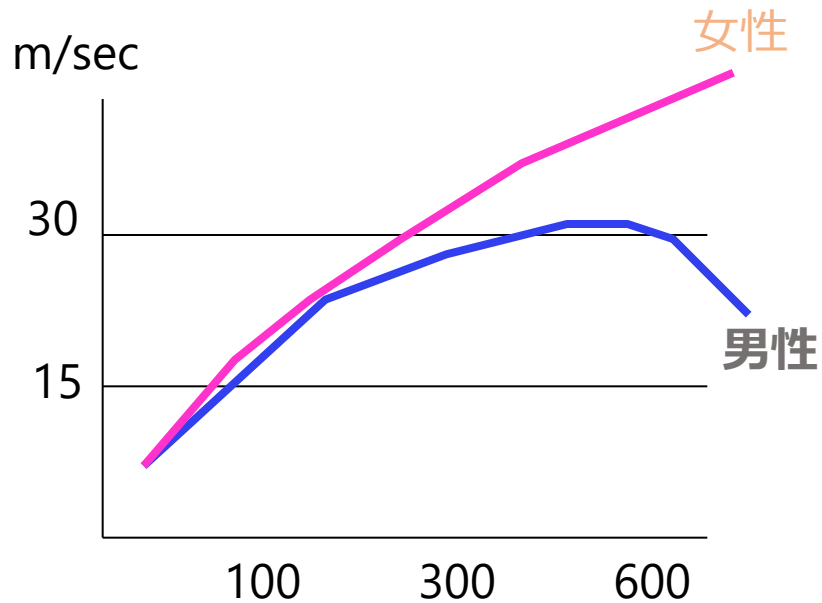


同一症例



評価における注意

排尿量により結果が異なる！



最大尿流率(Qmax) 正常値：

150ml以上の排尿量で

男性 > 15 ml/sec

女性 > 20 ml/sec

年齢による違い；高齢者では低下

たまりすぎにも注意が必要

排尿量が異なる測定結果の比較は不適切

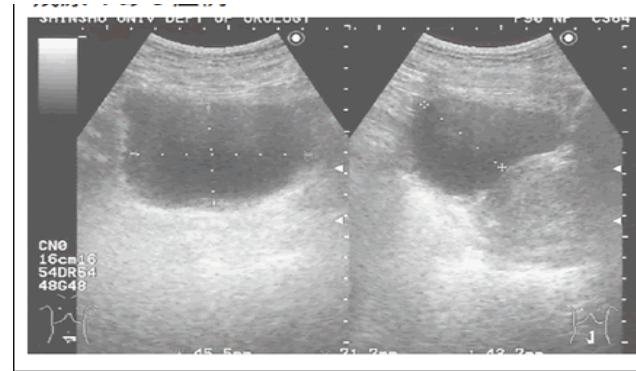
→ 排尿を始めるタイミングに注意

- できるだけ日常を反映したい
- 排尿日誌など参考に

残尿測定

残尿測定

- ・ 導尿による残尿測定
- ・ 経腹的超音波検査
- ・ 簡易型残尿測定装置



注意

- ✓ 排尿直後に行う
- ✓ 排尿ごとのばらつきが大きいので数回測定する
- ✓ 計測値の異常が疑われる場合には、超音波で確認する
圧排による膀胱の変形、骨盤内の液体貯留など



残尿測定

どれ位の残尿量があると問題か？

成人

- 50 ml ¹⁾
- 100 ml ²⁻⁴⁾
- 明示せず⁵⁾

小児⁶⁾

- ✓ 4-6 歳: 30 ml or > 21% of EBC** (1回の測定)
20 ml or > 10% of EBC** (2回の測定)
- ✓ 7-12 歳: 20 ml or > 15% of EBC** (1回の測定)
10 ml or > 6% of EBC** (2回の測定)

EBC: estimated bladder capacity
* EBC (ml) = 7 × body weight (kg)
** EBC (ml) = (age + 1) × 30

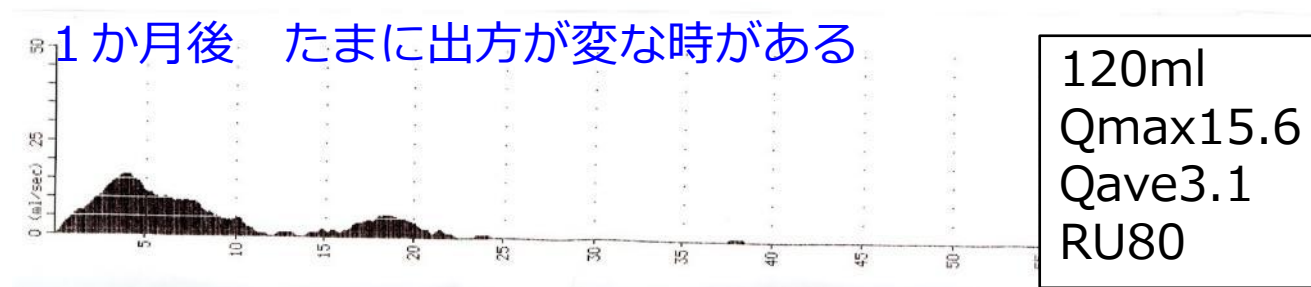
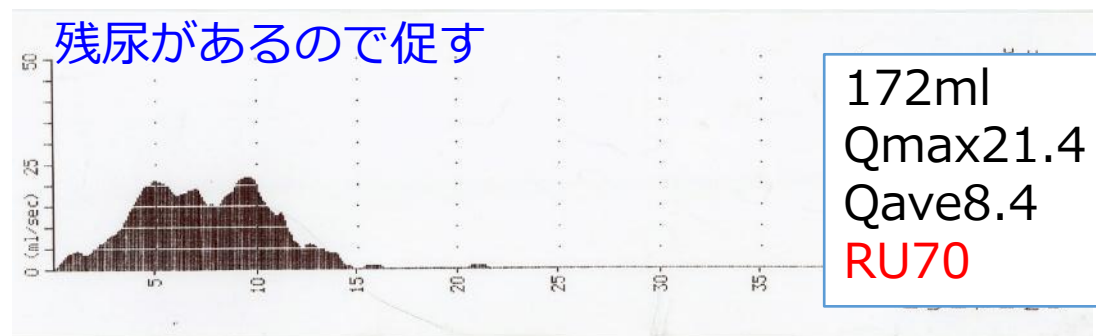
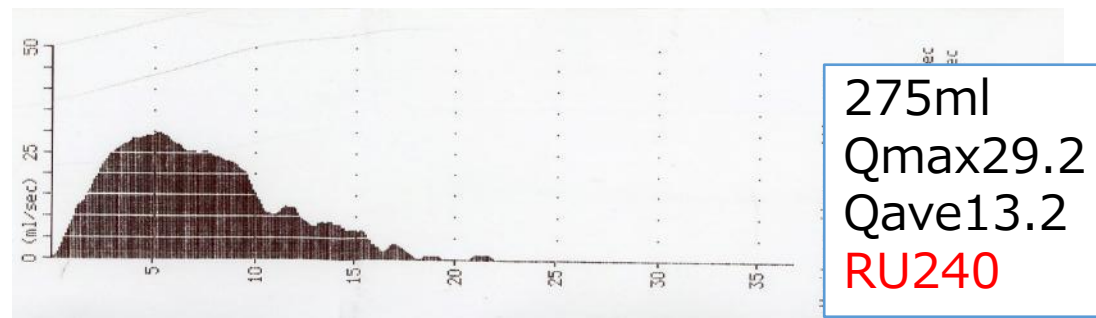
期待膀胱容量(EBC)*の2倍< か膀胱が常時充満

- 1)女性下部尿路症状診療ガイドライン2013年
- 2)過活動膀胱診療ガイドライン[第2版] 2015年
- 3)男性下部尿路症状・前立腺肥大症診療ガイドライン2017年
- 4)脊髄損傷における排尿障害の診療ガイドライン2019年
- 5)パーキンソン病における下部尿路機能障害診療ガイドライン2017年
- 6)二分脊椎に伴う下部尿路機能障害の診療ガイドライン2017年

尿流測定と残尿測定を組み合わせる

13歳 男児 脊髄脂肪腫

来院を忘れていた
自覚的に困ることはない



この後急速に症状増悪

評価における注意

尿流：排尿筋収縮 × 尿道抵抗

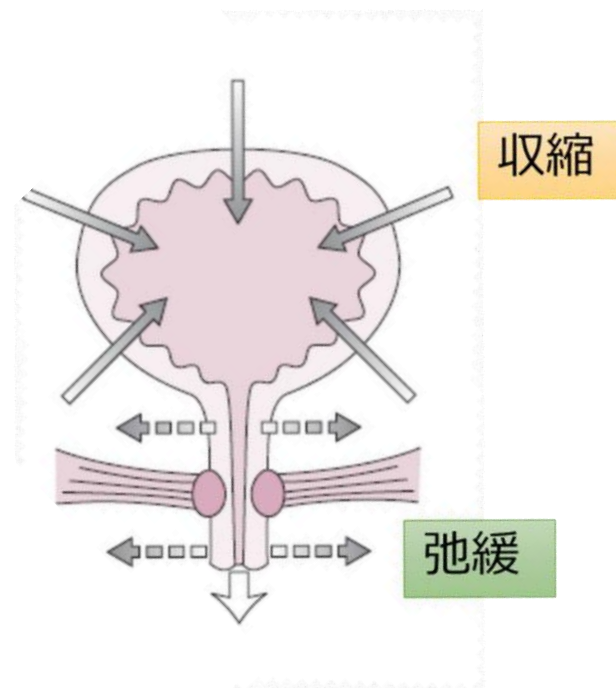
尿流不良

排尿筋の収縮障害

膀胱出口部閉塞

尿流測定による鑑別は困難

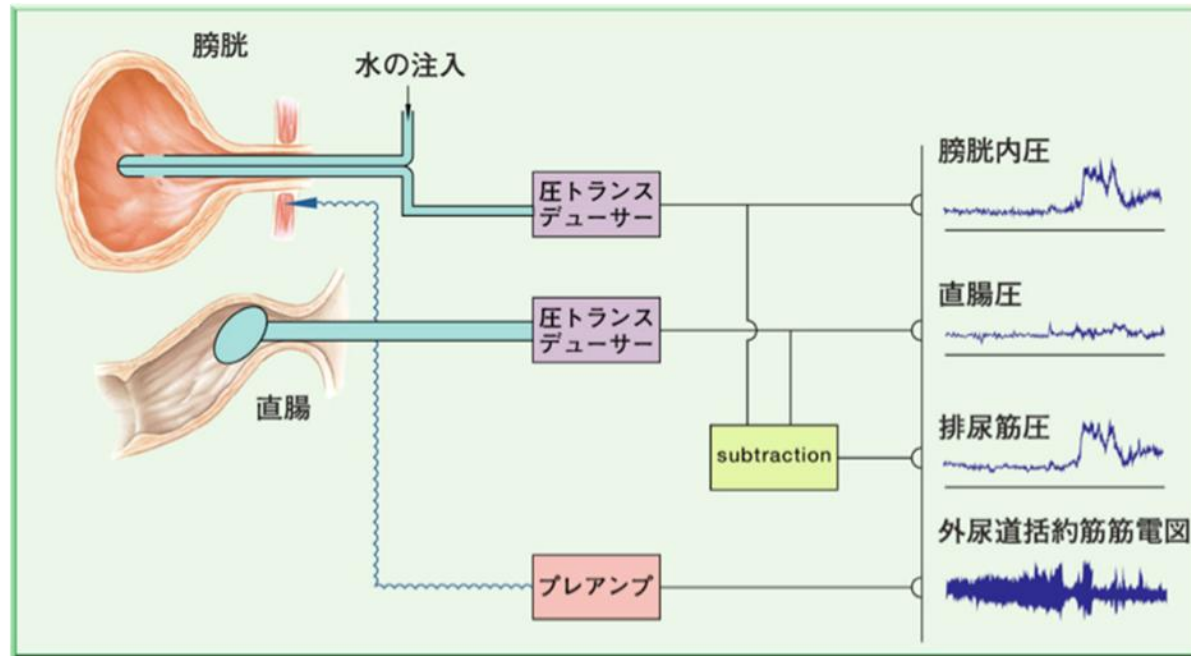
スクリーニング検査としての尿流測定



膀胱内圧検査 (cystometry)

膀胱内圧検査

蓄尿時の膀胱内圧と容量との関係を測定する。
(膀胱を充満しながら膀胱内圧を連続的に記録)



