原　著

ICU 内における電磁波環境の測定 第 2 報

桜井淑男*，米良泰彦**，仁田坂謙一**
谷藤泰正*，古幡博***

要　旨

第 1 報にて電磁暗室を用いた調査で，現有の観血的動脈血圧測定システムが強度 3V/m，周波数帯 34～65MHz の電磁波の影響を受け，測定値が異常を示すことを明らかにし，その対策を示した．今回は集中治療室内の電磁波の状況を放射電磁界ノイズセンサーを用いて 11 日間測定した．11 日間の放射電磁界ノイズ総検知数は 60633 に上った．その中には医療機器に影響を与える可能性の高い 5～10V/m の強度の電磁波も認められた．現在医療機器の電磁波に対するイミュニティーに関する国際基準に IEC60601-1-2 があり，その第 1 版が 2002 年に日本工業標準規格 (JIS) として制定された．しかし，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ことを考慮すれば，今回の結果は集中治療室等の電磁波環境を今後も留意すべきことを示すものである．

はじめに

集中治療室では重症患者の診断，治療に関して常時医療機器に多くを依存している．したがって，集中治療室では突然の医療機器の誤作動は患者の生死に直結する重大な結果を招く問題である．このような医療機器の誤作動の原因の一つに電磁波の影響がある[1]．医療機器に悪影響を及ぼす電磁波は集中治療室内の電子機器から発生することもあるが，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としている[2]．我々の病院は都心にあり，半径 600m 以内には東京タワーがあり，電磁環境の極めて複雑な環境内にある病院とみなされる．

第 1 報では集中治療室内で現有の観血的動脈血圧測定システム (以下 Arterial Blood Pressure Measurement System：ABPS) が異常値を示した原因として，電磁波の影響が疑われる報告をした[3]．実際には *IEC61000-4-3[4] により，同型の ABPS に対する放射電磁界イミュニティー試験を施行し，電磁波が ABPS に悪影響を与え，異常値を示すことが明らかになったので，実質的対策法を施した[3]．今回はそのような医療機器に誤作動を惹起する電磁波が実際に集中治療室内に存在するか否かを明らかにするために放射電磁界ノイズセンサーを用いて 11 日間集中治療室内の電磁波測定を行ったので報告する．

対象と方法

集中治療室内の電磁波測定には放射電磁界ノイズセンサー [EM4300：日立電子サービス㈱製] を用い，東京タワー側の窓際に設置し，11 日間連続測定を行った．このノイズセンサーは以下の特徴を備えている．

1) 電磁波を強度別に 5 段階で検知する (1～3V/m 未満，3～5V/m 未満，5～10V/m 未満，10～20V/m 未満，20V/m以上)．

2) 測定周波数範囲は 30～1000MHz であるが，検知した電磁波の周波数帯は同定できない．

*東京慈恵会医科大学麻酔部
**同　臨床工学部
***同　ME 研究室

*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

Presented by Medical*Online

結　　果

11 日間の各日の電磁波検知数を示した（**表1**）．11 日間の総検知数は 60633 件に上った．これは 703〜10331 件/日の電磁波が集中治療室内に存在していることを示している．次に電磁波強度別の電磁波検知数を検討したところ，強度 3〜5V/m の電磁波が 49179 件と最も多く検知された．また更に高強度の 5〜10V/m の電磁波も 18 件認められた（**図1**）．

最後に電磁波がよく認められる時間帯を検討したところ，夕方から朝方にかけて電磁波が集中する傾向が認められ，11 日間ほとんど同様な傾向を示した（**図2**）．なお，この 11 日間の期間内に電磁波によると考えられる ABPS の異常は認められなかった．

考　　察

第 1 報にて電磁暗室を用いて，現有の ABPS が強度 3V/m，周波数帯 34〜65MHz の電磁波の影響を受け，異常値を示すことを明らかにした[3]．また PC コア（パソコン用電磁波ノイズ除去キット）装着によりその影響を遮断し，電磁両立性が成り立つことも証明した[3]．実際，ICU のすべての ABPS に

表1　ICU 内での 11 日間の電磁波検知数

日　時	放射電磁界ノイズ総検知数（カウント/日）
3日（火曜日）	703
4日（水曜日）	2385
5日（木曜日）	10331
6日（金曜日）	8960
7日（土曜日）	7823
8日（日曜日）	6137
9日（月曜日）	4518
10日（火曜日）	2687
11日（水曜日）	3921
12日（木曜日）	3533
13日（金曜日）	4747
14日（土曜日）	4888

