

تست مصونیت تجهیزات پزشکی از تداخلات الکترومغناطیسی تلفن های همراه نسل دوم و سوم

نویسنده :

حمید یزدانی eng.hamid.yazdani@gmail.com

آرشا زارع arsha.zare@gmail.com

چکیده:

در هنگ کنگ شرکتی در خصوص تاثیر تداخل الکترومغناطیسی (EMI) بر روی تجهیزات پزشکی ناشی از دستگاه های ارتباطی بی سیم در بیمارستان ها وجود دارد.

سیستم ارتباطی جدید نسل سوم موبایل در سال ۲۰۰۴ به طور کامل تکمیل شد. در نتیجه بررسی در خصوص تست (EMI) ساطع شده ناشی از تداخل دستگاه های ارتباطی GSM900 و PCS1800 و تلفن های همراه دیجیتال نسل سوم در اطراف تجهیزات پزشکی انجام شده.

یک تحلیل آماری نشان داد که تابع توزیع تراکم سیگنال های ایستگاه پایه در محیط بیمارستانی، از توزیع ویبول (WEIBULL) برای تمام سه سیستم تلفن های همراه در هنگ کنگ تبعیت می کند و درصد اختلال تجهیزات پزشکی بسته به افزایش سطح قدرت ساطع شده، افزایش می یابد و این دلیل واضحی برای ضعیف کردن سیگنال های ایستگاه پایه می باشد. همچنین مشخص شد که تاثیر EMI ناشی از تلفن های همراه نسل سوم، چهار تا هشت برابر کمتر از GSM900 و PCS1800 در مکان های داخل بیمارستانها با مقدار ضعیف سیگنال ایستگاه پایه، نظیر زیر زمین یا در بخش های جراحی می باشد.

استفاده از تلفن های همراه در بیمارستان ها در حال حاضر در بسیاری از کشورها به دلیل تداخل الکترومغناطیسی (EMI) احتمالی بر روی تجهیزات پزشکی از طریق گسیل فرکانسهای رادیویی ممنوع شده است.

تعدادی از گزارشات واقع شده وجود داشت که خطرهای استفاده از دستگاه های موبایل در کنار تعداد مشخصی از تجهیزات پزشکی را نشان می داد.

تست حساسیت فرکانس رادیویی بر روی تجهیزات پزشکی توسط "اداره دستگاههای پزشکی" در کانادا در سال ۱۹۹۴ انجام پذیرفت. مشخص شد بعضی از انواع تجهیزات پزشکی مثل تهویه ها، پمپ های تزریق، دستگاه احیای قلبی با مانیتور ECG، مانیتورهای جنینی، کاملاً به EMI در باند فرکانسی مورد نظر حساس می باشند. مطالعه نشان داد محافظت باید در شرایطی انجام پذیرد که کارکرد رادیویی فرکانس بالا (VHF) یا رادیویی خیلی بالا (UHF) و تلفنهای سلولی در فاصله ۱ متراین دستگاه ها قرار گیرند.

در سال ۱۹۹۷ آژانس نظام محصولات بهداشتی و پزشکی در انگلیس (MHRA) یک تست EMI بر روی تجهیزات پزشکی با استفاده از دستگاه های ارتباطی موبایل متفاوت نظیر تلفن های آنالوگ، سیستم های یکپارچه برای ارتباط موبایل (GSM)، شبکه های ارتباطی شخصی (PCNS) و رادیوهای دو طرفه انجام داد.

این نتایج نشان داد که، سیستم های بی هوشی، دستگاه های تنفس مصنوعی، محرک های خارجی قلب، مانیتورهای ECG، دستگاه احیای قلب، پمپ های تزریق، و تهویه ها نیز به EMI حساس بودند.

در سال ۱۹۹۹، مطالعه درباره ی تاثیرات EMI ناشی از واکی تاکی ها، GSM900 و سیستم های سلولی دیجیتال (DCS1800) بر روی دستگاه محرک خارجی قلب انجام گرفت، نتایج نشان داد که وقفه و ناهماهنگی عملکردی در بعضی موارد توسط EMI ایجاد شد

در سال ۲۰۰۴ مطالعه EMI بر روی پمپ های تزریق ناشی از تلفن های موبایل GSM انجام شد. نتایج نشان داد که پمپ های تزریق و پمپ های سرنگ متوقف می شدند و یک هشدار بر اثر EMI ناشی از تلفن های موبایل GSM900 و PCS1800 فعال می شد.

نتیجه به این منتهی شد که انواع معینی تجهیزات پزشکی، شامل مانیتورهای جنینی، پمپ های تزریق، پمپ های سرنگ، مانیتورهای ECG، محرک های خارجی قلب، دستگاه تنفس مصنوعی، سیستم های بی هوشی، و دستگاه احیای قلب به دستگاه های ارتباطی موبایل نظیر تلفن های موبایل آنالوگ و دیجیتالی و رادیوهای دو طرفه حساس می باشند.