排尿筋圧 = 膀胱内圧 - 腹腔内圧

腹腔内圧 = 直腸内圧

消化管ストーマを利用することもある

尿道括約筋筋電図 = 肛門括約筋筋電図

パラメーター

- ・ 膀胱知覚
- ・ 膀胱筋活動
- ・ 膀胱コンプライアンス
- ・ 膀胱容量：各尿意の起こる容量，最大膀胱容量
- ・ 尿漏出の状況

検査の実際

手技の流れ

開始前にラインの接続、機器の動作確認

1. 体位をとる
2. カテーテル挿入
3. カテーテル固定
4. トランスデューサーと接続
5. 0点補正

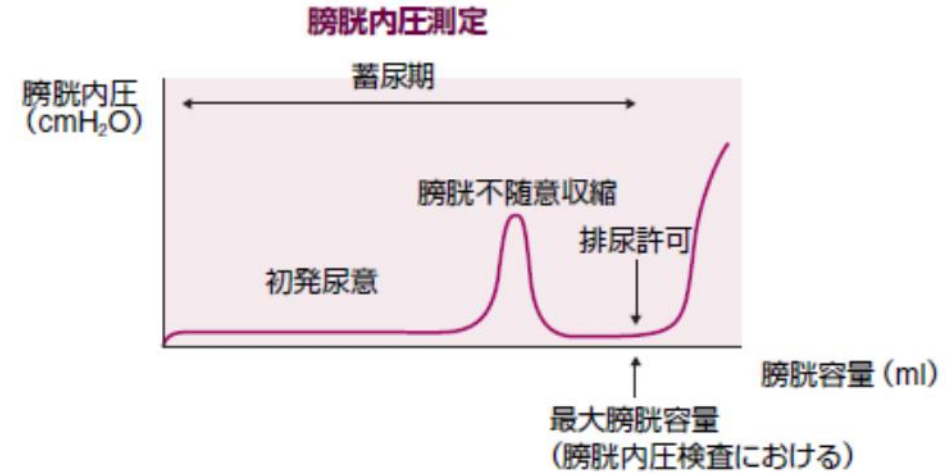
咳，腹圧をかけるなどで，膀胱内圧，直腸内圧が適切に記録されることを確認

手技の流れ

6. 圧測定開始
7. 媒体注入
8. 蓄尿機能測定
9. 最大容量（最大尿意）にて媒体注入停止

誘発試験（排尿筋過活動）

咳、怒責、冷たいものを手に触らせる
流水音を聞かせる
体位を変える



正確なデータのために

カテーテル内のairが混入していないか

カテーテルの位置

直腸カテーテル； 肛門括約筋を超えた位置

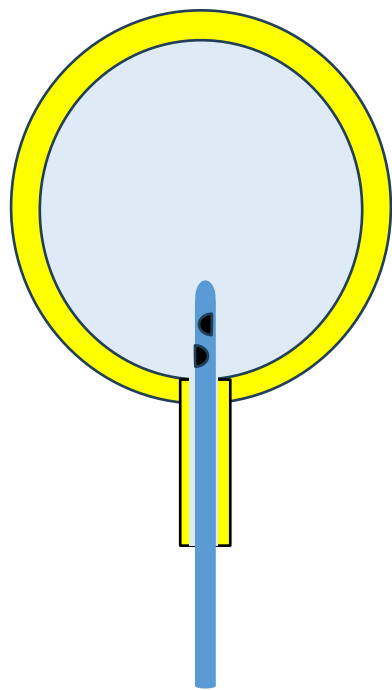
開始前には膀胱を空にする

カテーテルの固定 できるだけ尿道口の近くに固定する

体位変換しても先端の位置がずれないように

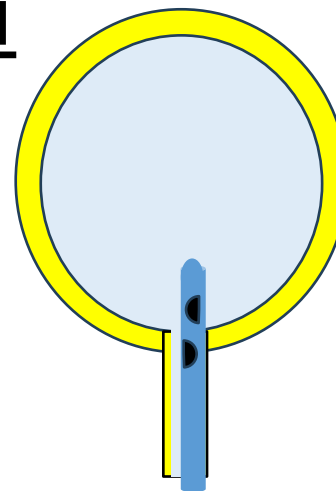
便が多量にたまっていれば浣腸、敵便

膀胱内圧カテーテルの位置

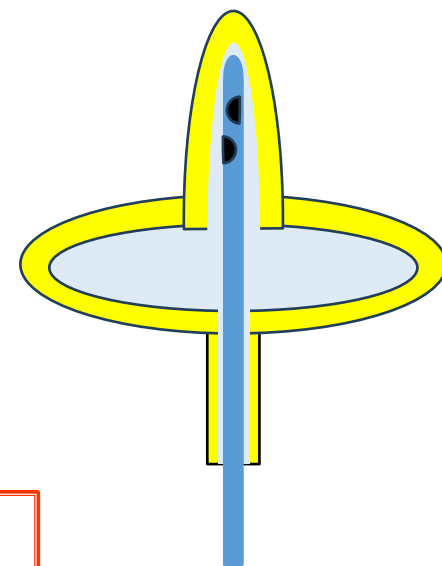
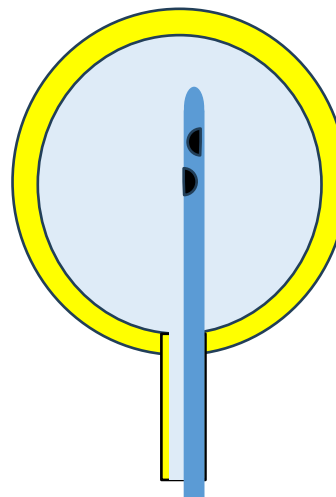


適切な位置

浅すぎ
尿道の圧を測定



深すぎ
ある程度膀胱が充満すれば測定
できる
低容量、排尿時は測定できない



最初から最後まで正しく測定できる位置に挿入し、固定する

カテーテル挿入時確認

- ・ 知覚は？
- ・ 尿道の抵抗 括約筋を抜ける感覚
- ・ 回収量 直前に排尿し、残尿評価

媒体注入速度

生理的注入速度： $\leq$ 体重(kg) / 4 (ml/min)

非生理的注入速度：生理的注入速度を上回る速度

通常は中等度の注入速度 25～50 ml/minの注入速度でよい

緩徐な注入速度（25ml/min以下）

低コンプライアンス、排尿日誌上での低容量膀胱、神経因性下部尿路機能障害などが疑われる

– 小児： $\leq$ 機能的膀胱容量 $\times$ 10% (ml/min) or 10～30 ml/min

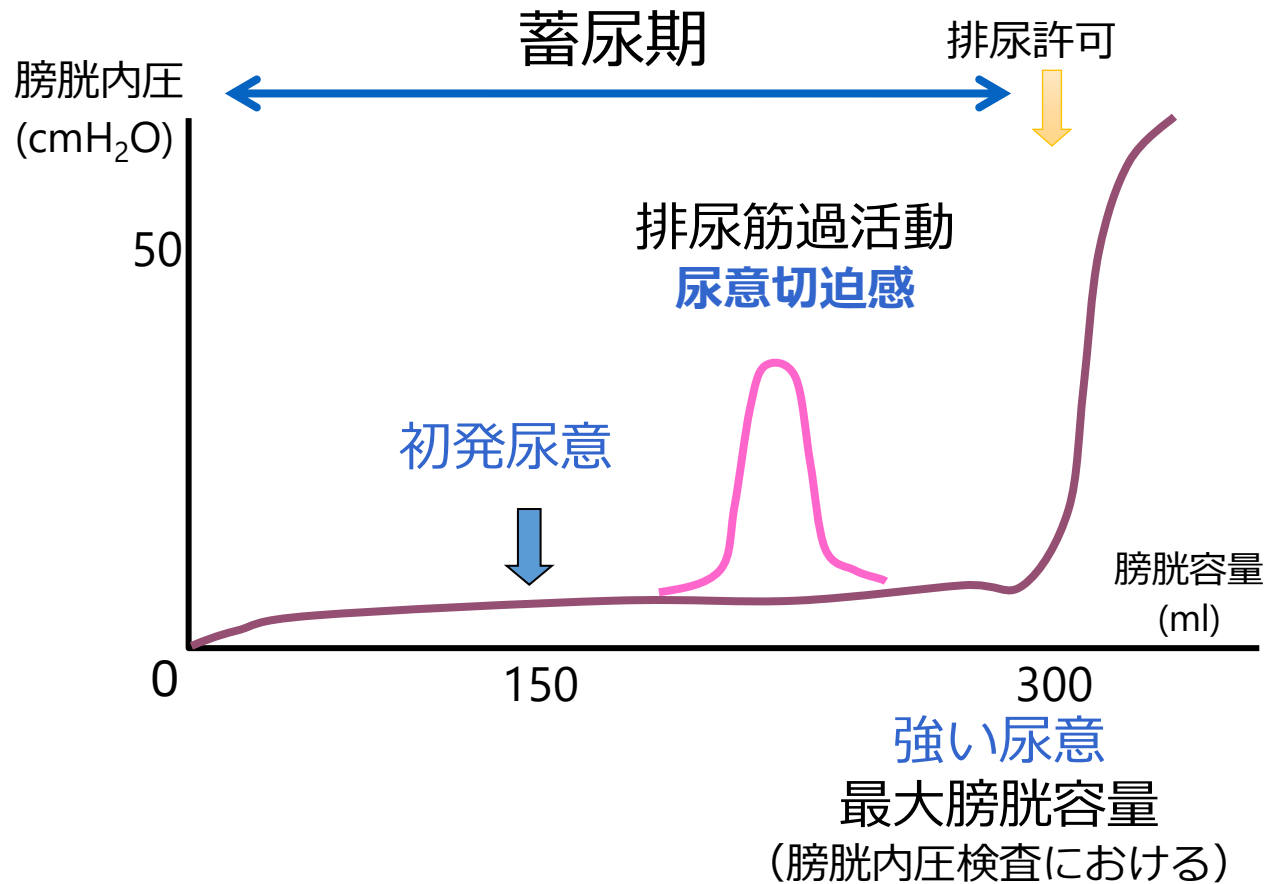
EBC あるいは最大1 回導尿量の2～10%程度とする,

(EBC (年齢+1) $\times$ 30 mL (4～12 歳))

うまく圧測定できないとき

- ・ 膀胱内圧測定ラインにAirが混入
- ・ ラインの接続違い（膀胱内圧と直腸圧ラインの取り違いなど）
- ・ **カテーテルの位置**
 - ・ 直腸カテーテル 肛門括約筋を超える
- ・ カテーテルの不良品 トランスデューサーの不良

膀胱知覚、膀胱容量



- 初発膀胱充満感

初めて膀胱の充満感を感じたときの感覚

- 初発尿意

排尿したいかもしれないと最初に感じた時の感覚 150-200ml

- 正常尿意

次に機会があったら排尿したいが、必要ならば先延ばしできるという感覚

- 強い尿意

漏れのおそれはないものの持続的に尿意があるという感覚 300-500ml

尿意について 被検者に説明しておく

被検者の態度を観察

緊張をほぐす（話かけるなど）

プライバシーに配慮

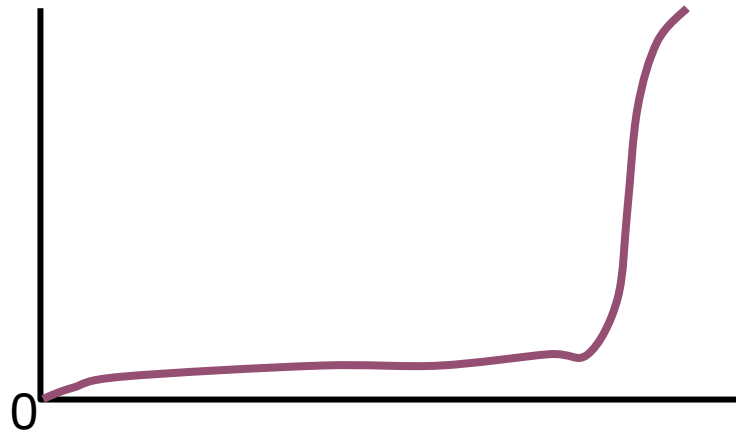
膀胱内圧検査中の排尿筋機能

- 正常排尿筋機能

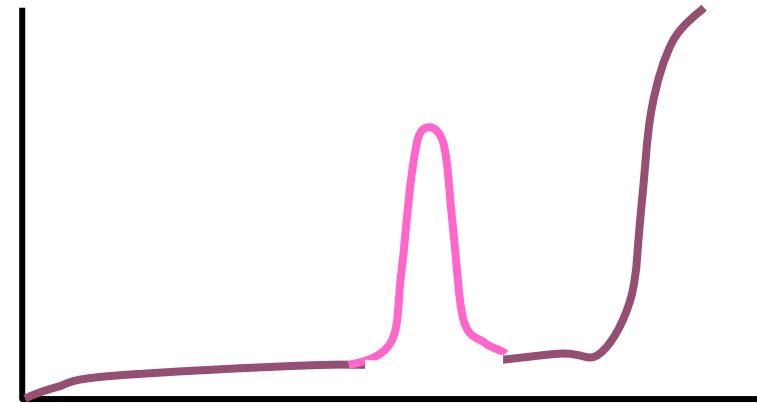
膀胱の充満に伴う圧変化が全く起こらない

- 排尿筋過活動(Detrusor overactivity、DO)

