感染制御を目的とした病院内の細菌学的環境調査

成井浩二¹, 松永宣史², 野口雅久^{*1}, 能條純一¹, 富澤 崇¹, 石井隆之¹,
並木勇太¹, 山中義裕¹, 熊木雄一¹, 諏訪淳一¹, 奥山 清²,
明石貴雄², 那須 豊², 小山正晴², 内海健太²,
若杉和倫², 高沢謙二², 笹津備規¹
東京薬科大学薬学部病原微生物学教室¹
東京医科大学病院八王子医療センター感染症対策委員会²

Microbial Surveillance Conducted for Infection Control at a Hospital

Koji Narui¹, Norifumi Matsunaga², Norihisa Noguchi^{*1}, Junichi Nojo¹, Takashi Tomizawa¹,
Takayuki Ishii¹, Yuta Namiki¹, Yoshihiro Yamanaka¹, Yuichi Kumaki¹, Junichi Suwa¹,
Kiyoshi Okuyama², Takao Akashi², Yutaka Nasu², Masaharu Koyama²,
Kenta Utsumi², Kazunori Wakasugi², Kenji Takazawa² and Masanori Sasatsu¹
Department of Microbiology, School of Pharmacy, Tokyo University of Pharmacy and Life Science¹
Infection Control Committee, Hachioji Medical Center, Tokyo Medical University²

[Received October 23, 2007
Accepted January 24, 2008]

For infection control purposes, we conducted microbial surveillance targeting the air, floors, and sinks at approximately 250 locations from 1999 to 2004. Annual changes in the average number of microbial isolates from air, floor, and sink samples were not correlated but changes in particular sampling items were correlated. Hospital wards where there was greater movement of people produced larger average numbers of isolates than other parts of the hospital, for example examination rooms. We found that the average number of isolates from air and floor samples was higher when a new hospital ward was under construction as well as just after its opening. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) was frequently isolated from floor samples (68.8%) and *Pseudomonas aeruginosa* was isolated from both floor (10.3%) and sink (89.7%) samples. The numbers of MRSA and *Pseudomonas aeruginosa* isolated from hospital ward samples were larger than those from other parts of the hospital.

Our microbial surveillance clearly showed that the distribution of environmental bacteria changed in the hospital overall rather than for individual units and was affected by human activity and environmental changes. Furthermore, the species of bacteria isolated from the air, floor, and sink samples were different. Therefore, our results suggest that it is important to address the sanitization of the hospital environment as a whole, not on a ward by ward basis.

Key words Microbial surveillance, infection control, *Pseudomonas aeruginosa*, methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA)

結 言

医療の進歩に伴って、高齢者、がん患者や移植患者のような易感染性患者が増加している。それゆえ、メチシリン耐性黄色ブドウ球菌(MRSA)、バンコマイシン耐性腸球菌(VRE)や多剤耐性緑膿菌のような薬剤の乱用によって生み出されてきた薬剤耐性菌ばかりでなく、*Serratia*,

Burkholderia, *Stenotrophomonas*, *Citrobacter*, *Acinetobacter* や *Enterobacter* などの通常の病院環境に生息する細菌も主要な院内感染・日和見感染の原因菌になっている¹⁻³⁾。院内感染の感染経路は、主に保菌者、医療従事者や環境との接触によると考えられている。なかでも、環境を起因とする感染はその検出・立証が難しく、環境は感染リスクとして認識されにくい。また、Centers for Disease Control and Prevention(以下、CDC と略す)の医療

* 東京都八王子市堀之内 1432 1; 1432 1, Horinouchi, Hachioji-shi, Tokyo, 192 0392 Japan

施設における環境感染管理のガイドラインには「空気、水、環境表面の無作為でかつ目的の不明瞭な微生物学的な試料採取は必要ない」ことが勧告されている⁴⁾。そのため、環境が感染リスクとなりえず、細菌学的環境調査は必要がないように認識されている。しかし、CDCの同ガイドラインには「疫学調査の一部として、あるいは危機的環境状況下での汚染の検出あるいは減少を確認するためには微生物学的な試料採取は必要である」ことがあわせて勧告されている⁴⁾。実際、環境表面や空気から病原体が分離されている⁵⁻⁸⁾。そのため、院内の一部の環境は重要な感染源であり、感染経路の一つとして考えられる。