از سال ۲۰۰۴، سیستم تلفن موبایل اخیر، نسل سوم، در کشورهای مختلف نظیر ایالات متحده، ژاپن و هنگ کنگ تکمیل شد. مطالعات نشان داد که ارسال اطلاعات بی سیم سریع سرویس های نسل سوم که ارتباطات صدا و تصویر را پشتیبانی می کند می تواند برای پزشک در تشخیص زخمها قبل از بستری اثر بخش باشد.

به هر حال فقدان یک بررسی تحقیقی از تاثیرات EMI باند نسل سوم بر تجهیزات پزشکی، مخصوصاً برای تجهیزات پزشکی حساس و حیاتی وجود دارد.

هدف این مطالعه انجام یک مطالعه عملی بر گسترش سیستم تلفن های موبایل نسل سوم در نواحی بیمارستانی است.

نتایج این مطالعات جهت تسهیل در بررسی راحتی استفاده از تلفنهای موبایل در بیمارستان های هنگ کنگ و محیط های پزشکی می باشد. کمیته بین المللی الکتروتکنیکال (IEC) در سال ۱۹۹۳ اولین نشریه ۱-۲-IEC60601 را منتشر کرد

۱-۲-EN60601، یک استاندارد واقع شد که به عنوان یکی از ملزومات استاندارد برای تولید کنندگان در انجام تست قابلیت های الکترومغناطیسی (EMC) در تجهیزات پزشکی مورد استفاده قرار گیرد.

این استاندارد ها به این معنی است که تجهیزات پزشکی باید با یک سطح تست ۳ V/M تست شود فرکانسهای بیش از 1GHz را مطابق با استاندارد IEC61000-4-3 برای هر دو نوع دستگاه پشتیبانی کننده ی غیر حیاتی و حیاتی را پوشش می دهد.

در اغلب ویرایش های منتشر شده ی اخیر، EN60601-1-2 تجدید نظر شد تا سطحهای تست مصونیت اصلاح شده ی ۳ و 10 V/M به ترتیب برای دستگاههای غیر حیاتی و حیاتی را منعکس کند.

فرکانسهای تست شونده همچنین تا 2.5GHz افزایش یافته تا انجام مصونیت و پوشش بهتری در فرکانسهای کاری تجهیزات ارتباطی بی سیم موجود، بوجود آورد.

هر چند، سطح تست می تواند متفاوت از سطوح مصونیت استاندارد باشد، اما به وجود آوردن سطوح مصونیت خاص به طور وضوح در کتابچه ی دستور العمل تجهیزات آمده است.

با توجه به بهبود شیوه ی طراحی EMC ی تجهیزات پزشکی توسعه یافته ی اخیر، بعضی بیمارستانها در سنگاپور و انگلیس محدودیت های ارتباطی موبایل را از بین بردند تا تحت راهنمایی های معینی اجازه یابند از تلفنهای موبایل استفاده نمایند.

در مورد بیمارستان تان تاک سینگ در سنگاپور اجازه داده می شود تلفن های موبایل در اغلب نواحی بیمارستان تا فاصله مورد اطمینان ۲ متری از تجهیزات مورد استفاده قرار گیرد.

در حال حاضر سرویس پیام کوتاه (SMS) حتی در اغلب بخش های بحرانی نظیر اتاق احیا، قسمت اورژانس اجازه استفاده دارد.

در مورد بیمارستان رادکلیف اکسفورد در انگلیس اجازه ی استفاده از تلفن های موبایل در مناطق ممنوعه تلفن موبایل نظیر قسمتهای اورژانس و تصادفات، بخش مراقبت کودک و مراقبت های ویژه، بخش جراحی و بخش های مانیتورینگ پزشکی / قلبی، و دستگاههای تشخیص یا کلینیکی / درمانی را ندارند.

هر چند تلفن های موبایل می تواند خارج از این قسمتها مادامیکه فاصله ی مورد اطمینان تا شعاع ۲ متری قابل دید از هر دستگاه پزشکی در حال کار باشد مورد استفاده قرار گیرد.

در مارس ۲۰۰۷ وزیر بهداشت بریتانیا اعلام ممنوعیت استفاده از تلفن های موبایل در بیمارستان های انگلیس برداشته شده است.

در این مقاله تاثیرات EMI روی تجهیزات پزشکی حساس ناشی از تلفن های موبایل نسل سوم اخیر همراه با تلفنهای موبایل PCS1800 و GSM900 در هنگ کنگ مورد بحث قرار می گیرد.

هدف نشان دادن همه ی تجهیزات پزشکی حساس با توجه به سیستم های تلفن های موبایل متفاوت و همچنین یافتن فواصل نظیرشان که تداخل قطع شود می باشد.

تحلیل آماری از حاصل اندازه گیری مقدار سیگنال ایستگاه پایه در هر مکان، اندازه گیری در یک محیط واقعی بیمارستان انجام شده است.

درصدی از تجهیزات معیوب شده عموماً در مقابل مقدار سیگنال ایستگاه پایه GSM900 و PCS1800 و نسل سوم قرار دارند.