膀胱内圧測定中に排尿筋収縮を認める



正常排尿筋機能

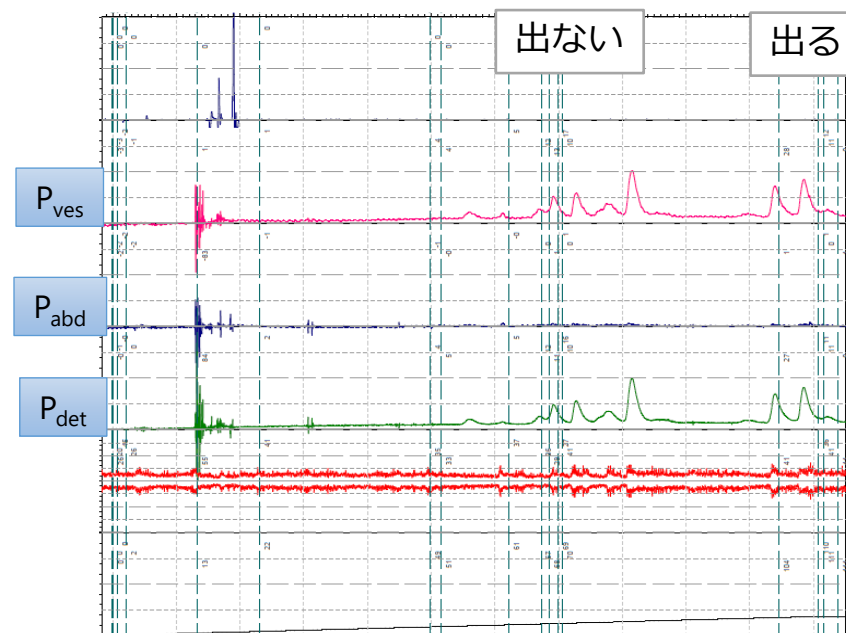


排尿筋過活動

評価における注意

排尿筋過活動が認められたら、

- 尿意切迫感
- 切迫性尿失禁 確認



検出率の問題

1/3は誘発試験で認められる

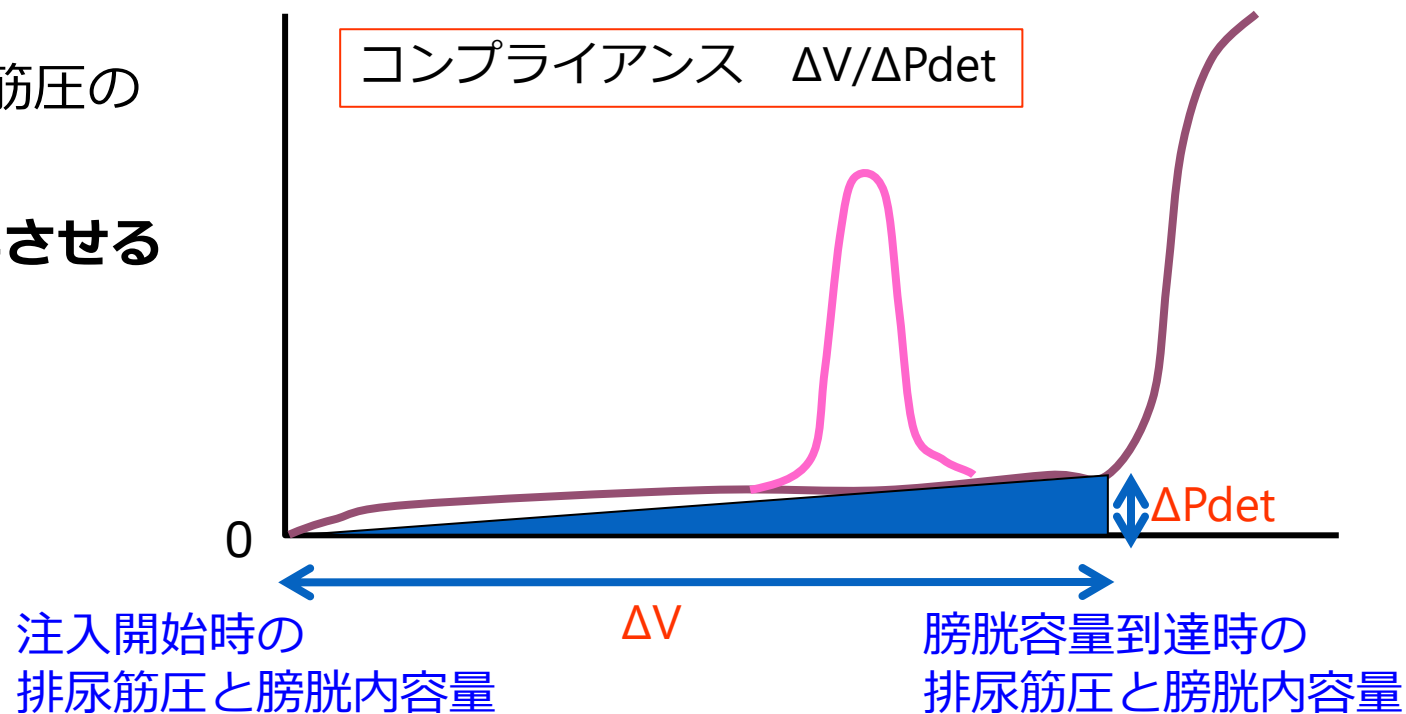


怒責・咳
体位変換
冷たいものを触る

病歴から排尿筋過活動が疑われる？

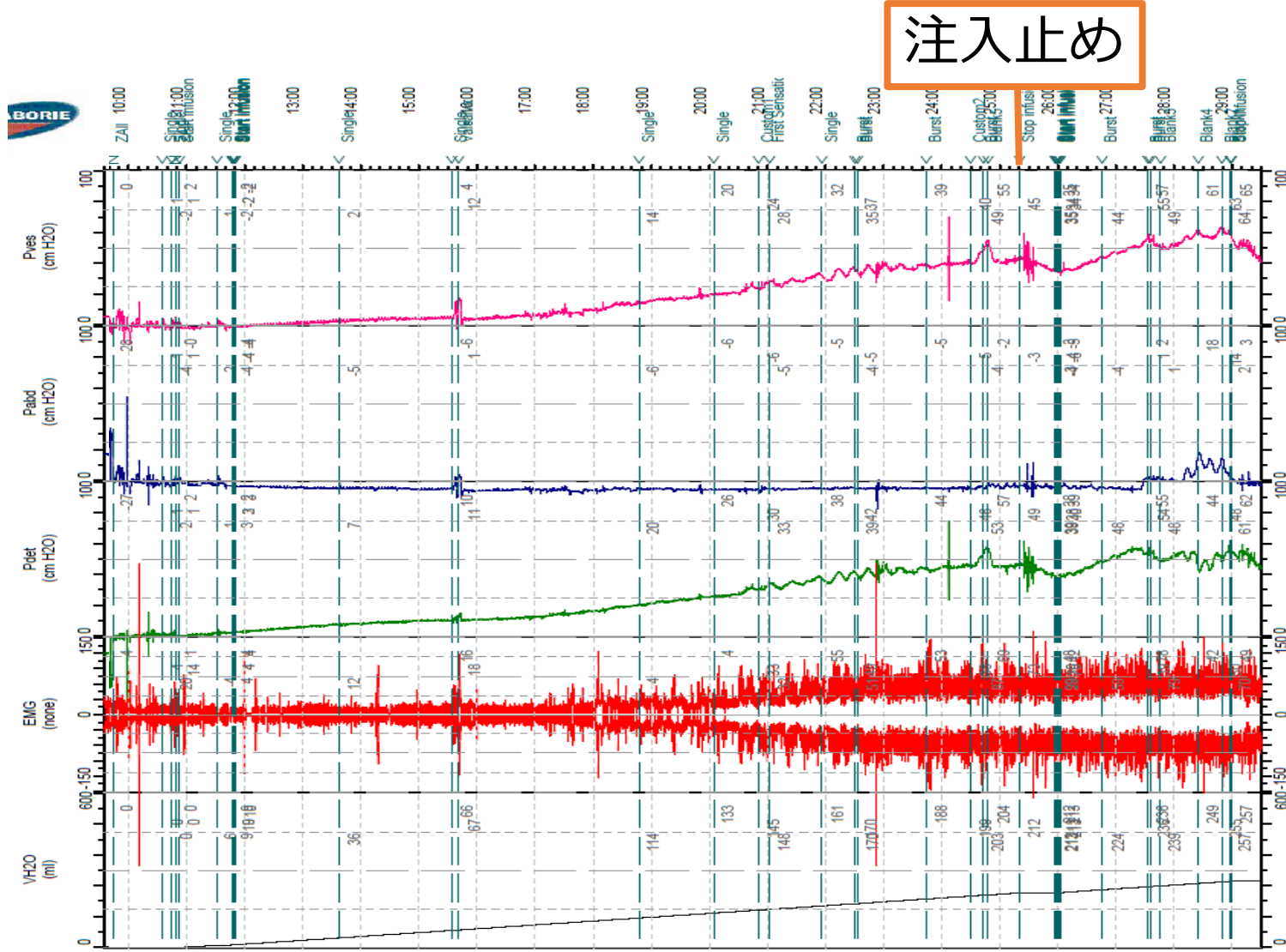
膀胱（排尿筋）コンプライアンス

- ・ 膀胱の伸展性の尺度
- ・ 膀胱内容量の変化と、排尿筋圧の変化との関係
- ・ 膀胱の圧力を1 cmH₂O 上昇させるための膀胱内容量を反映
- ・ 単位はmL/cmH₂O



- ✓ 排尿筋収縮がない部分で測定
- ✓ 尿漏れを伴う排尿筋過活動を認める場合、排尿筋収縮開始の直前で測定

コンプライアンスの計算



女性のコンプライアンス

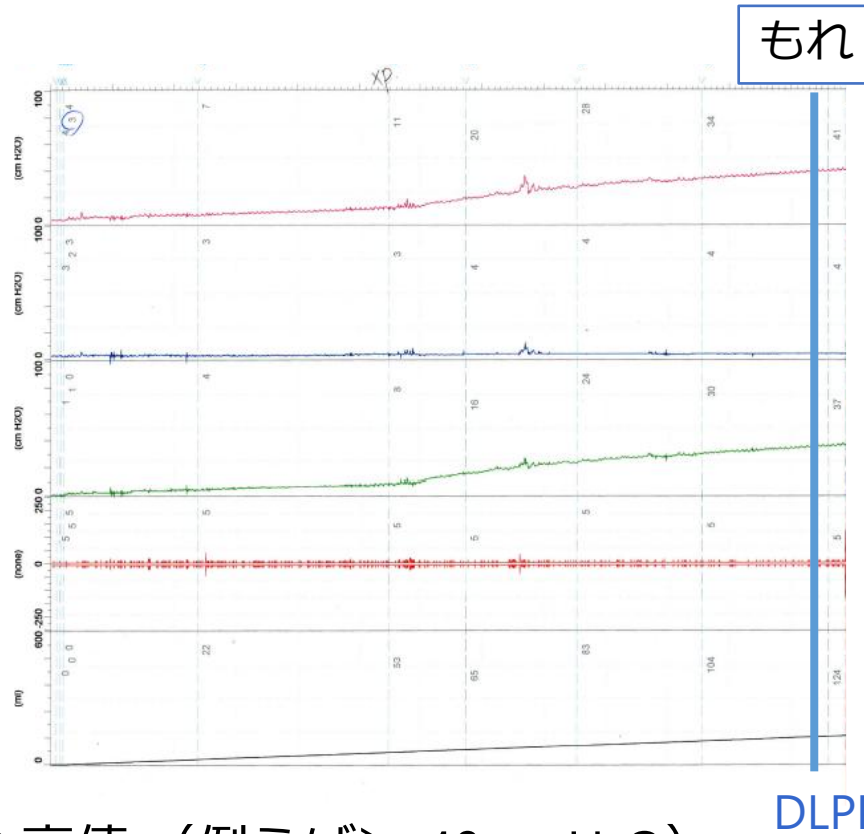
- ・ 低コンプライアンス
 - ・ 神経因性の患者： $< 10 \text{ mL/cmH}_2\text{O}$
 - ・ 非神経因性の患者： $< 30 \text{ mL/cmH}_2\text{O}$
- ・ 正常コンプライアンス
 - ・ 神経因性の患者： $> 30 \text{ mL/cmH}_2\text{O}$
 - ・ 非神経因性の患者： $> 40 \text{ mL/cmH}_2\text{O}$
- ・ 男性は明らかではない

