尿意感覚のセンシング

○児玉廣之、口ノ町康夫、稗田一郎（生命研・人間情報）

山内康司（東大・精密工学）

Sensing of Urination Feeling

○Hiroyuki KODAMA, Yasuo KUCHINOMACHI & Ichiro HIEDA (N. I. B. H.)

Yasushi Yamauchi (Tokyo Univ.)

<はじめに>

失禁への対処として、できるだけおむつに依存せず、漏らさないようにするという観点でセンサの開発を進めてきた。超音波センサの研究開発のポイントである超音波照射角度の調節、超音波エコー情報の処理、システム全体の小型化については、4つの超音波素子を用いて照射角度を自動的に選択する方式の採用とディスプレイ機能分離や電源小型化等の工夫により大きな改善を見ている。昨年の本大会の時点と比較して、サイズは容積で4分の1、重量は2分の1の93×32×158mm、380gで、ほぼポケットサイズと言える水準に達した。昨年からの医療機関での臨床試験に引き続き、福祉施設における性能評価についても検討を進めている。

現在のセンサは膀胱容量に対応する、超音波ビーム線上の膀胱前壁後壁間距離が排尿水準に達したときアラームが発生する方式となっており、一定時間ごとに排尿する定時排尿よりはるかに自然な尿失禁対策である。しかし、自律神経系の支配を受ける排尿制御は膀胱内尿量だけで規定されるわけではなく、精神的に緊張した場面では、少量の排尿が頻繁に生じる場合がある。このような状況にも対応しうる尿意センサの方式として、膀胱後壁の超音波エコーのピーク強度あるいはピークの幅が膀胱内尿量の増減に対応している現象を利用することが考えられる（図1）。既に、後壁エコー強度は、4素子型尿意センサの最

適素子選択の基準として用いているが、より自然な尿意検出の指標としての有効性を検討しようとするものである。そのために、健常人の場合、排尿直前の強い尿意を感じる際に膀胱内圧が急上昇する現象があることを手がかりに、膀胱内壁の襞構造が蓄尿とともにどのように変化するか分析する試みに着手している。膀胱後壁の超音波エコーの強度上昇に寄与する要因としては、壁面の襞が減少して滑らかになること、壁が引き延ばされて固くなること、膀胱拡大により超音波照射領域が拡大すること、などが考えられる。これらの要因の寄与の様相を分析することから、より自然な失禁防止技術を生み出すことができるものと考えている。

<測定方法>

磁場強度0.5テスラのMRI（日立MRH500）を用いて蓄尿過程の膀胱を計測した。ある程度膀胱内に尿がある状態で予備測定を行ってから、排尿により膀胱を空にし本測定を開始した。姿勢は測定台に仰臥した状態であった。

<結果と考察>

図2は、襞の存在を明瞭にするため、膀胱の上壁に近い断面を対象として液体成分を強調する画像処理を施したものである。各画像の中央部の白く抜けた部分に尿があり、その縁の凹凸が襞の輪郭を示すものである。膀胱が広がるにつれて襞が伸びていく様子が認められる。

図1は排尿過程の膀胱の超音波エコー及び

超音波断層像で、図2と直接対応するものではないが、広がった膀胱では後壁で超音波が強く反射される様子が示されている。

これらのデータによれば、膀胱内壁の壁構造等に由来する後壁の超音波エコーのピークの蓄尿に伴う変化が、排尿時期を推定する指標となり得ることを示している。しかし、尿意センサが使用される現実場面では、超音波照射角度を変動させるさまざまな要因があり、それによる後壁エコーのピーク強度の変動も避けることは難しい。今後、それらの変動要因を抑える条件を整えることができるようになれば、後壁エコーピークの強度あるいは幅を指標とする尿意センサが現実のものとなるであろう。

＜図1 排尿過程の超音波画像＞
上段330cc、中段231cc、下段116cc

＜図2 蓄尿に伴う膀胱内壁の壁の変化＞左側の上段、下段、右側の上段、下段の順で増尿。膀胱上壁近傍断面のMRI画像。各画像中央の白抜きの液体領域の縁が壁構造を反映する。