۲. متد شناسی

گرچه سطح تست مصونیت میدان E از انواع تست ها در ۱-۲ - EN60601 یک حد نسبتاً خوب از مصونیت پرتوها را برای شرکت تجهیزات پزشکی مقرر می نماید، ولی نمی تواند کارکرد رضایت بخشی از تجهیزات را در محیط های مشخصی که شرح داده می شود، نظیر استفاده از تلفن موبایل در مجاورت تجهیزات پزشکی، امکان سطوح مصونیت پایین تر از تجهیزات پزشکی در مقایسه با آنهایی که در ۱-۲ - EN60601 مشخص شده، و انعکاس یا تشدید (رزونانس) انرژی RF در بیمارستان را تضمین نماید.

به منظور مطالعه اثرات EMI بر تجهیزات پزشکی در سه بیمارستان مختلف از یک مجموعه بیمارستانی (HA) در هنگ کنگ انجام شد.

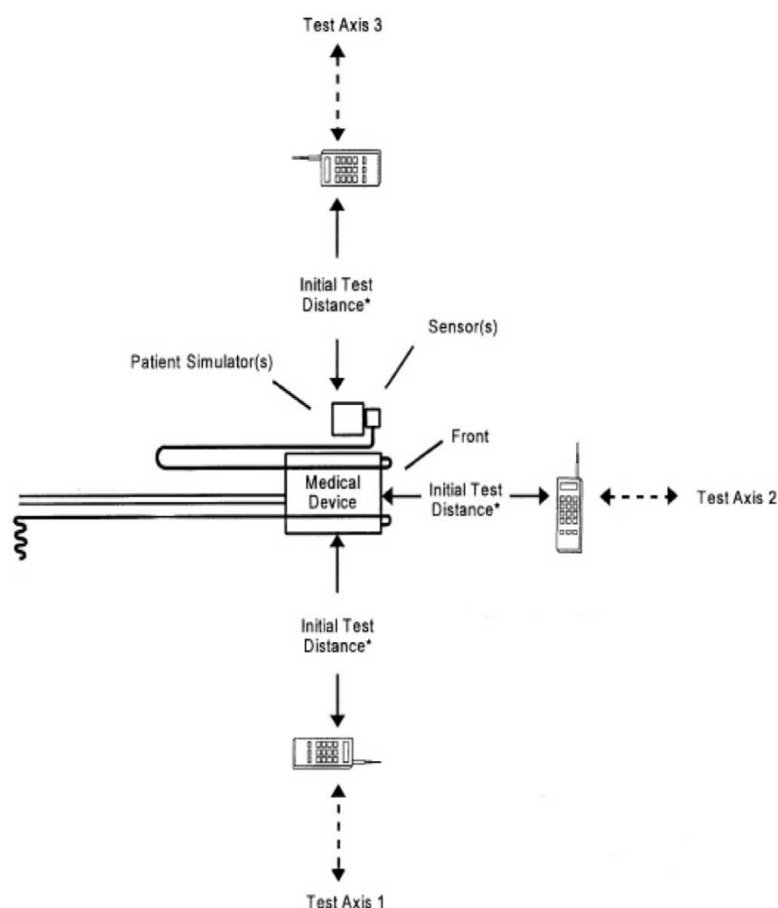
در این تشخیص سه سرویس ارتباطی تلفن موبایل اصلی در هنگ کنگ شامل نسل دوم (به عنوان مثال GSM900 و PCS1800) و نسل سوم مورد بررسی قرار گرفتند.

فرکانس کاری، نوع مدولاسیون و ماکزیمم قدرت ارسال سیستم های نسل دوم و سوم در جدول I خلاصه شده اند.

قدرت ارسال تلفن موبایل توسط اندازه ی سیگنال ایستگاه پایه ای مشخص در مکانهای تشخیص کنترل می شد.

TABLE I
CHARACTERISTICS OF GSM 900, PCS 1800, AND 3G MOBILE
COMMUNICATION SYSTEMS IN HONG KONG

Mobile Phone System	Operating Frequency (MHz)	Type of modulation	Max. Power (W)
GSM900	890 – 915 (mobile transmit) 935 – 960 (mobile receive)	Gaussian minimum-shift keying (GMSK)	2
PCS 1800	1710 – 1785 (mobile transmit) 1805 – 1880 (mobile receive)	Gaussian minimum-shift keying (GMSK)	1
3G	1920 – 1980 (mobile transmit) 2110 – 2170 (mobile receive)	CDMA Direct Spread (UTRA FDD)	0.251



بیشترین قدرت ارسال تلفن موبایل داخل مکان تست و به صورت مجزا که خصوصاً با اندازه گیری مقدار سیگنال ایستگاه پایه در کانال های مختلف معین می شود، برای اثبات بدترین حالت سناریوهای تداخل برای تجهیزات پزشکی در آن محیط استفاده می شود. سپس کانال با ضعیف ترین مقدار سیگنال پایه برای تشخیص مصونیت انتخاب می شود.