低コンプライアンスの問題は、
高圧蓄尿

漏出時圧（Leak point pressures）

- 排尿筋漏出時圧（Detrusor leak point pressure: **DLPP**）
膀胱内圧測定中に尿漏出が観察された時の排尿筋圧の最小値
腹圧上昇は伴わない
膀胱出口部あるいは尿道括約筋の抵抗を反映
- 腹圧下漏出時圧（Abdominal leak point pressure: **ALPP**）
腹圧上昇により漏れが生じたときの膀胱内圧
- 排尿筋過活動時漏出時圧（Detrusor Overactivity leak point pressure: **DOLPP**）
排尿筋過活動によって最初に漏れが生じた時の排尿筋圧上昇の最小値

排尿筋漏出時圧 (Detrusor leak point pressure:DLPP)



尿漏出が観察された時の排尿筋圧の最小値
腹圧上昇は伴わない

DLPP 高値 (例えば $> 40 \text{ cmH}_2\text{O}$)

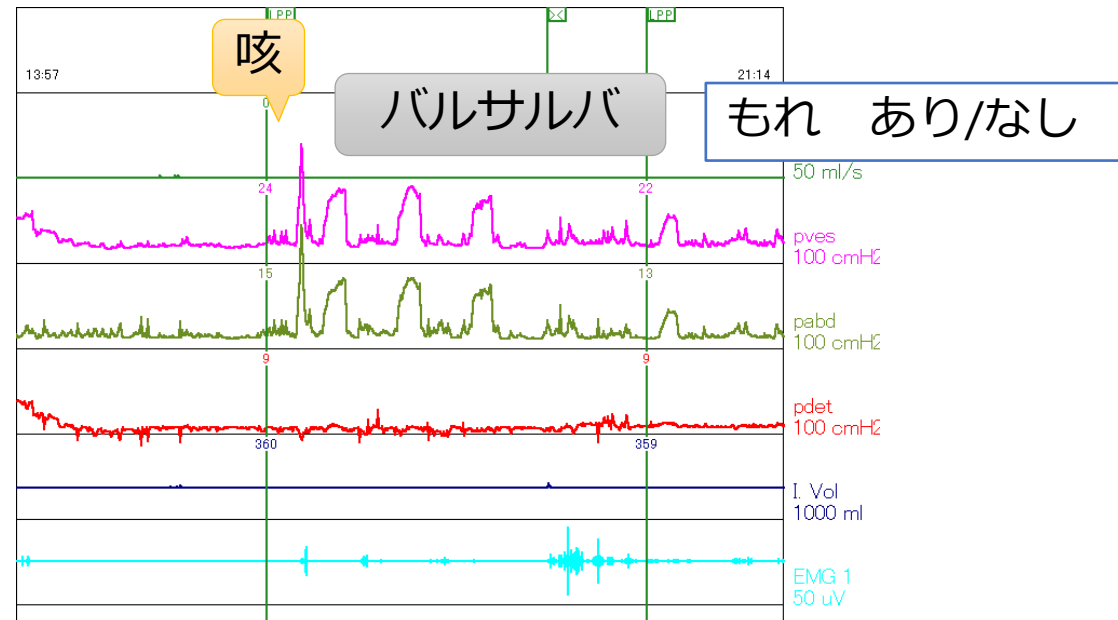
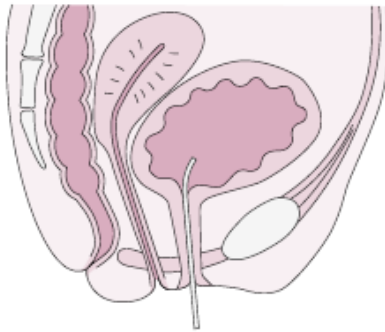
神経障害を有する患者において、上部尿路障害や膀胱への二次的障害のリスクとなりうる

腹圧下漏出時圧測定 (abdominal leak point pressure; ALPP)

腹圧上昇により漏れが生じたときの膀胱内圧

蓄尿した状態で、バルサルバ（吸気にて息をとめ、怒責） and/or 咳
→尿漏出を確認した瞬間に印をつける

排尿筋収縮は伴わない



正常では、腹圧が上昇した場合でも、膀胱充満中の尿道閉鎖圧が正の値を維持できる

内圧尿流検査
(pressure-flow study; PFS)

内圧尿流検査 (pressure-flow study; PFS)

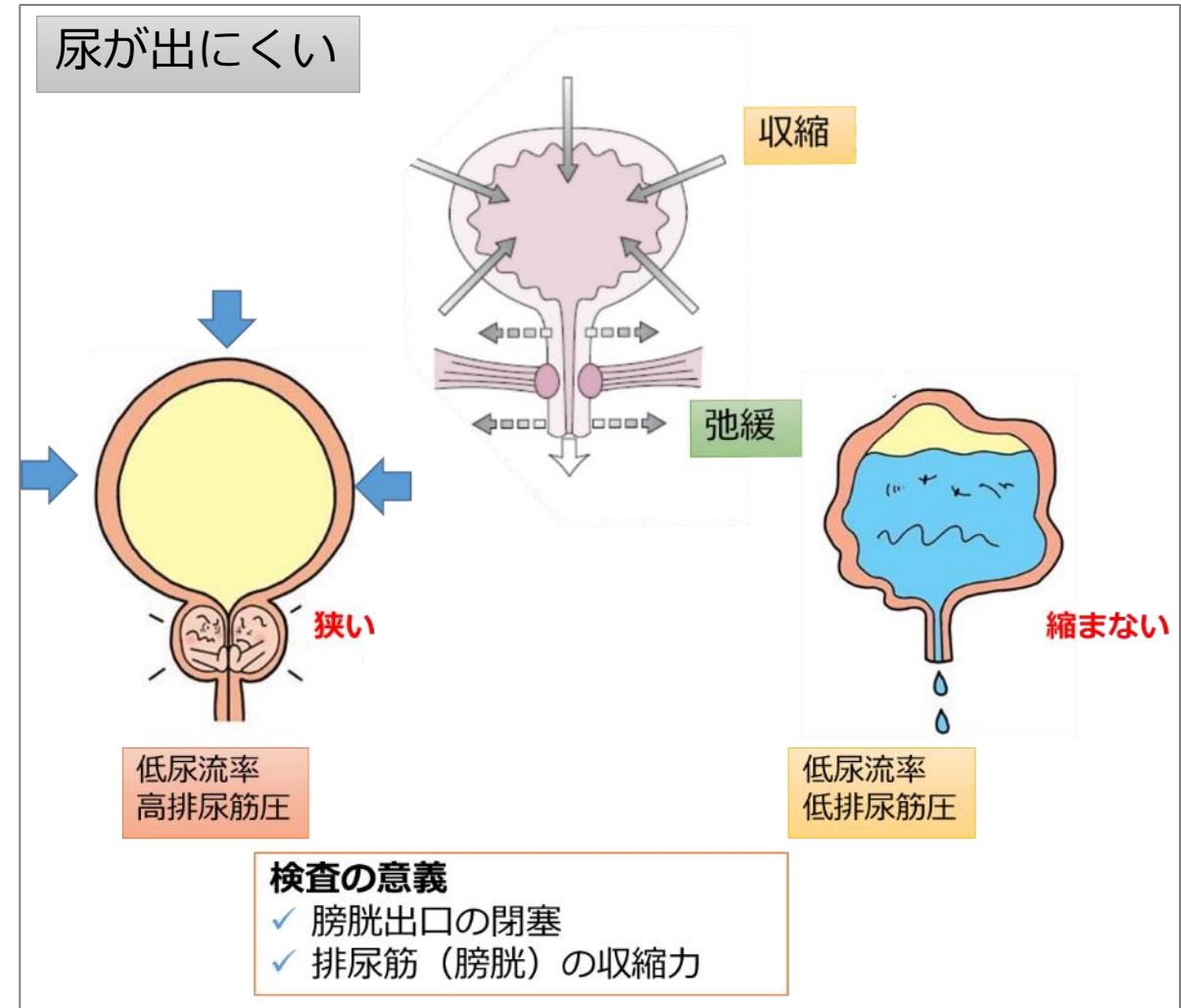
膀胱内圧

直腸内圧 (腹圧)

排尿筋圧

と同時に
排尿時の尿流率を評価
排尿中の状態も評価する！！

- ・ 下部尿路閉塞の有無・程度
- ・ 排尿筋収縮



排尿



排尿ができない場合

- 追加注入
- 蓄尿過多であれば、回収
- 環境調整

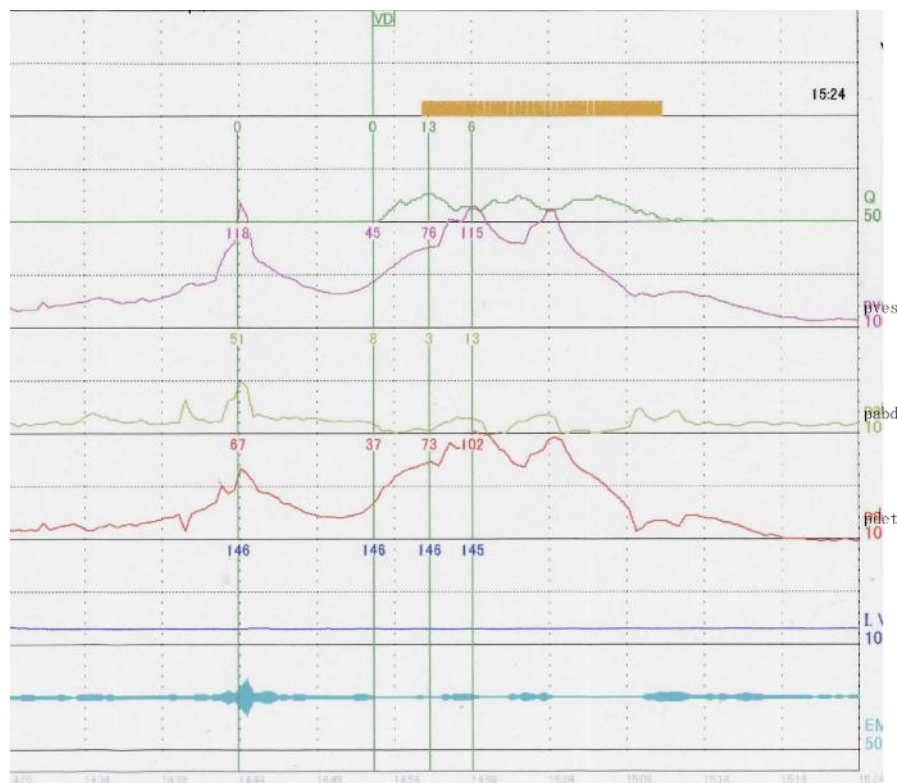
体型に合わせて高さを調節する
集尿コップの下に尿流測定装置を置く
できるだけ日常の体位で

