

観血的動脈血圧測定システムに対する 電磁波の影響について

桜井 淑男*, 米良 泰彦**, 仁田坂 謙一**
古幡 博***, 谷藤 泰正*

要 約

現有の観血的動脈血圧測定システムに対して*IEC61000-4-3に則り、放射電磁界イミュニティー試験を行った。電波暗室内で放射電磁界アンテナ(周波数帯26 MHz-1 GHz, 強さ3 V/m)と観血的動脈血圧測定システム間に3 mの距離をとり電磁波の影響を検討した。その結果34-65 MHzの周波数帯の電磁波が血圧測定システムのゼロ点を50-100 mmHg変動させることを明らかにした。これは他社の観血的動脈血圧測定システムでも同様の結果が示された。又この電磁波の影響を遮断するためには、シールドチューブまたはPC用フェライトコアをリユースケーブルに装着すれば予防できることを明らかにした。

*無線周波電磁エネルギーに対する医用電気機器のイミュニティー試験方法の国際規格

はじめに

医療機器への電磁波の影響は近年の携帯電話の普及により一般にも知られている¹⁻⁴⁾。重症患者を扱うICUではモニタリングをはじめとする各種の医療機器に患者管理が大幅に依存している。したがって医療機器の突然の異常は患者の生命に直結する大きな問題である。Hanadaらの調査レポートによると特に都市部の病院では病院外からの電磁波の影響も考慮する必要があることを示している⁵⁾。著者らの病院は都心にあり近隣に東京

タワーのある、いわば電磁環境の複雑な病院である。ここでは平成12年5月以降に移転後の新ICUで急に観血的動脈血圧測定システム(以下 Arterial Blood Pressure Measurement System: ABPS と略す)が異常値を示すことが認められ、電磁波の影響も疑われた。そこで医用電気機器のイミュニティー試験方法に関する国際規格であるIEC 61000-4-3⁶⁾に則り、同型のABPSに対する放射電磁界イミュニティー試験を行った。更にその再現性を確認し、既存のABPSのイミュニティー向上策を見出し、ICU内の電磁両立性(以下 Electromagnetic Compatibility: EMC と略す)を向上させたので報告する。

対象と方法

実験 I ABPSのイミュニティー試験方法

IEC61000-4-3⁶⁾に則り、現在著者らが使用している二社のABPS(A社とB社)の各3セットに対して放射電磁界イミュニティー試験を行った。試験実験は電波暗室内で放射電磁界アンテナ(周波数帯26 MHz-1 GHz, 強さ3 V/m)とABPS間の距離を3 mとし周波数を変えてABPS出力値の連続監視を行った。すなわち、ゼロ点設定後に各周波数帯の水平偏波と垂直偏波を発生させ、そのゼロ点の変化を連続測定した。なお、使用機器は信号発生器: SMY01(Rohde & Schwarz 製)、放射電磁界アンテナ: バイコニカルアンテナ; 3109 とパラレルエレメントアンテナ; 3107 B(EMCO 製)とログペリオデックアンテナ; AT 1080 (Amplifier Research Inc 製)、電界強度計: FM 2000 (Amplifier Research Inc 製)で図1のように