در تشخیص مصونیت جمعاً ۱۷۹ قطعه از تجهیزات پزشکی شامل ۸ دسته از تجهیزات حساس که در مطالعات قبلی مشخص شدند وجود دارد. که شامل مانیتورهای جنینی، پمپ های تزریق، پمپ های سرنگ، مانیتورهای ECG، محرکهای خارجی قلب، دستگاه های تنفس مصنوعی، ماشین های بی هوشی، و دستگاه احیای قلب که انتخاب شده بودند و در مقابل فرکانس های کاری تلفن های همراه در سیستم های ارتباطی موبایل مورد توجه، تست شدند.

عموماً برای هر قطعه از تجهیزات پزشکی تست مصونیت EMI در سه محور تست با هر دو پلاریزاسیون های افقی و عمودی تلفنهای موبایل انجام می شود همان طور که در شکل ۱ نشان داده شده است.

در تنظیمات تست، تجهیزات پزشکی بر روی میز نارسانا تقریباً ۸۰ سانتی متر بالای سطح زمین قرار دارد. اگر تجهیزات پزشکی در کف اتاق است باید آن را بر روی زمین قرار داد.

در مورد تجهیزات با سنسورهای سیم دار برای جمع آوری اطلاعات انسانی، مانند دستگاه ضربان قلب و فشار خون، به شخصی که به عنوان بیمار یا بیمار مجازی می باشد، متصل می شوند.

برای سنسورهایی با اهداف دیگر، آنها نزدیک تجهیزات پزشکی قرار داده می شوند. برای بعضی از انواع تجهیزات که نمی توانند بر روی یک شخص نمونه تست شوند شامل، پمپ های سرنگ / تزریق، ماشین های بی هوشی و دستگاه احیای قلب، تست های مصونیت در مد تست انجام می گیرد.

برای هر ترکیب از محورهای تستو پلاریزاسیون دو طول ۱.۷ و ۱ متری به ترتیب نشان دهنده ی طول استفاده نرمال و موقعیت نگهداری نرمال تست می شوند.

همان طور که در استاندارد ANSI63.18، توصیه شده، فاصله ی تست از تلفن موبایل باید از شروع فاصله ی تست به حد اقل فاصله ی توصیه شده ی تست حرکت کند. همان طور که در جدول ۲ فهرست شده است.

TABLE II
INITIAL TEST DISTANCE AND THE MINIMUM RECOMMENDED TEST
DISTANCE
FOR DIFFERENT TYPES OF TRANSMITTERS

Types of Transmitter	Initial test distance (m)	Minimum recommended test distance (m)
GSM900 Mobile Phone	3	1
PCS1800 Mobile Phone	2	0.5
3G Mobile Phone	1	0.25

اگر تداخل مشاهده شود تلفن موبایل اجازه ی حرکت به سمت حداقل فاصله ی توصیه شده را نخواهد داشت.

سپس تلفن موبایل به طرف دیگر در طول محور تست حرکت می کند تا اینکه تداخل متوقف شود، بعد از این قدرت میدان الکتریکی در آن موقعیت توسط یک اسپکتروم آنالایزر (مدل : RXSF3H3: اسپکتروم آنالایزر، 3GH3) اندازه گیری می شود.

در این تشخیص دو نوع از پاسخ های غیر عادی، پاسخهای چشمی (به طور مثال اعوجاج تصویر و شکل موج روی مانیتور، کد خطا، از بین رفتن قدرت) و پاسخ صوتی (به طور مثال، صدای هشدار و تولید نویز در بلندگو) از تجهیزات پزشکی مطالعه خواهد شد.

۳- نتایج بحث

تشخیص مصونیت مقابل تداخل GSM900، PCS1800 و نسل سوم به ترتیب برای جمعاً ۱۷۹، ۱۷۶، ۱۷۷ قطعه از تجهیزات پزشکی مورد بررسی قرار گرفته است.

جدولی خلاصه بندی شده از نتیجه ی تشخیص مصونیت EMI بر روی تجهیزات پزشکی در جدول ۳ نشان داده شده است.

نتایج نشان می دهد که درصد عیوب تجهیزات پزشکی ۵٪ و ۴.۵٪ به ترتیب برای سیستم های تلفن موبایل GSM900 و PCS1800 می باشد. درصد عیب تجهیزات پزشکی فقط ۰.۶٪ زمانیکه نسل سوم تلفن های موبایل در حال کار قرار می گیرند، می باشد.

معیار تست EMI، پاسخ های صوتی و چشمی غیر عادی می باشند که مورد مشاهده قرار می گرفتند. این مورد با حرکت تلفن موبایل از فاصله ی شروع تست به فاصله ی حداقل تست توصیه شده همانطور که در جدول ۳ آمده است انجام شد.

به طور خلاصه تجهیزات پزشکی معیوب به پنج طبقه از تجهیزات پزشکی تقسیم شد، شامل مانیتورهای ECG، واحدهای موبایل رادیوگرافیک / فلوئور، سیستم های پتانسیل انتقال صوتی، مانیتورهای ECG، واحدهای موبایل رادیو گرافیک / فلوئور، سیستم های پتانسیل انتقال صوتی، مانیتورهای / سیستم های ECG بی سیم، و آشکار سازهای قلبی جنینی فراصوتی.