排尿の開始

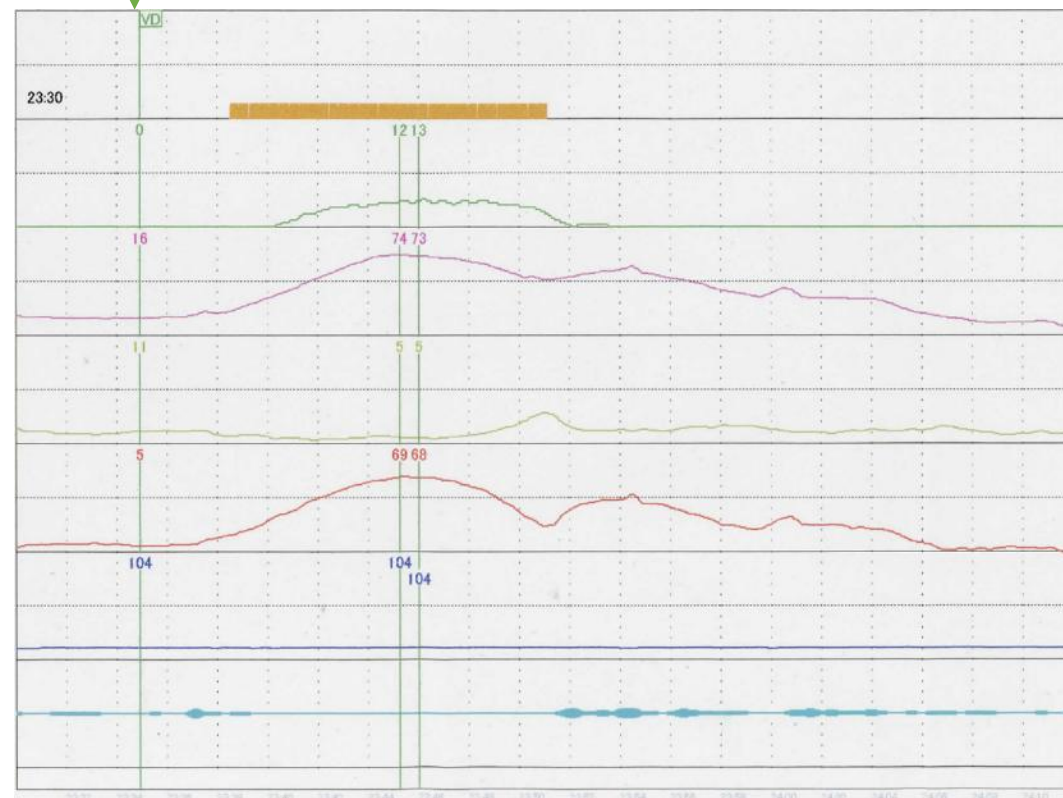
検者による排尿許可で始まり，患者が排尿が終了したと判断した時に終了

排尿準備中にDO+

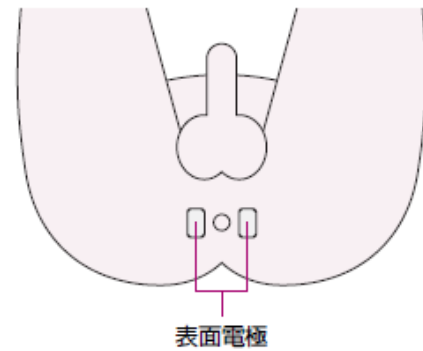
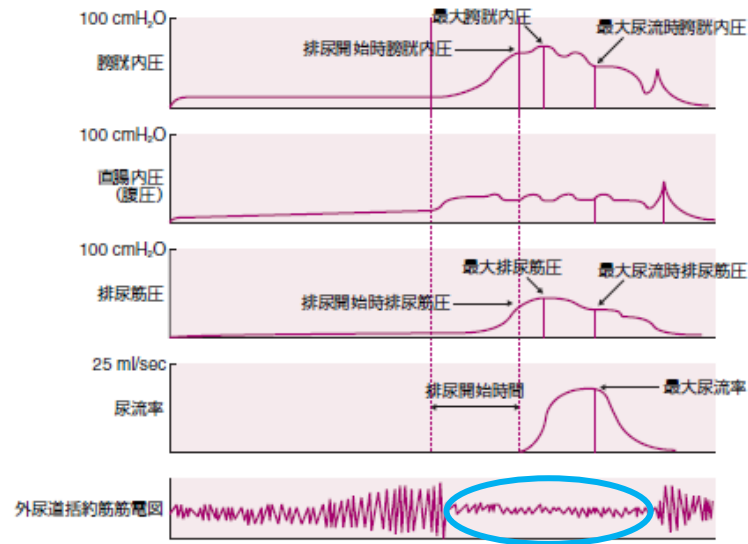
我慢できず続けて排尿



DOの起こっていない状態で排尿指示

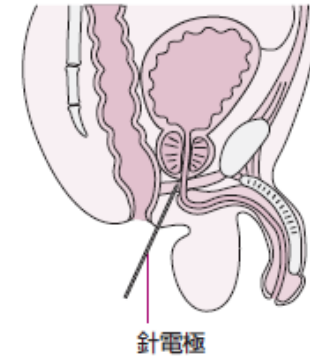


外尿道括約筋筋電図 (sphincter electromyography)



表面電極

肛門周囲に貼付



針電極

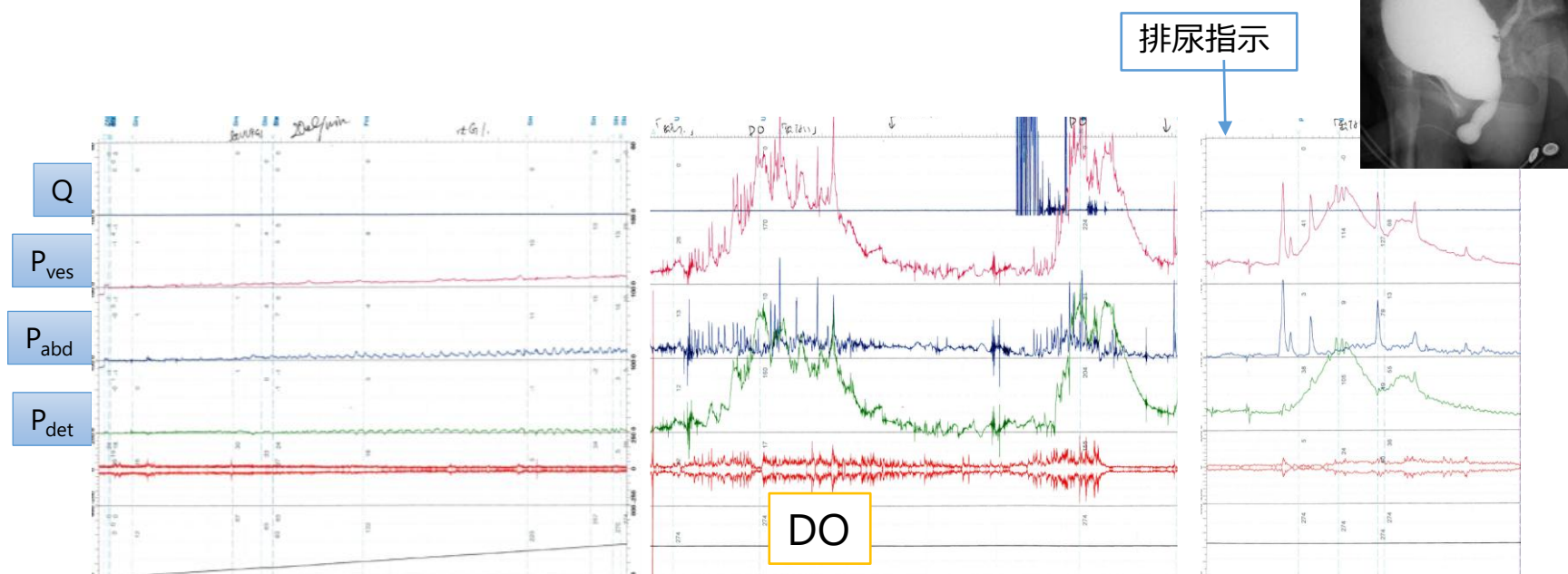
肛門周囲から外尿道括約筋に
直接刺入

正常では、**排尿筋の活動と協調**して
蓄尿時に収縮
排尿時に弛緩

- 検査手技がやや複雑となり、時間も要するため、ルーチン検査として行う必要はない
- 神経疾患に基づく、排尿筋括約筋協調不全を疑う場合に行う

ビデオウロダイナミクス

- 膀胱内圧測定と同時に、**X線透視装置**を使用し、膀胱、尿道の形態を観察する。
(注入する媒体は**造影剤**を使用する。)
- 下部尿路機能と形態的变化 同時に評価可能
VURや尿道の器質的な疾患の合併頻度が高い小児では有用



排尿時排尿筋機能

- 正常排尿筋機能

随意的に持続的な、排尿筋収縮が開始し正常な時間内に膀胱が完全に空になる
排尿筋収縮力は尿道抵抗の増加に反応して増加する

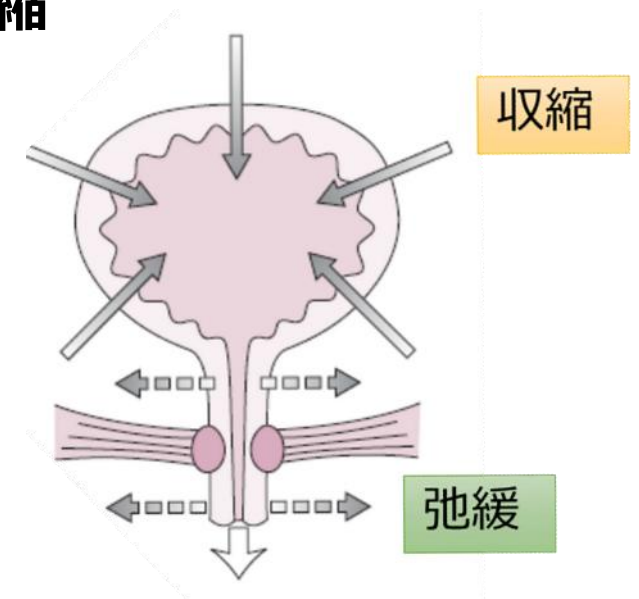
- 排尿筋低活動（Detrusor underactivity: DU）

尿流量の低下を伴う**排尿筋圧の低下**または**収縮時間の短縮**

- 排尿筋無収縮（Acontractile detrusor）

排尿筋圧の上昇がなく、排尿が得られない。
限られた排尿が怒責によって生じることがある。

検査中に排尿できない場合もある



排尿時尿道機能

- 正常尿道機能

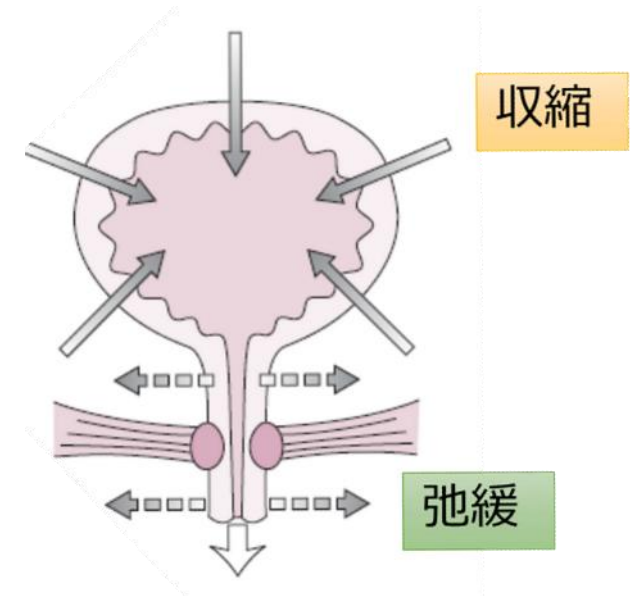
尿道が開口した後に持続的に弛緩し正常圧で膀胱は空となる

- 異常尿道機能

尿道括約筋の弛緩が完全でない

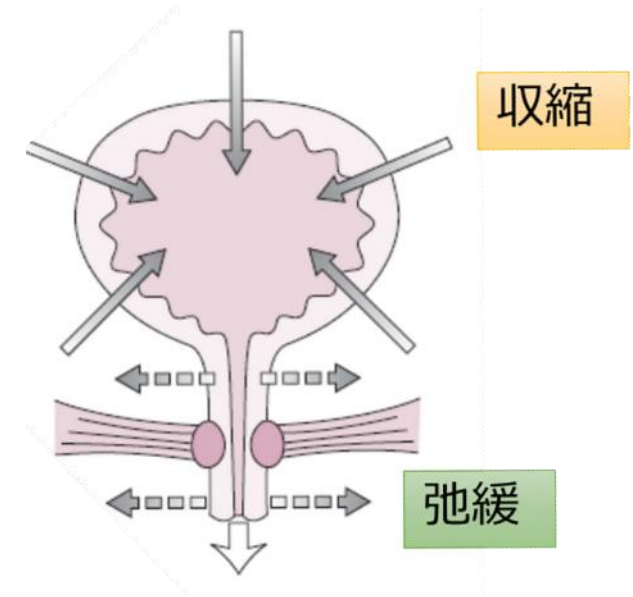
収縮する

排尿筋圧が上昇する



排尿中の異常尿道機能

- 膀胱出口部閉塞 (Bladder outlet obstruction: BOO)
排尿時の閉塞を意味する。尿流量の低下と排尿筋圧の上昇
- 機能障害性排尿 (Dysfunctional voiding)
神経学的に正常
排尿中に、尿道括約筋の不十分あるいは不安定な弛緩により、尿流が変動する。
- 排尿筋括約筋協調不全 (Detrusor-sphincter dyssynergia :DSD)
神経疾患 が認められる
排尿筋と尿道括約筋 が同時に収縮する。