したがって、病院環境における細菌学的環境調査は、院内で流行、いわゆるアウトブレイクが起こった際に、細菌分布のベースラインとして、院内感染・日和見感染の原因菌の検出頻度が高い場所を特定することで、衛生的な環境保全の指標として活用するための情報をもたらす。そこで、われわれは1999年から2004年の6年間にわたり、空中・床・流しの約250カ所を調査し、疫学的解析を行った。

材料・方法

1. 調査期間と調査場所

1999年5月から2004年7月に東京医科大学八王子医療センターにて細菌学的環境調査を行った。調査は4月から9月の春期から秋期に行い、調査場所ごとに毎年同一の時期に行った。調査場所はA棟の入院病棟である1階西(A1西：感染症)、3階東(A3東：循環器内科)、3階西(A3西：心臓血管外科、循環器内科、神経内科、内科混合)、4階東(A4東：血液内科、呼吸器内科、婦人科、救命救急部)、4階西(A4西：産科)、B棟の入院病棟である2階東(B2東：整形外科、形成外科)、2階東(B2西：脳神経外科、口腔外科、神経内科、外科系混合)、3階東(B3東：臓器移植外科、一般外科、皮膚科、救命救急部)、3階西(B3西：消化器外科、救命救急部)、4階東(B4東：耳鼻咽喉科、頭頸部外科、泌尿器科)、4階西(B4西：呼吸器外科、腎臓内科、救命救急部)と、その他の病院施設として、放射線科、手術室、内視鏡検査室、外来、廊下、透析室、薬剤部、救急外来、集中治療室において、空中浮遊菌検査、床の拭き取り検査や流しの拭き取り検査、合計約250カ所を調査した(図1)。ただし、移設(A1西とB4西の2002年から2004年)や業務上検体採取が困難な場合は調査を行わなかった。

2. 調査対象と調査方法

主要な院内感染原因菌は好気性および通性嫌気性菌であること、芽胞非形成の嫌気性菌は一般の好気的環境下

図1. 細菌学的環境調査を行った部署の略図

では死滅することと真菌は菌種によって培養可能な培地が異なることから、好気的培養が可能な細菌を調査対象とした。清掃の影響を考慮して調査は清掃前に行った。入院病棟の空中浮遊菌検査は処置室、病室、廊下で行った。空気200LをエアースAMPLER Mas 100(メルク(株))を用いてハート・インフュージョン寒天培地(栄研化学(株))に吹き付けた^{9,10)}。入院病棟の床の拭き取り検査は処置室、病室、廊下、トイレ、洗面所、ナースステーションで行った。床100cm²を綿棒で拭いた。綿棒に付着した細菌を滅菌生理食塩水1mLに懸濁させた。その懸濁液0.1mLをハート・インフュージョン寒天培地に塗布した。入院病棟の流しの拭き取り検査は洗面所、ナースステーションで行った。流しの排水口の周囲を綿棒で拭いた。綿棒に付着した細菌を滅菌生理食塩水1mLに懸濁させた。その懸濁液0.1mLをハート・インフュージョン寒天培地とマンニット食塩寒天培地(オキシド)におのおの塗布した。入院病棟以外のその他の部署は、その部署の施設の構造に応じて入院病棟と同様に空中浮遊菌検査、床の拭き取り検査や流しの拭き取り検査を行った。サンプルを接種した寒天培地は37℃、2日間培養し、生育したコロニーをカウントして菌数 colony forming unite(cfu)を算出した。

