36 超音波治療器の簡易メンテナンス手法に関する検討

岡野 宏 (東京都立産業技術研究所)

斉藤雅弘 (伊藤超短波株式会社)

1. はじめに

皮膚内部への温熱効果やリハビリ効果の高い超音波治療器は欧米で広く普及している。日本においても、類似効果を有するマイクロ波治療器に比べ、不要電磁波が同時に使用中の他の医療機器に与える影響が少なく、生体に与える悪影響も少ない超音波治療器 (写真1) の需要は増加すると考えられている。

超音波治療器においては、治療効果や安全性の面から実際に導子から放出されている超音波の出力測定が必要である。しかし、超音波の出力測定には、通常、高価で精密な測定器が必要であり、複雑で微妙な調整が不可欠である。このため、病院等の現場で簡易に超音波出力の履歴が判定できるメンテナンス手法が強く求められている。

2. 方法

超音波の出力について、精度の高い精密測定から順次、社内標準測定、各種簡易測定を行い出力値の精度と相関関係について検討を行った。この内精密測定は、脱気水中の超音波導子から放出される音圧を、アクチュエータの先端に取り付けたハイドロホン (特殊高性能マイクロホン) で計測してコンピュータ合成し、三次元の音圧分布として測定した。(写真2) 社内標準の方法は、超音波を脱気水中に放射し、この音圧を円錐形の反射板で受ける精密秤の原理で測定した。(写真3) この原理は、JIS T 1501 に定められている精密天秤による超音波出力の測定方法を簡易化した物である。そしてこの方法は、円錐形の反射板の中心と超音波導子の中心を一致させ、正面から正確に音圧が反射板に加わる様調整が不可欠である。さらに、超音波導子に加わる高周波の入力電圧と入力電流に対する超音波出力 (社内標準の方法で実測) の関係を測定した。

3. 結果と考察

精密測定を行ったときの導子形状による音圧分布の相違を図1に示す。

1MS とは周波数が 1MHz で小 (Small) 形状の導子を示し、3ML とは 3MHz で大 (Large) 形状の導子を示す。この超音波出力最大の 2w/cm^2 にて測定した三次元音圧分布は、横方向は導子の放射面面積を、縦方向は音圧の強さを示している。この結果から、導子形状の大きさ、周波数の高低で、超音波出力の放射分布に大きな相違のあることが判明した。

また、最大出力における精密測定と社内標準測定の精度比較を表1に示す。このように精度を有する標準的な測定法においても、導子周辺の気泡の有無や導子固定位置の良否等により、偏差は 60~103% と大きくなる場合もある。さらに、超音波導子の入力特性からは、入力電圧と電流は非線形であるのに対して、超音波出力は線形の特性を示している。

以上の結果から、導子形状の異なる全ての出力を数値で単純に表示させる万能測定器の開発は精度上困難である。そこで、実際の超音波治療器出力の強弱を判定する現実的方法として、構成された標準の同型治療器と対応する導子同士を相対比較する方法がメンテナンス上有効である。

この予測を裏付ける実験として、水槽中の水流形状や大きさ、水流による水車の回転速度、水中に設置した薄膜の歪みの大きさ、水中に設置した浮きを上下させる方法 (図2) 等を実証した。

4. 簡易メンテナンス手法について

①水槽中に設置した導子から目に見える状態の水流が発生する。超音波の発生は確認できるものの、水流の形状や大きさから超音波出力の大きさを判定することはできない。

②水槽中に設置した各種形状の水車の回転実験から、水から受ける水車の回転抵抗は予想以上に大きく、回転数から超音波出力の大きさを判定することは困難であった。

③水中に設置した薄膜にガイドを設けて同形状で同一周波数の導子を対面させる実験では、薄膜材質が

(108) 医器学 Vol. 68, No. 10 (1998)

超音波の伝導物質であった為、出力の小さい方に膜が歪むという予想に反し、薄膜に変化が生じなかった。よって、超音波出力の大小の判定も困難であった。このため、超音波を一部反射させるような薄膜の材質や形状に検討を加え、簡易化した超音波出力テスターの開発を検討中である。

④大型のメスシリンダーの中にガイドを有する浮きを上下させる方法では、超音波の出力の大小により浮きの位置が上・下する事を確認した。よって、導子の大きさと周波数に合わせてガイドを替え、浮きの浮力を調整することにより、校正された治療器とメンテナンスが必要な治療器の出力の大小、つまり治療器出力の低下を判定することが可能となった。

* 超音波出力 2 w/cm^2 にて測定

図1 導子形状による音圧分布

図2 水中に設置した浮きを上下させる方法

表1 精密測定と社内標準測定の精度比較

導子	精密測定: w	社内標準測定: w	偏差(精密測定を基準): %
1MS	2.19	1.33	60
1ML	12.37	10.9	88
3MS	1.36	1.4	103
3ML	9.17	7.7	84

写真1 超音波治療器

写真2 ハイドロホンによる音圧分布測定

写真3 社内標準による超音波出力測定