TABLE III
SUMMARY OF RESULT EMI IMMUNITY ASSESSMENT ON MEDICAL EQUIPMENT

Mobile Phone System	Number of Equipment Tested	Number and Percentage of Equipment Passed	Number and Percentage of Equipment Failed
GSM900	179	170 (95.0%)	9 (5.0%)
PCS 1800	176	168 (95.5%)	8 (4.5%)
3G	177	176 (99.4%)	1 (0.6%)

جزئیات ۹ مورد پزشکی که در تست مصونیت معیوب شدند در جدول ۴ نشان داده شده است.

در جدول ۴، پاسخهای غیر عادی، فاصله توقف برای نسل دوم و نسل سوم تلفنهای موبایل، محور تداخل و پلاریزاسیون آنتن تلفنهای موبایل برای تجهیزات پزشکی معیوب آمده است.

رایج ترین پاسخ غیر عادی نويز تولید شده داخل تجهیزات پزشکی می باشد، که در مانیتورهای ECG، مانیتورها/ سیستم های ECG بی سیم، و آشکارسازهای قلبی جنینی در طی تست مصونیت اتفاق می افتد.

غیر از پاسخ صوتی مضر، پاسخ های غیر عادی چشمی، شامل شکل موج های خروجی، تصاویر و اعوجاج پالس روی صفحه در تجهیزات پزشکی همچنین در مانیتورهای ECG، واحدهای موبایل رادیو گرافیک / فلوئور، سیستم های پتانسیل انتقال صوتی و مانیتورهای ECG بی سیم ملاحظه شدند.

در اغلب تجهیزات پزشکی معیوب، پاسخ های غیر عادی زمانی که تلفن موبایل در حرکت خود به سمت تجهیزات پزشکی نزدیکتر می شد بیشتر یافت می شدند. علاوه بر پاسخ های غیر عادی، فاصله ی توقف تداخل تجهیزات پزشکی برای گسیل پرتوهای نسل دوم (GSM900 و PCS1800) و تلفنهای موبایل نسل سوم در جدول ۴ خلاصه و یادداشت شده است.

TABLE IV
MEDICAL EQUIPMENT INTERFERED IN THE IMMUNITY ASSESSMENT

Type of equipment	Abnormal responses	EMI Cease distance (m) GSM 900	EMI Cease distance (m) PCS 1800	EMI Cease distance (m) 3G	Measured E-field	Problematic side	Polarization of Antenna
ECG Monitor	Noise is generated inside the equipment Waveform of the ECG signal shown on the monitor is distorted	> 5.5 *	-	-	0.266 V/m	Left and Right	Vertical and Horizontal
Mobile Radiographic / Fluoro unit	Image distortion on the monitor	3.3	1.44	-	<u>GSM 900</u> 1.69 V/m <u>PCS 1800</u> 0.02 V/m	Left and Right	Vertical and Horizontal
Audio Evoked Potential System	Abnormal pulse shown on monitor Input EEG signal are affected, and system indicated "Rejected"	> 1.8 *	> 1.8 *	-	<u>GSM 900</u> 10 V/m <u>PCS 1800</u> 5.4 V/m	Front, Left and Right	Vertical and Horizontal
Wireless ECG Monitor System	Noise is generated inside the equipment The situation is more serious when mobile phone is placed closer to the equipment	> 5.6 *	> 1.8 *	-	<u>GSM 900</u> 0.0062V/m <u>PCS 1800</u> 0.501V/m	Front, Left and Right	Vertical and Horizontal
Wireless ECG Monitor	Noise is generated inside the equipment and the plotter Waveform of the ECG signal is distorted The situation is more serious when mobile phone is placed closer to the equipment	4.5	3.3	-	<u>GSM 900</u> 0.71V/m <u>PCS 1800</u> 0.67V/m	Front, Left and Right	Vertical and Horizontal
Ultrasonic Fetal Heart Detector A	Noise is generated from the speaker The situation is more serious when mobile phone is placed closer to the equipment	4.5	4.5	-	<u>GSM 900</u> 0.012V/m <u>PCS 1800</u> 0.2V/m	Front, Left and Right	Vertical and Horizontal
Ultrasonic Fetal Heart Detector B	Noise is generated from the speaker The situation is more serious when mobile phone is placed closer to the equipment	4	0.5	1.7	<u>GSM 900</u> 0.63V/m <u>PCS 1800</u> 0.35V/m <u>3G</u> 0.006V/m	<u>GSM 900</u> Front, Left and Right <u>PCS 1800</u> Right <u>3G</u> Front Right	Vertical and Horizontal Horizontal Vertical and Horizontal
Ultrasonic Fetal Heart Detector C	Noise is generated from the speaker The situation is more serious when mobile phone is placed closer to the equipment	6.6	8	-	<u>GSM 900</u> 0.0004V/m <u>PCS 1800</u> 0.23V/m	Front, Left and Right	Vertical and Horizontal
Ultrasonic Fetal Heart Detector D	Noise is generated The situation is more serious when mobile phone is near the equipment	>1.1 *	1	-	<u>GSM 900</u> 0.14 V/m <u>PCS 1800</u> 0.6 V/m	Front, Left and Right	Vertical and Horizontal