3. 菌種同定と分子疫学的解析

分離し、純培養した菌株はグラム染色後、以下の手順により同定した。グラム陽性球菌(GPC)はマンニット食塩寒天培地上での生育とマンニット分解性を観察し、生化学的同定キットであるApiSTAPH(日本ビオメリユー(株))にて菌種を決定した。MRSAは黄色ブドウ球菌のうち、4% NaCl(和光純薬工業(株))、6μg/mLのオキシシリン(シグマ・アルドリッチ ジャパン(株))含有ミューラー・ヒントン寒天培地(オキシド)上の増殖で判定した。グラム陰性桿菌(GNB)はOF試験(栄研化学(株))の後、Api 20 E や Api 20 NE(日本ビオメリユー(株))で菌種を決定した。グラム陽性桿菌(GPB)はグラム染色性と細菌およびコロニーの形態により GPB とした。

結 果

1. 空中浮遊菌検査, 床および流しの拭き取り検査における平均検出菌数の年次推移

1999年から2004年の空中浮遊菌検査, 床および流しの拭き取り検査における平均検出菌数の推移を図2に示した。空中浮遊菌検査では平均 38 ± 45.8 cfu/200 L の細菌が検出された。2000年に菌数が減少したものの, 2001年から2003年には約2倍に増加し, 2004年には再び減少した。床の拭き取り検査では, 平均 648 ± 1200.8 cfu/100 cm² の細菌が検出された。1999年から2001年にかけて減少していたが, 2002年に増加し, 2004年には再び増加した。流しの拭き取り検査では平均 $4.8 \times 10^6 \pm 1.1 \times 10^7$ cfu/swab の細菌が検出された。平均検出菌数は調査した隔年で増加と減少を繰り返した。空中浮遊菌検査, 床および流しの拭き取り検査における年度間の増減は, 空中・床・流しの各検査間で同調していなかった。

2. 各部署の平均検出菌数の年次推移

各部署における空中浮遊菌検査, 床および流しの拭き取り検査の平均検出菌数を表13に示した。空中浮遊菌検査, 床および流しの拭き取り検査において, その他の

病院施設はA・B入院病棟よりも平均検出菌数が少なかった。また, 床および流しの拭き取り検査においてはA入院病棟よりもB入院病棟の平均検出菌数のほうが多かった。空中浮遊菌検査において, 2001年は多くの入院病棟(A1東, A3東, A3西, A4東, A4西, B3東, B3西, B4東とB4西)で平均検出菌数が増加し, 2000年に比べ多い部署では9.1倍に増加していた。手術室, 薬剤部と集中治療室はその他の病院施設と比較して毎年検出菌数が低い傾向にあった。床の拭き取り検査において, 2002年は検査したすべての入院病棟で平均検出菌数が増加し, 2001年に比べ多い部署では30.0倍に増加していた。流しの拭き取り検査において, 薬剤部と集中治療室の6年間の平均検出菌数がそれぞれ $3.0 \times 10^7 \pm 2.6 \times 10^7$ cfu/swab と $1.0 \times 10^7 \pm 1.3 \times 10^7$ cfu/swab であり, その他の病院施設の $2.3 \times 10^5 \pm 1.4 \times 10^6$ cfu/swab よりも極めて多かった。空中浮遊菌検査, 床および流しの拭き取り検査内で観察すると, 分離菌数が多い年はある特定の場所が数百倍に突出して多くなったのではなく, 離れている場所であってもほとんどの調査場所で増加していた。