*東京慈恵会医科大学麻酔部

** 同 臨床工学部

*** 同 医用エンジニアリング研究室

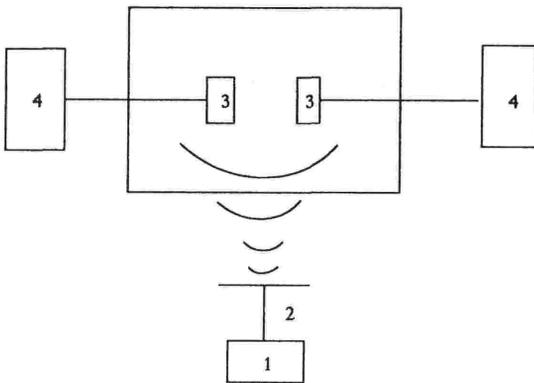


図1 実験系の模式図

1 信号発生器, 2 放射電磁界アンテナ
3 血圧測定キット, 4 ポリグラフ

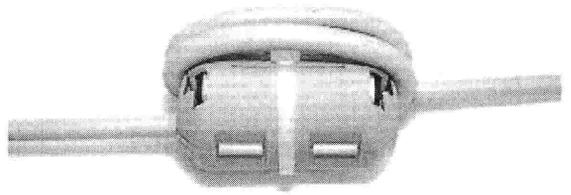


図3 PC用コアをリユースケーブルに装着

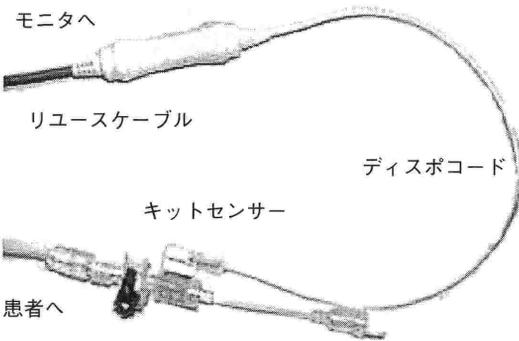


図2 観血的動脈血圧測定システム

配した。

実験Ⅱ イミューン向上策の検討方法

実験Ⅰで ABPS に影響を与えた周波数帯の電磁波に対しその影響を遮断する次のイミューン向上策を検討した。

1) シールドシート法

A社, B社の ABPS 各3セットのキットセンサー部とディスポコード部(図2)をアルミ箔で被覆して実験Ⅰの方法を実施した。

2) チューブシールド法

A社, B社の ABPS 各3セットのリユースケーブル部(図2)をシールドチューブ(星和社製, 東京)で被覆してこれをアースしてから実験Ⅰを行った。

3) フェライトコア装着法

A社の ABPS のリユースケーブル(図2)のモ

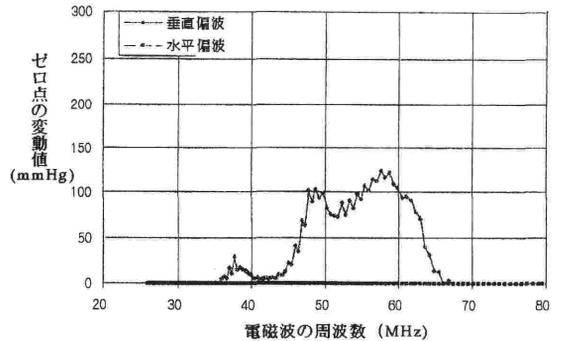


図4 電磁波の影響下でのA社システムのゼロ点の上昇

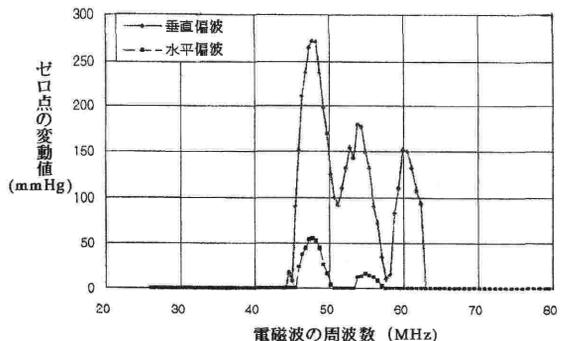


図5 電磁波の影響下でのB社システムのゼロ点の上昇

ニタ側基部においてパソコン用コア(TDK製, 東京)にそのコードを二重に巻きつけて(図3)その影響を実験Ⅰの方法で確認した。

結果

実験Ⅰ

図4にA社製 ABPS における測定出力を示す。34 - 65 MHz の垂直偏波がゼロ点を100 mmHg以上上昇させた。またB社製の製品についても図5に示すように44 - 67 MHz の主に垂直偏波がゼロ点を50 - 250 mmHg以上上昇させることを認めた。こ

の異常表示は再現性があったが、放射電磁界の放射を停止すると ABPS は自動的にゼロ点へ復帰した。

実験Ⅱ

1) シールドシート法の結果

EMC 対策の結果、図 6, 7 に示すように両社の ABPS においてキットセンサー部とディスプレイコード部 (図 2) をアルミ箔で被覆することでは電磁波の影響を充分には遮断することはできなかった。

2) アース付シールドチューブの結果

図 8, 9 に示すように両社の ABPS は共にリユースケーブル部 (図 2) をシールドチューブで被覆することにより電磁波の影響を完全に遮断することができた。

3) フェライトコア装着法の結果

図10に示すようにA社の ABPS においてリユースケーブル部に PC 用コアを装着することにより電磁波の影響を完全に遮断することができた。

考 察

今回の事例も含め、実際に医療現場で医療機器の問題が起こった時、最大の難点はそれが電磁波によるものと疑ったり、それを特定したりすることである。この点について Hamilton はどのような時に電磁波の影響を疑うべきかを提示しており参考になる⁷⁾。