下部尿路閉塞の診断

男性

膀胱出口部閉塞指数

$$(BOOI = P_{det} \cdot Q_{max} - 2Q_{max})$$

$BOOI < 20 \text{ cmH}_2\text{O} = \text{非閉塞}$

$BOOI \ 20 \sim 40 \text{ cmH}_2\text{O} = \text{不確}$

$BOOI > 40 \text{ cmH}_2\text{O} = \text{閉塞}$

女性

$$P_{det} Q_{max} > 2 \times Q_{max}$$

$$P_{det} Q_{max} > 1.5 \times Q_{max} + 10$$

おおむね

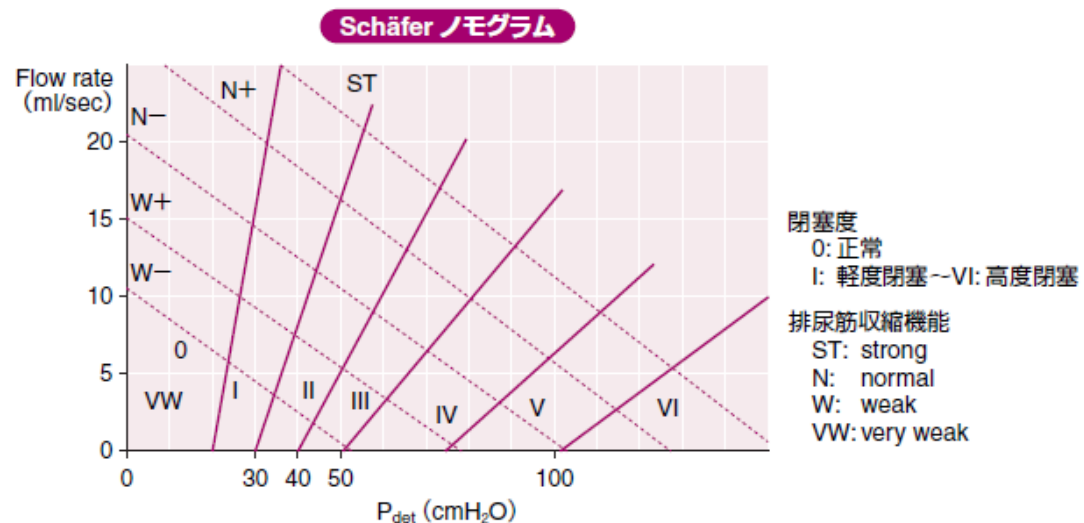
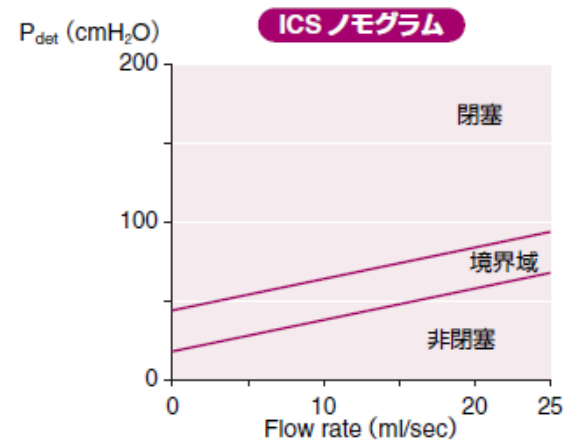
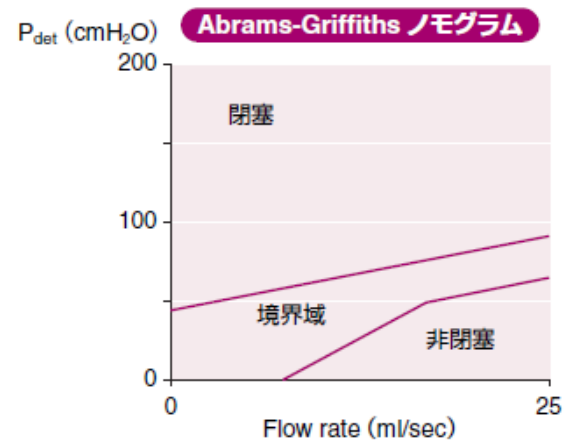
$$Q_{max} < 12 \sim 15 \text{ mL/s}$$

かつ

$$P_{det} > 20 \sim 40 \text{ cmH}_2\text{O}$$

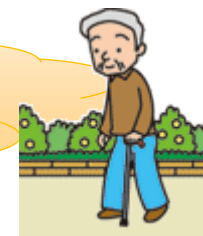
現時点では女性下部尿路閉塞の診断基準のコンセンサスは得られていない

ノモグラム

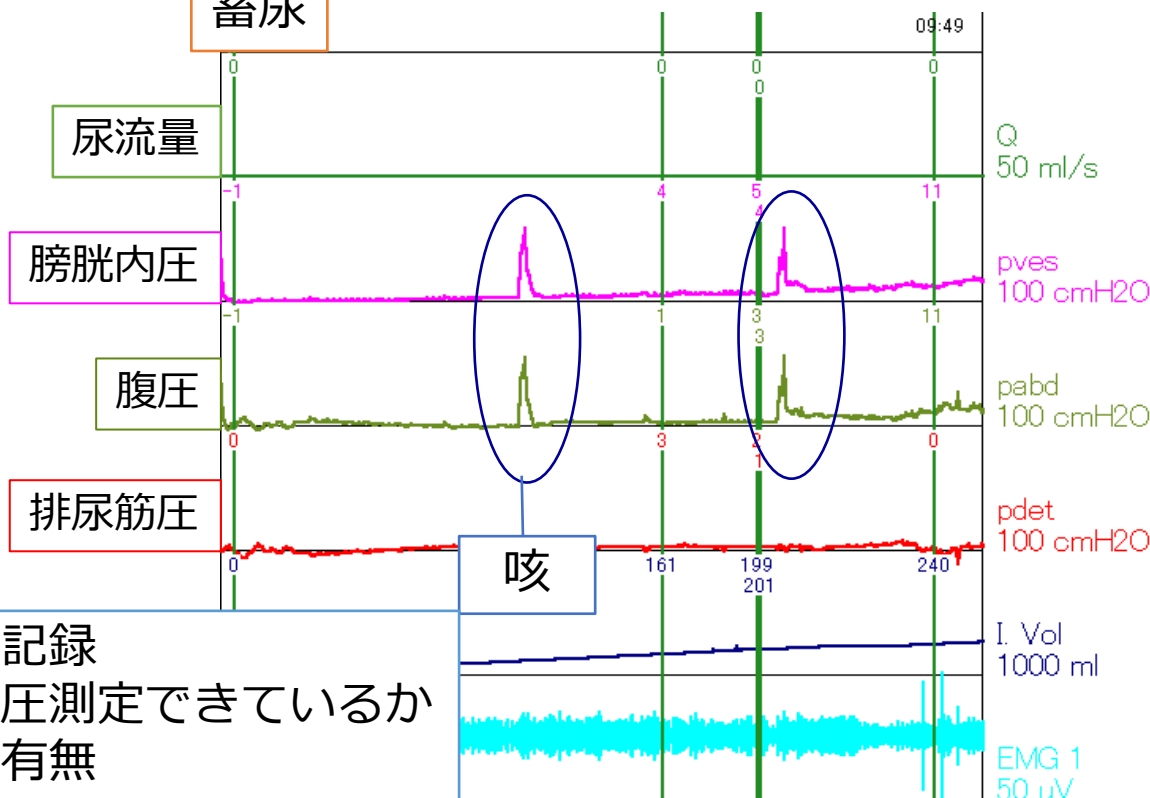


脊髄腫瘍術後排尿困難

神経因性膀胱？



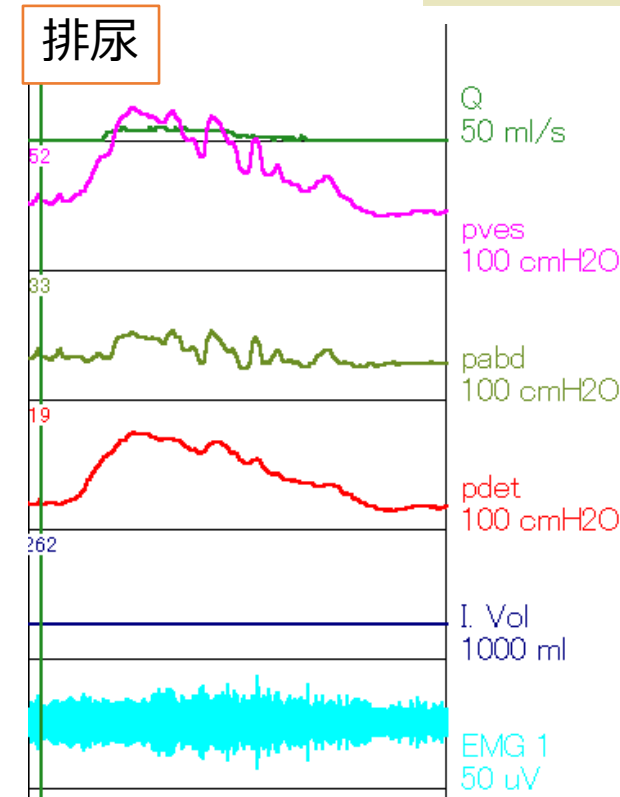
蓄尿



イベントは記録
正しく圧測定できているか
失禁の有無

初発尿意 161ml 3cmH₂O
最大尿意 240ml 5cmH₂O
コンプライアンス 240/5=48ml/cmH₂O

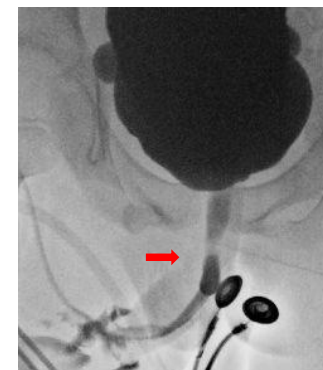
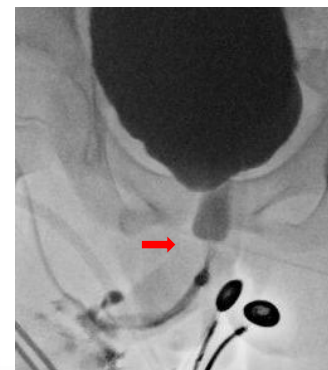
排尿



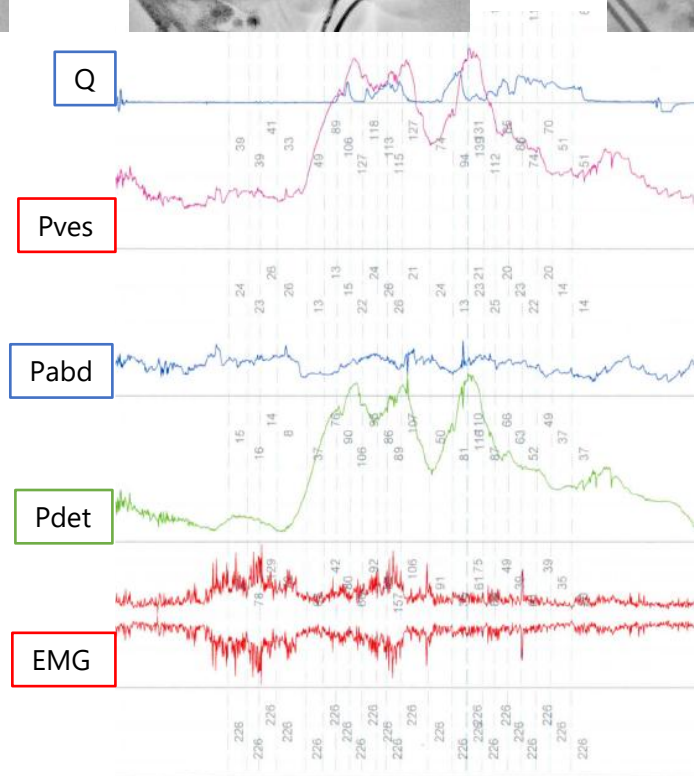
最大排尿筋圧 69cmH₂O
最大尿流率 5ml/sec

機能障害性排尿 (Dysfunctional voiding)