3. 分離菌種の推移

6年間の細菌学的環境調査で分離した3,862株のグラム染色性と形態あるいは菌種を図3に示した。グラム陽性球菌は環境細菌であるマイクロコッカス属菌やヒトや動物の体表に存在するスタフィロコッカス属菌が大部分であった。スタフィロコッカス属菌の中では, *Staphylococcus* (*S.*) *aureus*, *S. capitis*, *S. epidermidis*, *S. haemolyticus* や *S. hominis* などが多かった。MSSAとMRSAを含めたグラム陽性球菌の割合は1999年に全体の40%程度, 2002年には50%を超え, 2003年と2004年には若干減少したが, 6年間では約53%であった。グラム陰性桿菌は腸内細菌科に属するエンテロバクター属菌やブドウ糖非発酵のアシネトバクター属菌とシュドモナス属菌であった。菌種では, *Enterobacter cloacae*, *Acinetobacter junii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Burkholderia cepacia* や *Stenotrophomonas maltophilia* などが多かった。グラム陰性桿菌の割合は1999年には30%程度であったが, 2002年には5%に満たなかった。その後, 2004年には15%を超えるまで増加した。グラム陽性桿菌はほとんどが土壌細菌で芽胞を形成するバシラス属菌であった。グラム陽性桿菌の割合は毎年30%前後で増減していた。MRSAと緑膿菌に注目すると, 6年間の調査でおおの59株, 107株が分離され, 2002年に分離割合, 分離菌数(ともに3株)が最も少なかった。また, 空中浮遊菌検査, 床および流しの拭き取り検査のMRSAと緑膿菌の分離場所を図4に示した。MRSAは空中浮遊菌検査, 床および流しの拭き取り検査から分離されたが, その大部分が

図2. 空中浮遊菌検査, 床および流しの拭き取り検査の平均検出菌数の年次推移

表 1. 各部署における空中浮遊菌検査の平均分離菌数の年次推移

部署	1999	2000	2001	2002	2003	2004	総平均
A1 東	7	14	24	N. T.	N. T.	N. T.	15
A3 東	46	18	32	59	34	17	34
A3 西	55	9	82	46	71	25	48
A4 東	34	31	156	68	22	15	58
A4 西	83	22	32	37	70	15	44
B2 東	33	28	26	69	57	67	47
B2 西	55	27	27	74	29	41	42
B3 東	108	18	90	72	55	46	65
B3 西	50	17	22	69	19	41	36
B4 東	44	28	85	64	35	43	50
B4 西	32	25	132	N. T.	N. T.	N. T.	63
放射線科	47	25	9	41	77	24	40
手術室	5	5	6	20	38	18	16
内視鏡室	23	10	42	16	41	N. T.	27
外来	32	72	20	42	41	12	36
廊下	31	18	47	81	83	60	56
透析室	68	17	32	69	75	57	51
薬剤部	N. T.	1	0	17	8	10	7
救急外来	16	13	125	51	50	15	45
集中治療室	9	20	15	12	20	25	17
A 棟入院病棟	47	19	69	53	49	18	43
B 棟入院病棟	54	24	64	69	39	48	49
その他の病院施設	23	23	24	36	51	26	32

単位: cfu/200 L

N. T.; not tested

表 2. 各部署における床の拭き取り検査の平均分離菌数の年次推移

部署	1999	2000	2001	2002	2003	2004	総平均
A1 東	284	108	38	N. T.	N. T.	N. T.	135
A3 東	1,322	468	343	1,020	260	758	695
A3 西	810	772	777	2,008	712	842	1,050
A4 東	1,939	715	1,053	1,426	244	2,600	1,294
A4 西	341	202	61	806	354	230	308
B2 東	962	2,473	83	2,490	310	483	1,150
B2 西	620	883	577	3,160	544	1,784	1,210
B3 東	565	292	688	1,122	312	464	568
B3 西	1,138	2,182	557	1,210	360	966	1,085
B4 東	1,048	253	127	960	140	984	589
B4 西	2,098	760	1,632	N. T.	N. T.	N. T.	1,461
放射線科	581	536	558	376	726	468	540
手術室	83	84	505	91	406	724	307
内視鏡室	83	330	0	213	210	N. T.	168
外来	946	320	74	182	254	2,087	520
廊下	1,666	367	1,233	251	641	483	804
透析室	50	40	40	120	1,205	745	432
薬剤部	285	35	0	0	35	N. T.	71
救急外来	213	523	48	285	423	280	296
集中治療室	397	260	52	135	132	922	299
A 棟入院病棟	953	453	449	1,315	393	1,044	731
B 棟入院病棟	1,043	1,141	611	1,802	341	955	971
その他の病院施設	524	301	417	201	464	708	429

