超音波尿意センサの簡易化について

○児玉 廣之（産総研人間福祉医工学研究部門） 吉村 尚（タケシバエンジニアリング）

Simplification of ultrasonic urination sensor

○Hiroyuki Kodama(Institute for Human Science and Biomedical Engineering, NAIST)

Hisashi Yoshimura(Takeshiba Engineering Co.,Ltd)

1. はじめに

1 2チャンネル型尿意センサプロトタイプを用いて、尿失禁防止に役立つ超音波尿意センサを実現するため分析を進めている。昨年度の本大会の報告に引き続き、膀胱全体を測定領域の内に納めることのできる1 2チャンネル型プロトタイプを用いて測定した結果の分析から今後の開発の方向についての知見を得た。すなわち、簡易化と高精度化の二つの方向で進めることが尿失禁防止のニーズに有効に応える方途と思われる。

2. 方法

膀胱容量との対応が明確なセンサ出力は臨床測定データである。そこで、筑波大学泌尿器科において膀胱内圧検査と併行して実施した1 2チャンネル型プロトタイプによる測定データの分析を行なった。被検者は脊椎損傷のため通常の尿意を喪失し、背中の冷汗等で間接的な尿意を感じ取っていた。測定は検査台上の男性被検者の恥骨上部にプローブを装着し膀胱内の残尿をカテーテルで抜取って空にした後に蒸留水を50cc/minの速度で注入しながらデータを収録したものである。326ccまで注入されたが、既に160ccの注入で若干の貯留感を示していた。正中線及び左右の各々4チャンネル計1 2チャンネルの中300cc程度の注入時には6チャンネルで前壁後壁間隔が認められた。この間隔の妥当性を評価するため、同程度の尿量が貯留している超音波スキャナの画像と比較した。

3. 結果と考察

図1は超音波スキャナ画像との比較のため、1 2チャンネル型センサの正中線上の4チャンネルのエコー波形を表示したものである。

4チャンネルの素子は皮膚面に対して垂直、10度下向き、20度下向き、30度下向きに設定されているので、そのことを考慮して比較する必要があるが、概ね壁面の輪郭が対応していることが認められる。

10度下向きのエコー波形における拡がりのある後壁エコーも超音波が拡がりをもって壁面に斜めに照射していることを反映するものと考えることができる。20度下向きの壁面エコー振幅値が小さくなっているのは超音波ビームが部分的に恥骨領域に掛かっている可能性が考えられる。30度下向きで膀胱内部領域が認められるのは、実際は恥骨の背後にも膀胱領域があることを考えれば、超音波がその領域に到達していない、すなわち恥骨領域で超音波はブロックされて多重反射が測定されるに留まっているものと思われる。皮膚面に垂直のエコーについては膀胱上端の壁面構造を捉えているものと考えられる。すなわち前壁に対して斜めに超音波が当たり、近い距離にある後壁については段差のある構造を捉えているものと思われる。

このように、超音波スキャナ画像と比較することにより、1 2チャンネル型のエコー波形を詳細に読み取ることができるが、スキャナ画像無しでエコー波形から膀胱像をイメージに思い浮かべることは一般に容易ではない。膀胱壁面

図1．12チャンネル型正中線エコーと超音波スキャナ画像の比較

の輪郭についてスキャナ画像と類似した情報を得ることができれば膀胱拡張度の定量化に大きな意義がある。現在、壁面の輪郭を測定する有効な方法についても検討を進めている。

一方、図1における10度及び20度下向きのエコー波形で膀胱領域が明瞭に認められるのは膀胱容量が300cc有り、我慢の限界に近いからではあるが、200ccにおいても、やや明瞭度は減少するものの十分認められた。さらに、100ccにおいてすら、端緒的な膀胱領域エコー構造が認められた。

また、これまで実施してきた12チャンネル型システムによる測定において10度及び20度下向きの素子が膀胱領域を明瞭に検知することが多かった。

これらの素子の膀胱領域検知特性を活用することで、定量的な膀胱容量はさておいても膀胱充満度をある程度検知することは期待することができる。

せき損障害者では通常の尿意が失われ、膀胱の過伸展や失禁を防止するための排尿管理が必要とされている。この場合には膀胱容量の詳細な定量性は必ずしも必要とはされない。

このような臨床ニーズに対しては尿意センサの現段階での膀胱領域検知特性でも対応し得る

ものと考えられる。そこで昨年度提案した図2のようなハンドヘルド式のプロープ・処理・電源・表示部一体型の簡易型センサにおける素子配列について、図3のような改良を加味した試作と評価を開始したところである。

図2．簡易型センサ外観図

図3．簡易型センサ用素子配列例