排尿中に尿道括約筋や骨盤底筋を習慣的に収縮させることによる**排尿**の異常



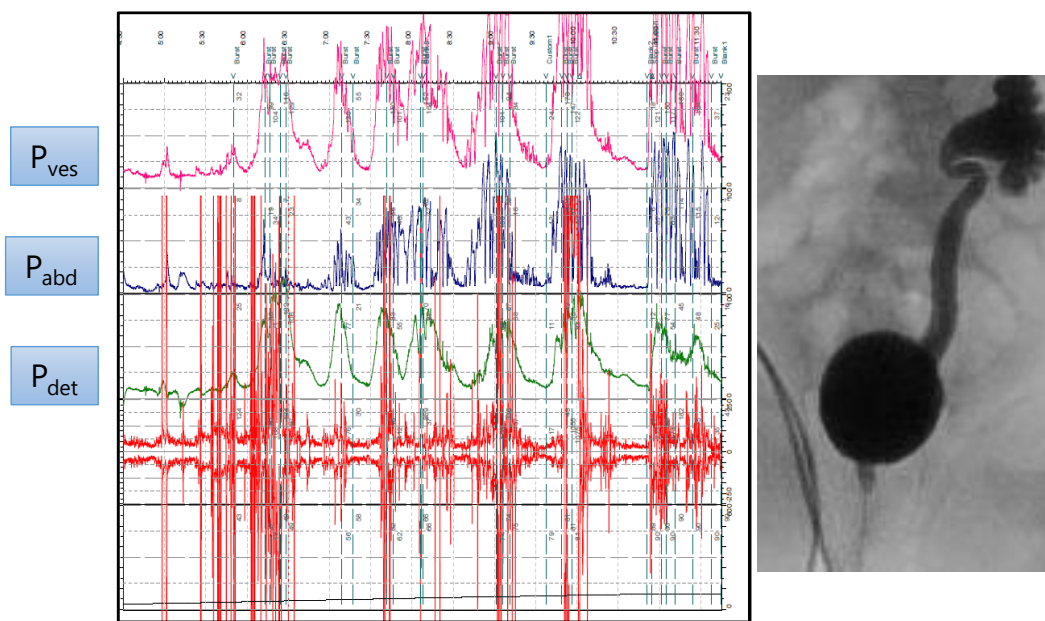
尿道括約筋が開いたり閉じたり



排尿筋括約筋協調不全

神経疾患 が認められる

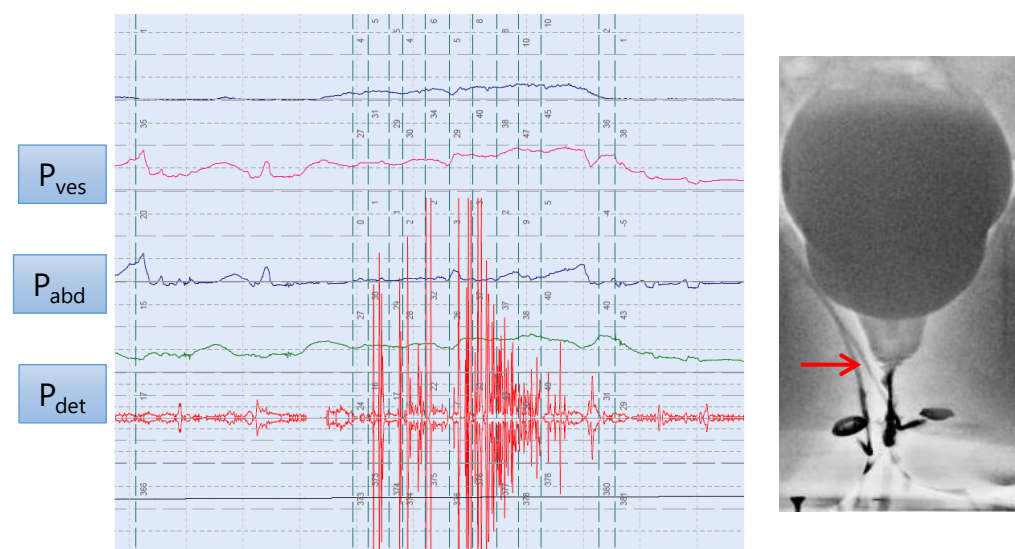
排尿筋と尿道括約筋 が同時に収縮する



排尿中に括約筋筋電図が増幅

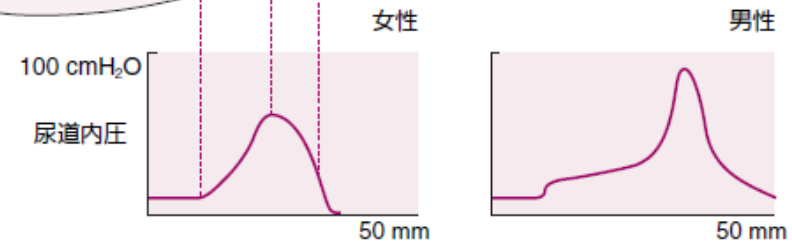
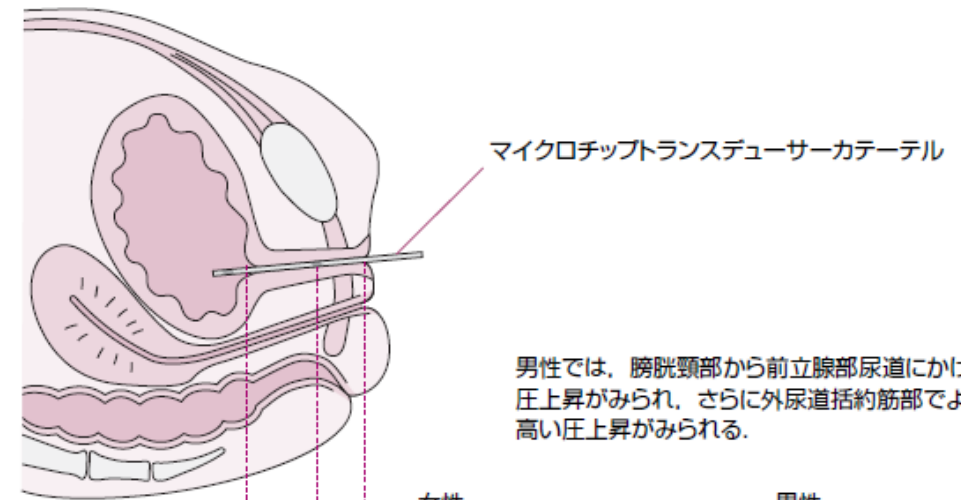
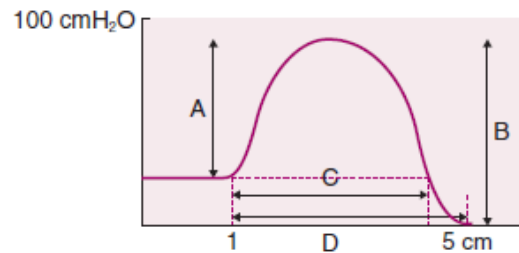
括約筋筋電図