本実験によって著者らの使用している ABPS だけでなく他社製品においても周波数約 30 - 70 MHz の電磁波 (強度 3 V/m) が特異的に影響し、100 mmHg 以上そのゼロ点を上昇させることを明らかにした。実際にこの周波数帯はアマチュア無線

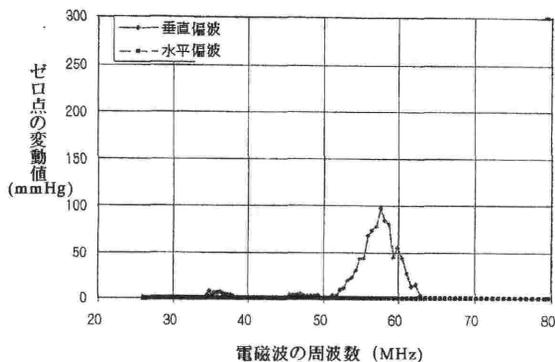


図 6 アルミ箔でキットセンサーとディスプレイコード部を被覆した後の電磁波の影響下での A 社システムのゼロ点の上昇

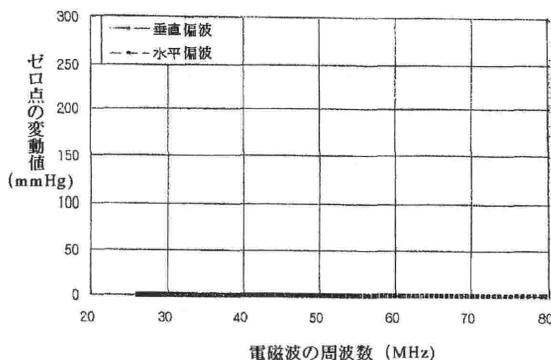


図 8 シールドチューブでリユースケーブル部を被覆した後の電磁波の影響下での A 社システムのゼロ点の上昇

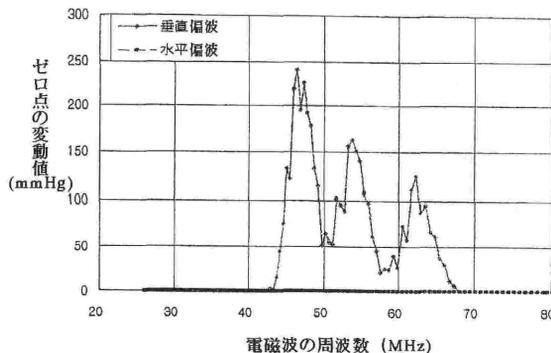


図 7 アルミ箔でキットセンサーとディスプレイコード部を被覆した後の電磁波の影響下での B 社システムのゼロ点の上昇

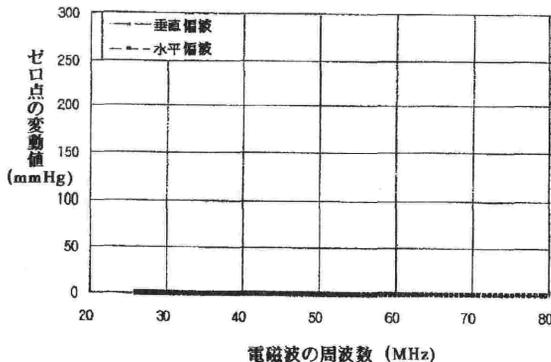


図 9 シールドチューブでリユースケーブル部を被覆した後の電磁波の影響下での B 社システムのゼロ点の上昇

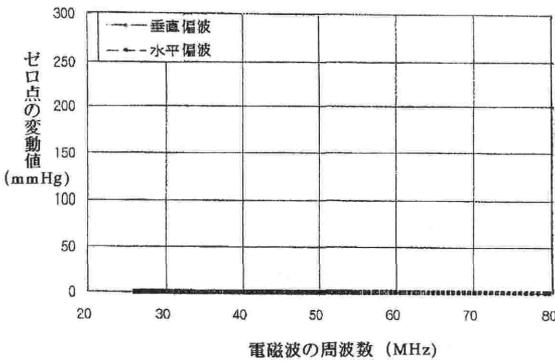


図10 リユースケールをPC用コアに二重に巻いた後に電磁波の影響下でのA社システムのゼロ点の上昇

や業務用無線（国際海上無線電話など）で使用されている⁶⁾。それ故 ABPS を使用する際には ICU 内の電磁環境には充分注意を払う必要のあることを示唆するものである。しかも回路各部のシールド実験から影響を受ける箇所がトランスデューサーや伝導経路上に存在する液体部分は否定されており、リユースケールであることが分かっている。従って動脈血圧ばかりでなく全ての観血的血圧測定が影響を受けることが懸念される。我々の推測ではリユースケールの部分がアンテナ効果として電磁波の影響を受けていると考えている。このケーブルは3 mの長さなので影響を受ける可能性のある電磁波の波長はこのケーブルの長さの整数倍と推測している。これに対する対応策としては、アース付シールドチューブまたはPC用コアをリユースケールに装着することで十分にその影響を削除し、實際上問題のないイミュニティーレベルを1 GHz 帯までの電磁波に対して確保し得ることを示した。