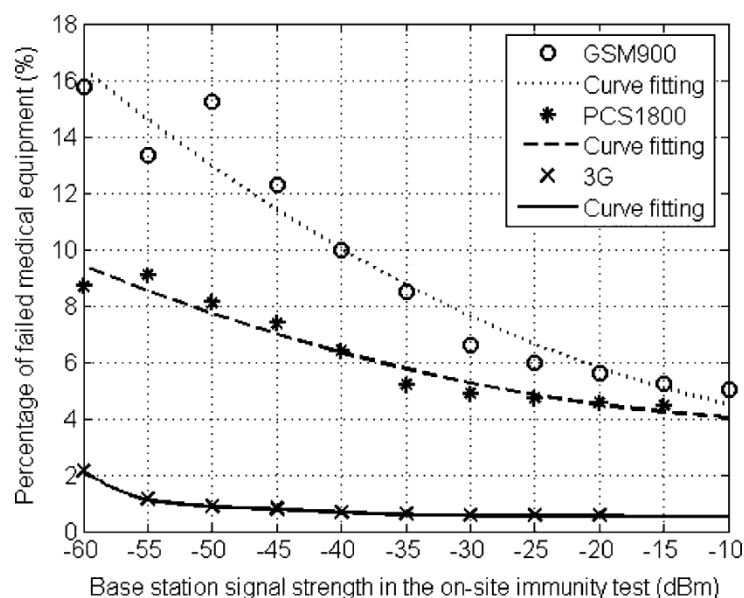
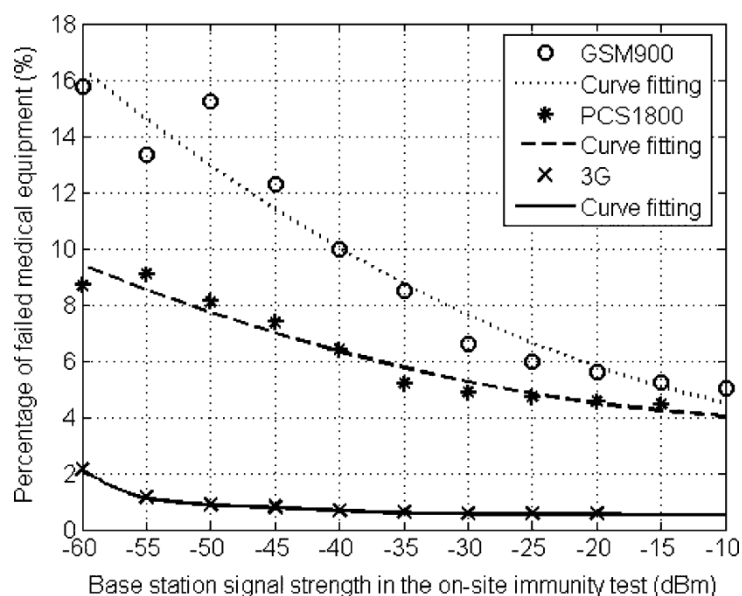
Remarks: *The cease distance is larger than the maximum possible distance away from the medical equipment in the assessment location.

تنها در یک قطعه از تجهیزات پزشکی وجود دارد، که اشکار ساز قلبی جنینی فراصوتی است که تداخل سیستم نسل سوم را ثبت و فاصله ی توقف آن ۱.۷ متر می باشد. برای GSM900 و PCS1800 فاصله ی توقف برای تجهیزات مختلف از ۰.۵ تا ۶.۶ متر تغییر می کند، که علت آن اختلاف در کارکرد تجهیزات، طراحی تجهیزات، و محیط محصور آنها است.

نتایج نشان داد که تجهیزات پزشکی معیوب به سیستم های GSM900 و PCS1800 حساس تر از سیستم نسل سوم می باشند، که توسط اختلاف در قدرت پرتوهای گسیل شده ی ماکزیمم و نوع مدولاسیون GSM900 و PCS1800 و نسل سوم که در جدول ۱ نشان داده شده است می تواند توجیه شود.

قدرت ماکزیمم پرتوهای گسیل شده از تلفنهای موبایل نسل سوم ۲۵۱ میلی وات می باشد که تقریباً یک هشتم سیستم GSM900 و یک چهارم سیستم تلفن موبایل PCS1800 می باشد.

برای هر یک از قطعات معیوب تجهیزات پزشکی در تست مصونیت EMI سطح پرتوهای گسیل شده میدان E از تلفن موبایل همچنین در فاصله ی توقف وابسته آن اندازه گیری می شود.



خلاصه از نتیجه ی اندازه گیری شده ی پرتوهای گسیل شده میدان E در جدول ۴ لیست شده است. میدان E اندازه گیری شده که توسط تلفن موبایل نسل سوم نسبت به اشکار ساز B قلبی جنینی فرا صوتی تولید می شود در فاصله توقف ۱.۷ متری، $V/M = 0.006$ می باشد.