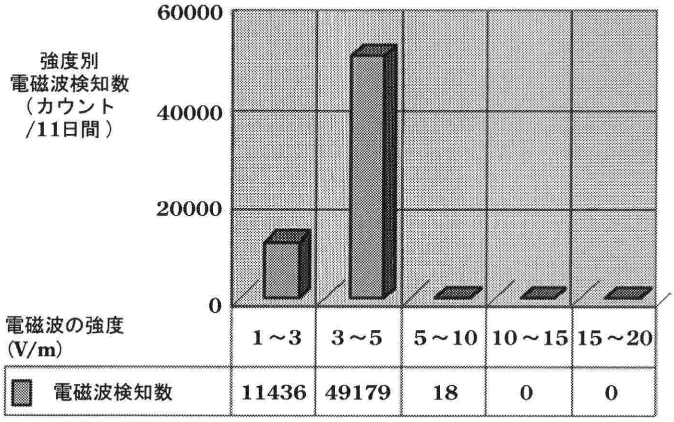

図1　11 日間の強度別電磁波検知数

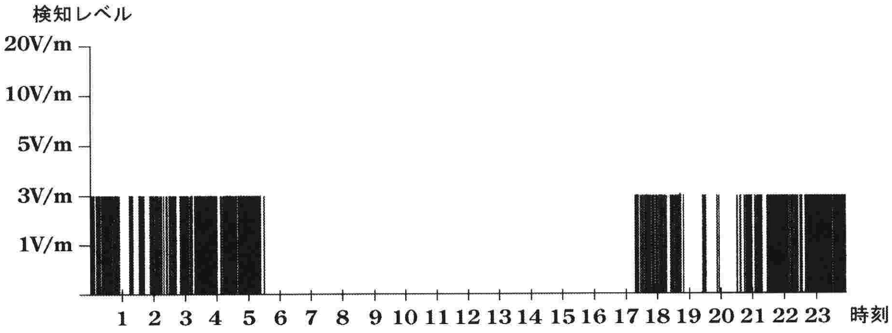

図2　電磁波の検出時間帯（1 カウントにつき 1 縦線）

Presented by Medical*Online

PCコアを装着後以前のような血圧の異常を示す事態はほとんど認められなくなった.

今回の測定機器では検知した電磁波の周波数帯までは明らかにできなかった．しかし11日間で60633件という予想を上回る電磁波が実際に集中治療室内に存在することが明確になった．しかもその中には5〜10V/mと医療機器に影響を与える可能性の高いより高強度の電磁波も含まれていることが明らかとなった．電磁波源は今回の測定では明らかにできなかった．しかし，我々の現有のABPSに影響を与える電磁波の周波数帯は実際にアマチュア無線や業務用無線で使用されており[4]，Hanadaら[2]の報告にあるように都市部の病院は院外からの電磁波の影響を考慮する必要があると考えられた.

現在，医療機器の電磁波に対するイミュニティーに関する国際基準にはIEC60601-1-2[4]があり，日本国内ではその第1版が2002年にJIS化された[5]．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はすでに日本医療機器団体協議会の自主努力によってある程度普及していたが，全ての医療機器に完全に普及するまで，まだ時間がかかるものと思われる．また，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[6~8]，医療機器の電磁波に対するイミュニティー向上が求められている.

結　　論

1) 放射電磁界ノイズの11日間の総検知数は60633件を上った.

2) 電磁波強度3〜5V/mの電磁波が最も多く認められたがより医療機器の誤作動の原因となりうる5〜10V/mの高強度の電磁波も認められた.

3) 夜間（夕方から朝方）に電磁波の検出数が増大する傾向が認められた.

文　　献

1) Hamiltom J: Electromagnetic interference can cause hospital devices to malfunction, McGill group warns. CMAJ 1996; 154: 373-5.
2) 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 2001; 25: 257-67.
3) 桜井淑男，米良 泰，仁田坂謙一ら: 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．循環制御 2002; 23: 148-52.
4) 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. p.378-85.
5) 菊地 真: 医用電気機器: 第一部安全に関する一般的要求事項，2副通則 電磁両立性要求事項及び試験，JIS T0601-1-2の制定．電磁環境工学情報EMC 2002; 15: 79-88.
6) Anonymous: Radiofrequency interference with medical devices. A technical information statement. IEEE Eng Med Biol Mag 1998; 17: 111-4.
7) Hayes DL, Wang PJ, Reynolds DW, et al: Interference with cardiac pacemakers by cellular telephones. N Engl J Med 1997; 336: 1473-9.
8) Dwyer D: Medical device adverse events and electromagnetic interference. Int J Trauma Nurs 1999; 5: 19-21.

Presented by Medical*Online

Measurement of the Electromagnetic Environment in ICU

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

*The Jikei University School of Medicine, Minato-ku, Tokyo, Japan

In our previous report, the electromagnetic immunity test on our arterial blood pressure measuring equipment demonstrated that the electromagnetic wave (3V/m, 34～65MHz) increased the zero-point of our equipment to 50～100mmHg. Besides, this malfunction was prevented by covering the reuse-cable of the equipment with the shield tube or the PC core. Therefore, EMI was considered to be the cause of the equipment malfunction in ICU. Then the electromagnetic waves were consecutively measured in ICU for 11 days in this study. It was demonstrated that the 60633 counts were detected as the total count for 11 days by the electromagnetic noise sensor. The electromagnetic waves with 5～10V/m of which the strength could cause EMI were also detected among them. It was also demonstrated that those electromagnetic waves tended to be more often detected in the night than in the daytime.

Since the more electromagnetic waves were detected near the window side, they were considered to come from the outside of the hospital. Given our electromagnetic environment where our hospital is located near the center of the broadcast (Tokyo Tower) in Tokyo, the electromagnetic waves outside the hospital are highly considered to cause our arterial blood pressure measuring equipment to malfunction.

Key word : electromagnetic interference, electromagnetic immunity test, electromagnetic compatibility, electromagnetic environment, ICU

(Circ Cont 2004; 25: 37-40.)

Presented by Medical*Online