今回の ICU 内での ABPS の異常と類似の異常を電磁波が起こすことを明らかにしたが、それが実際の ICU 内での異常の全ての原因であったかは断定できない。しかし少なくとも今後は ICU 内の電磁波測定を施行し、まず電磁波の周波数帯と頻度を明らかにする必要があると考える。更にその電磁波源が院内か院外かを突き止めねばならないと考えている。

なお現在医療機器の電磁波に対するイミュニティーの国際基準には IEC60601-1-2 があるが国内では JIS 化されていない。したがって電磁波に対するイミュニティーの高い医療機器が全国に普及するにはまだ時間がかかるものと思われる。しかも今後通信革命が急速に進み益々電磁波の影響が増大することが予想され、日本の医療機器の電磁波に対するイミュニティー向上の遅れが懸念される。

結 論

(1) 観血的動脈血圧測定システムは34-65 MHzの周波数帯の電磁波に対する電磁波イミュニティーが特異的に低く、3 V/mの電磁波に対して測定値のゼロ点を50-100 mmHg変動させる。

(2) この電磁波の影響はシールドチューブまたはより簡便なPC用コアをリユースケールに装着すれば遮断可能である。

(3) 周波数26 MHz-1 GHz、その強さ3 V/mの電磁波に対し、この遮断法を用いることで観血的動脈血圧測定システムのイミュニティーは完全となり、電磁両立性が成り立つ。

文 献

- 1) Anonymous : Radiofrequency interference with medical devices. A technical information statement. IEEE Eng Med Biol Mag 17(3) : 111-114, 1998
- 2) Hayes D, Wang P, Reynolds M, et al : Interference with cardiac pacemakers by cellular telephones. N Engl J Med 336(21) : 1473-1479, 1997
- 3) Dwyer D : Medical device adverse events and electromagnetic interference. Int J Trauma Nurs 5(1) : 19-21, 1999
- 4) Electromagnetic compatibility conference (Japan), Research report of the usage of radiocommunication equipment such as cellular telephone Handsets, Association of radio industries And business (Japan), 1997
- 5) Hanada E, Kodama K, Nose Y, et al : Possible electromagnetic interference with electronic medical equipment by radio waves coming from outside the hospital. J Med Syst 25(4) : 257-267, 2001
- 6) 菊地 眞 : 医療環境の EMC ハンドブック, サイエンスフォーラム, 東京, 1999, pp.378-385
- 7) Hamiltom J : Electromagnetic interference can cause hospital devices to malfunction, McGill group warns. Can Med Assoc J 154(3), 373-375, 1996

Electromagnetic interference with the arterial blood pressure measuring equipment in ICU

Yoshio Sakurai*, Yasuhiko Mera*, Kenichi Nitasaka*, Hiroshi Furuhashi*, Yasumasa Tanifuji*

*The Jikei University School of Medicine, Tokyo, Japan

Our blood pressure measuring equipment showed the abnormal value intermittently in our ICU. EMI (Electromagnetic interference) was suspected to be the cause of the malfunction. Then, based on IEC61000 - 4 - 3, the electromagnetic immunity test was performed on our arterial blood pressure measuring equipment. It resulted in the fact that the electromagnetic wave (3V/m, 34 - 65MHz) increased the zero-point of our equipment up to 50 - 100 mmHg. It was also demonstrated that the other type of the arterial blood pressure measuring equipment was

interfered with by the electromagnetic wave with the similar frequency (3V/m, 45 - 65MHz). However, both EMI can be prevented by covering the reusable of the equipment with the shield tube or PC core. In addition to this result, the Tokyo tower (the center of the broadcast in Tokyo) is located near our hospital so that it is suspected that the electromagnetic environment around our hospital could be very complicated. Therefore, we conclude that EMI is highly considered to be the cause of the equipment malfunction in our ICU.

Key words : Electromagnetic interference, Electromagnetic immunity test,
Arterial blood pressure, ICU, Electromagnetic environment

(Circ Cont 23 : 148~152, 2002)