برای میدان E اندازه گیری شده که توسط تلفنهای موبایل GSM900 و PCS1800 تولید می شوند در فاصله توقف از تجهیزات معیوب رنجهای اندازه گیری شده ی میدان E به ترتیب از 0.0004 تا $V/M10$ و 0.02 تا $V/M 5.4$ می باشد.

به طور خلاصه ملاحظه شد که نسل سوم تلفن موبایل تاثیرات EMI کمتری بر روی تجهیزات پزشکی حساس نسبت به تلفن نسل دوم موبایل دارد، و ممکن است به خاطر اختلاف در نوع مدولاسیون یا ناشی از اختلاف در ماکزیمم قدرت انتقال سیستم های تلفن موبایل نسل دوم و سوم باشد.

به هر حال باید یک فاصله ی محافظتی مناسب بین تلفن موبایل و تجهیزات پزشکی در تکمیل از سیاست مربوط به استفاده از تلفن موبایل نسل سوم مد نظر قرار گیرد.

این مطالعات بر اتخاذ ۱.۷ متر به عنوان فاصله ی توقف برای پاسخهای غیر عادی در اشکار ساز قلبی جنینی فرا صوتی اشاره داشت. علاوه بر جدول ۴، یک تحلیل آماری برای نتایج تستهای مصونیت انجام شده است.

توابع توزیع تراکم (CDF) مقدار سیگنال ایستگاه پایه GSM900 و PCS1800 و نسل سوم دریافت شده در مکانهای مختلف از تمام تستهای مصونیت در محیط های بیمارستان و درصد تجهیزات پزشکی معیوب شده به ترتیب در شکل های ۲ و ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که CDF اندازه گیری شده از سیگنال های ایستگاه پایه از این ۳ سیستم عموماً توزیع ویبول (WEIBULL)، را داخل محیط های بیمارستان تبعیت می کند.

این نشان می دهد که قدرت سیگنال ایستگاه پایه درون یک محیط پزشکی عمومی تقریباً اکسپونانسیل است، شبیه به آنچه در قدرت شار در داخل حفره های پیچیده برای جنین وجود دارد.

برای GSM900، که در شکل ۱۲ آمده است، سیگنال ایستگاه پایه داخل محیط های بیمارستان اساساً کمتر از -10dBm و میزان عیوب وابسته به آن ۵٪ می باشد به شکل ۳ رجوع کنید.

در بعضی مکانهای خاص نظیر، زیرزمین و بخش جراحی، سیگنال ایستگاه پایه GSM900 می تواند کمتر از 60dBm باشد و میزان عیوب به طور فزاینده در نتیجه ی افزایش قدرت پرتوهای گسیل شده تلفن موبایل تا ۱۶٪ افزایش یابد. همانطور که در شکل ۲ نشان داده شده است این تنها در موارد نادر با احتمال ۱۰٪ می باشد.

براساس تفسیری مشابه میزان عیوب از ۴.۵٪ به ۹٪ و ۰.۶٪ به ۲٪ به ترتیب برای PCS1800 و نسل سوم در بررسیهای انجام شده در موارد دریافت بدتر از سیگنالهای ایستگاه پایه افزایش می یابد.

به طور کلی تحلیل های اماری نشان می دهند که میزان عیب تجهیزات پزشکی با افزایش قدرت پرتوهای گسیل شده تلفن موبایل افزایش می یابد که نتیجه ی آن ضعیف کردن سیگنالهای ایستگاه پایه می باشد. و نسل سوم سیستمی است که تاثیر EMI بر روی تجهیزات پزشکی در مقایسه با هر دوی GSM900 و PCS1800 حداقل است.

هنگامی که سیستم نسل سوم در یک حلقه ی قدرت کنترل بسته مشغول به کار است، قدرت ارسالی موبایل توسط قدرت دریافتی از تلفن با استفاده از سیگنالی که اطلاعات در ایستگاه پایه تعیین می شود کنترل می شود، بر اثر این همبستگی دو سویه مقدار سیگنال پایه با قدرت ارسالی تلفن همراه، بنابراین عیب تجهیزات خیلی کمتر از GSM900 و PCS1800 در محیط نوسان صوتی سریع می باشد. (Fast-Fading) نتایج اماری همچنین نشان می دهد که برای مکانهایی با مقدار ضعیف سیگنالهای ایستگاه پایه اثرات EMI ناشی از تلفنهای موبایل نسل سوم می تواند ۴ تا ۸ برابر کمتر از GSM900 و PCS1800 باشد.

نتیجه:

در این مطالعه، تشخیص مصونیت برای ۱۷۹ قطعه از تجهیزات پزشکی که به هشت دسته از تجهیزات پزشکی حساس تقسیم شدند، در برابر ارساله های تلفن موبایل تکنولوژیهای نسل سوم اخیر و نسل دوم موجود انجام شد. یک مجموع نه قطعه ای از تجهیزات پزشکی شامل یک مانیتور ECG، دو مانیتور ECG بی سیم یک واحد رادیو گرافیک / فلوئور، یک سیستم پتانسیل انتقال صوتی و چهار اشکار ساز قلبی جنینی فرا صوتی پیدا شدند که به EMI ناشی از تلفنهای نسل دوم حساس می باشند.