正常では膀胱充満とともに増強、排尿に先立って静止する



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、記録する
- 排尿困難、尿失禁の原因精査



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

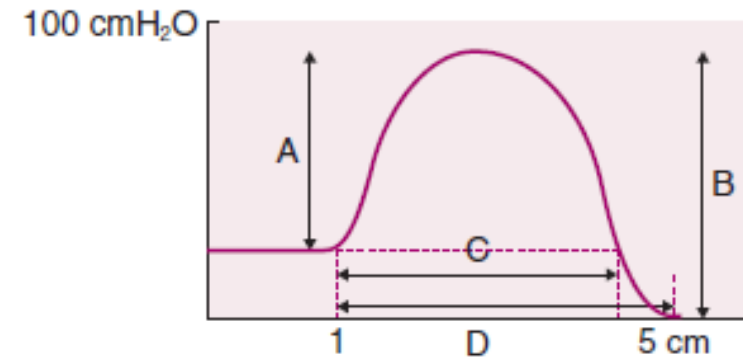
パラメーター

A：最大尿道閉鎖圧

B：最大尿道内圧

C：機能的尿道長

D：総尿道長



最大尿道閉鎖圧の正常値は年齢とともに低下する

成人女性 50～70 cmH₂O程度

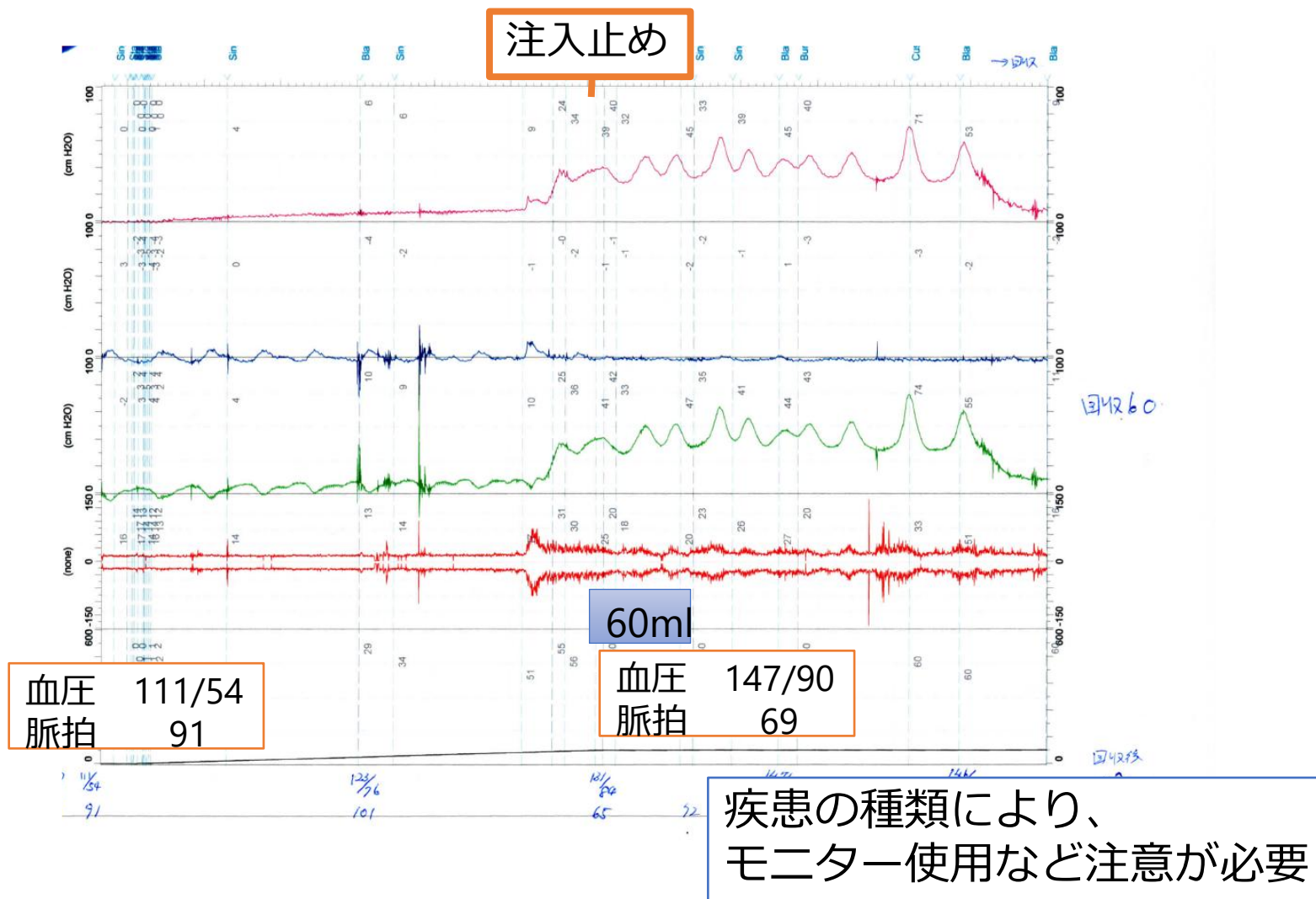
男性で 60～90 cmH₂O 程度

通常は動的な働きをする尿道機能を静的な状態で評価
診断・評価における限界が指摘
→日常臨床での施行はまれ

自律神経過反射

第5, 6胸髄より上の脊髄損傷者にみられる自律神経障害

蓄尿過多、便秘
↓
血圧が急上昇
徐脈
顔面紅潮

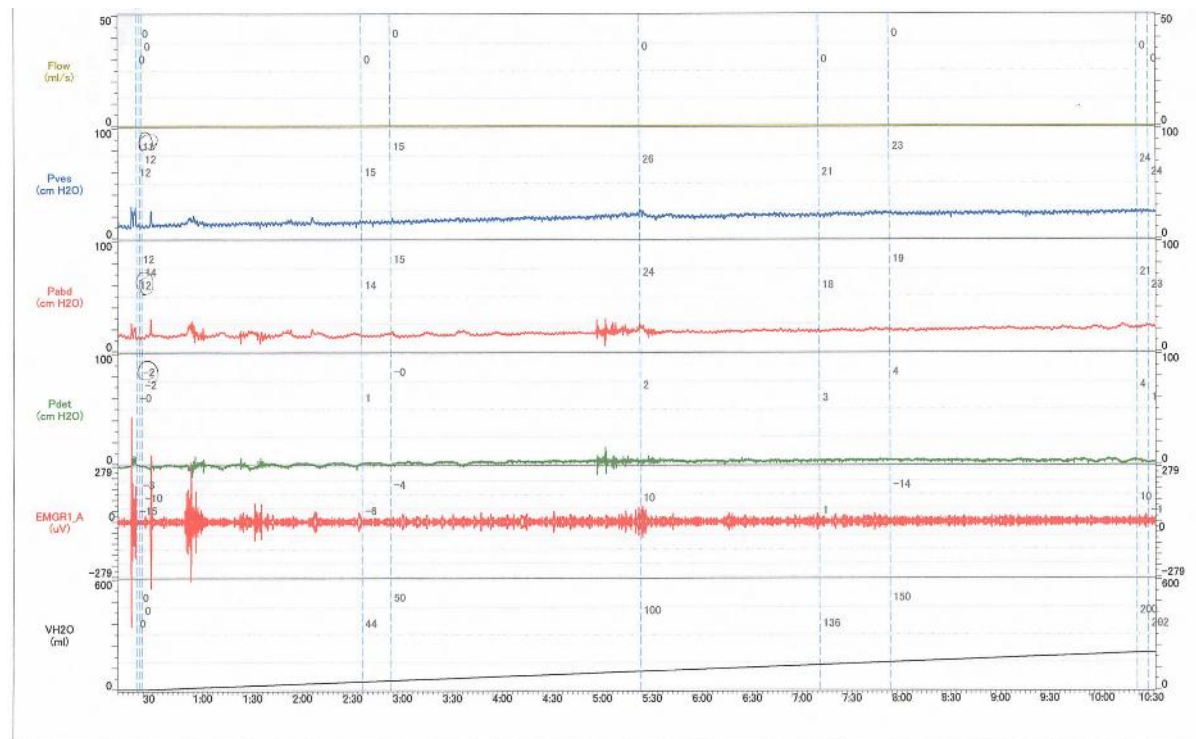


18歳女性

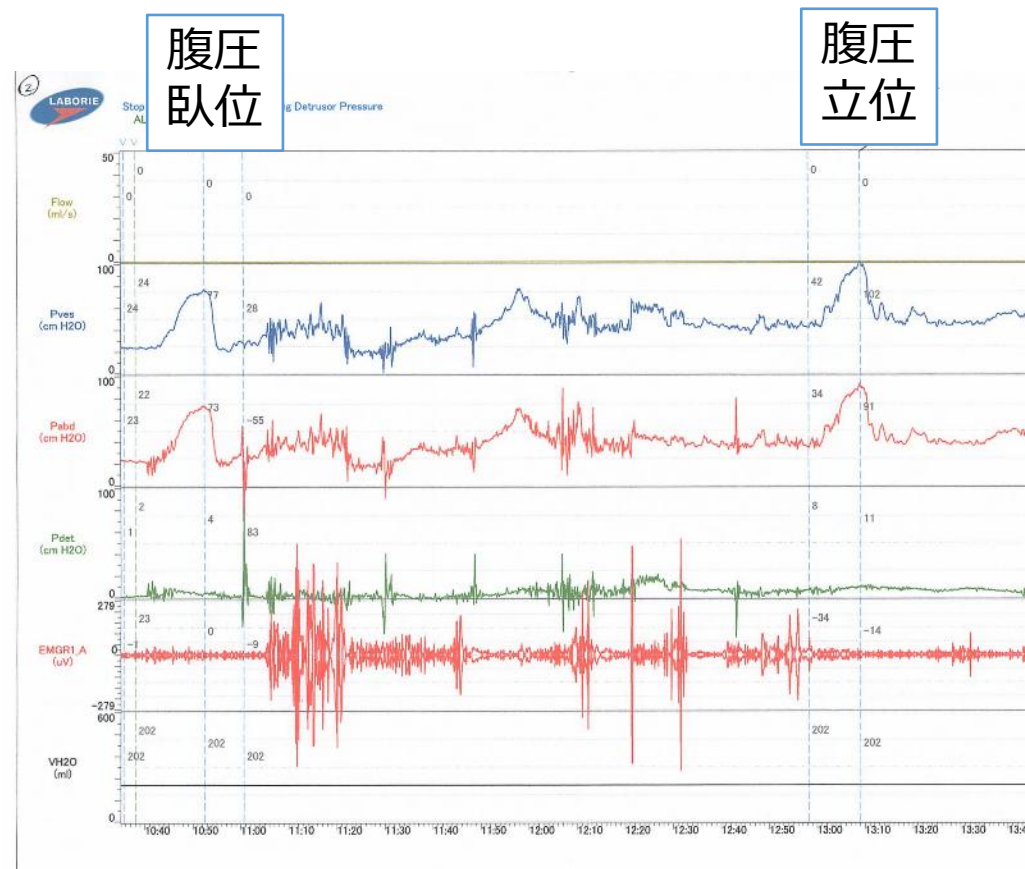
主訴 尿失禁

- ・ 尿漏れのためオムツ使用中
- ・ トイレに行きたいと思った時には漏れる
- ・ 歩いている時、くしゃみでもれる 坂道、段差ではほぼ必ずもれる
- ・ 1日約7回トイレに行くようにしているが、トイレで排尿できることは少ない

カテーテル挿入時 回収50ml



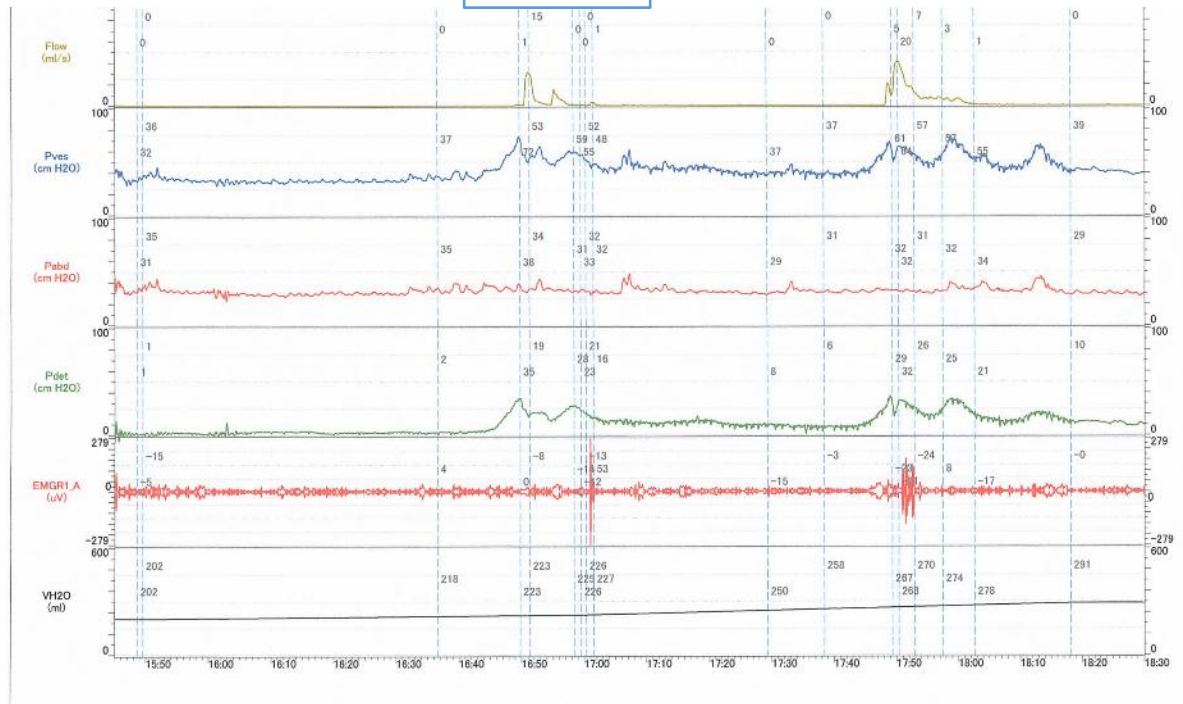
200ml 注入
尿意なし



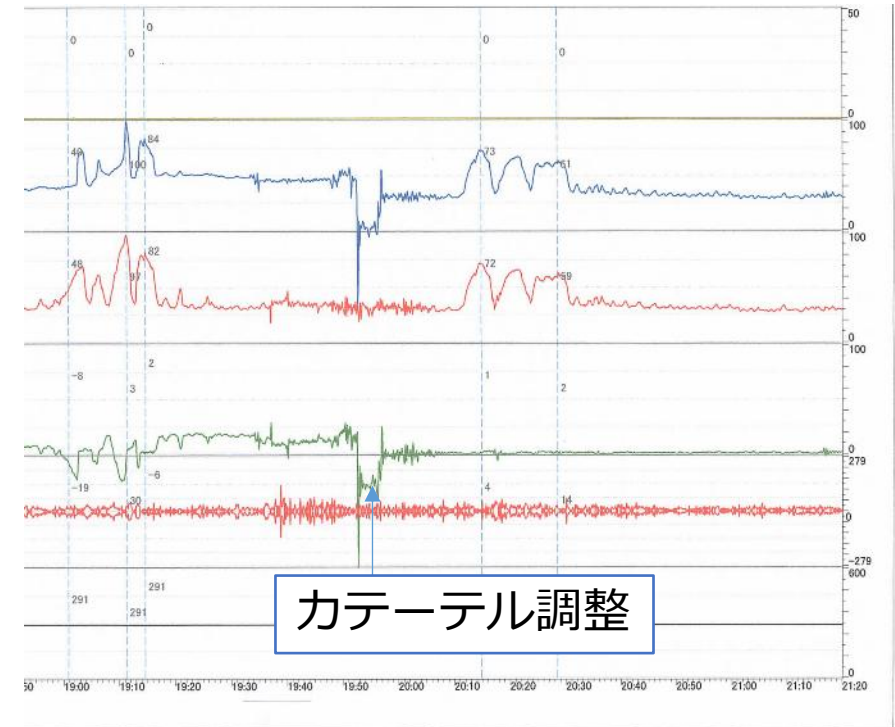
ALPP
腹圧をかけるが失禁は確認できない

尿意がなく、失禁も確認できなかったため追加注入

もれ



排尿指示



カテーテル調整

検査における留意点

- ・ アーチファクトと思われる不自然な波形を認めた場合
 - ✓その旨チャートに記載し原因を探す。
 - ✓原因をチャート上に明記→検者でなくても解析が可能になる。
- ・ 検査結果に重大な影響があり、後から補正できないアーチファクト
再検も考慮

よりよい検査を行うために

正しい診断、適切な治療を行うことが目的
事前に

- ・ 症状などから病態をある程度予想し、必要な検査項目を考える
（排尿筋過活動の誘発試験など）

検査を行いながら

- ・ 症状、排尿日誌などの非侵襲的検査と、尿流動態検査の結果に乖離はないか
- ・ 尿流動態検査で追加する項目はある？ 再検が必要なのか？

結果の解釈に迷わないため、アーチファクトの少ない、精度の高い検査を心がける