به هر حال فقط یک قطعه از تجهیزات، اشکار ساز قلبی جنینی فراصوتی پیدا شد که به EMI ناشی از سیستم تلفن موبایل نسل سوم حساس می باشد. یک تحلیل آماری همچنین نشان داد که CDF سیگنالهای ایستگاه پایه داخل بیمارستان ها از توزیع ویبول (WEIBULL) برای تمام سه سیستم تلفن موبایل موجود در هنگ کنگ

تبعیت می کند. نتیجه نشان می دهد که قدرت سیگنال ایستگاه پایه در محیط های پزشکی عمومی تقریباً اکسپونانسیل است.

دیگر اینکه درصد تجهیزات پزشکی معیوب با افزایش سطح قدرت پرتوهای گسیل شده تلفن موبایل افزایش می یابد، که حاصل آن ضعیف کردن مقدار سیگنال ایستگاه پایه باشد. به طور خلاصه، ملاحظه گردید تلفن موبایل نسل سوم اثرات EMI کمتری بر روی تجهیزات پزشکی حساس نسبت به تلفن موبایل نسل دوم دارد که نشان دهنده ی این است تلفن موبایل نسل سوم احتمالاً ممکن است بیشترین گزینه ی مناسب برای کارکنان پزشکی داخل بیمارستانها با توجه به کارایی صدا و ارتباط اطلاعات سیستم نسل سوم باشد.

به هر حال آیین نامه و راهنمایی های وابسته باید از قبل برای شرکت ها اتخاذ گردد. نظیر عملکرد تجهیزات پزشکی حساس و استفاده از تلفن های موبایل چند باندی.

REFERENCES

- [1] W. E. Irnich and R. Tobisch, "Mobile phones in hospitals," *Biomed. Instrum. Technol.*, vol. 33, pp. 28–34, 1999.
- [2] M. P. Robinson, I. D. Flintoft, and A. C. Marvin, "Interference to medical equipment from mobile phones," *J. Med. Eng. Technol.*, vol. 21, pp. 141–146, 1997.
- [3] M. Hietanen, V. Sibakov, S. Hallfors, and P. von Nandelstadh, "Safe use of mobile phones in hospitals," *J. Health Phys. Soc.*, vol. 79, pp. S77–S84, 2000.
- [4] K.-S. Tan and I. Hinberg, "Radiofrequency susceptibility tests on medical equipment," in *Proc. 16th Annu. Int. Conf. IEEE*, 1994, vol. 2, pp. 998–999.
- [5] "Electromagnetic compatibility of medical devices with mobile communications," in *Medical Devices Bulletin DB9702*. London, U.K.: Medical Devices Agency, 1997.
- [6] A. J. Trigano, A. Azoulay, M. Rochdi, and A. Campillo, "Electromagnetic interference of external pacemakers by walkie-talkies and digital cellular phones: experimental study," *Pacing Clin. Electrophysiol.*, vol. 22, no. 4, pp. 588–593, Apr. 1999.
- [7] G. Calcagnini, P. Bartolini, M. Floris, M. Triventi, P. Cianfanelli, G. Scavino, L. Proietti, and V. Barbaro, "Electromagnetic interference to infusion pumps from GSM mobile phones," in *Proc. 26th Annu. Int. Conf. IEEE EMBS*, Sep. 2004, vol. 2, pp. 3515–3518.
- [8] Y. Chu and A. Ganz, "A mobile teletrauma system using 3G networks," *IEEE Trans. Inf. Technol. Biomed.*, vol. 8, no. 4, pp. 456–62, Dec. 2004.
- [9] K. A. Banitsas, K. Perakis, S. Tachakra, and D. Koutsouris, "Use of 3G mobile phone links for teleconsultation between a moving ambulance and a hospital base station," *J. Telemed. Telecare*, vol. 12, no. 1, pp. 23–26, Jan. 2006.
- [10] E. A. V. Navarro, J. R. Mas, J. F. Navajas, and C. P. Alcega, "Performance of a 3G-based mobile telemedicine system," in *Proc. IEEE 3rd Consum. Commun. Netw. Conf. (CCNC 2006)*, 8–10 Jan., vol. 2, pp. 1023–1027.
- [11] *Medical Electrical Equipment—Part 1–2: General Requirements for Safety—Collateral Standard: Electromagnetic Compatibility—Requirements and Tests*, IEC 60601-1-2, 1993.
- [12] *Testing and Measurement Techniques—Radiated, Radio-frequency, Electromagnetic Field Immunity Test*, IEC 61000-4-3, 2002.
- [13] *Medical Electrical Equipment—Part 1–2: General Requirements for Basic Safety and Essential Performance—Collateral Standard: Electromagnetic Compatibility—Requirements and Tests*, EN 60601-1-2, 2007.
- [14] (2004, Dec.). Singapore hospital may allow use of mobile phones [Online]. Available: <http://www.tm4b.com/resources/weblogs/textually/article-006439.php>