単位: cfu/100 cm²

N. T.; not tested

床の拭き取り検査(68.8%)から分離された。緑膿菌は空中浮遊菌検査からは分離されず、床の拭き取り検査から 11 株(10.3%)、流しの拭き取り検査から 96 株(89.7%)分離された。両菌ともその他の病院施設よりもナースステーション、病室や廊下などの入院病棟からの分離が多かった。また、MRSA と緑膿菌の分離は各診療科(入院

病棟)の間で分離菌数に大きな差がなかった。

考 察

本研究では、病院内で感染制御を目的とした細菌学的環境調査を 6 年間行った。院内の環境細菌の分布を調査

表3. 各部署における流しの拭き取り検査の平均分離菌数の年次推移

部署	1999	2000	2001	2002	2003	2004	総平均
A1 東	180,000	105,750	169,000	N. T.	N. T.	N. T.	145,900
A3 東	50,300	2,620,700	135,350	1,226,000	529,600	3,852,900	1,402,475
A3 西	100,000	1,217,550	2,029,385	140,000	29,150	11,895,000	2,568,514
A4 東	5,500,000	90,025	12,295	11,120,000	535,405	31,755,000	8,168,788
A4 西	1,600,000	2,225,000	549,467	3,885,000	5,570,680	22,760,000	5,380,697
B2 東	515,000	19,250	5,834,885	4,835,000	218,650	5,200,240	2,770,504
B2 西	5,500,000	21,600,000	592,005	5,045,000	9,826,445	16,320,000	9,813,908
B3 東	5,500,000	3,940,000	4,630,750	20,170,000	726,000	3,810,000	6,462,792
B3 西	502,700	959,250	4,415	2,133,500	13,885,000	16,175,000	5,609,978
B4 東	5,950,000	30,550,110	17,085	13,371,000	50,095	11,050,000	10,164,715
B4 西	5,001,500	495,250	432,385	N. T.	N. T.	N. T.	1,976,378
放射線科	0	20	N. T.	10	1,550	1,300	576
手術室	52,000	140	0	18,855	150	150	10,040
内視鏡室	590	N. T.	240	560	0	N. T.	348
外来	3,336,510	600	212,090	3,468	71,375	10	399,559
透析室	N. T.	N. T.	N. T.	6,700	0	3,120	3,273
薬剤部	2,000,000	66,900,00	2,080,000	34,240,000	22,020,000	53,520,000	30,126,667
救急外来	3,000,000	30	1,630	0	450	0	500,352
集中治療室	100,000	1,710,000	25,760,000	2,9240,000	5,180,000	260	10,331,710
A 棟入院病棟	1,628,060	1,251,805	576,405	4,092,750	1,666,209	17,565,725	4,031,574
B 棟入院病棟	3,828,200	9,593,977	1,918,588	9,110,900	4,941,238	10,511,048	6,510,925
その他の病院施設	1,378,379	8,576,628	2,848,573	4,554,918	1,963,453	5,352,636	3,836,485

単位: cfu/swab

N. T.: not tested

図3. 各年度の分離菌種の推移

し,分離菌数の推移および部署ごとに比較した。また,分離菌種を同定し,菌種の推移および院内感染・日和見感染に関与する MRSA と緑膿菌の分布について調査した。

空中浮遊菌検査,床および流しの拭き取り検査の平均分離菌数において,年度間の増減は各検査間で非同調性であったが(図1),各検査内では同調していた(表1-3)。そのため,空中・床・流しの汚染あるいは清浄化は他の項目の影響を受けずに独立しているが,環境細菌の分布は,空中・床・流しの同じ項目内で病院全体として同じ

増加または減少する方向に推移していることが明らかになった。

各部署における空中浮遊菌検査,床の拭き取り検査および流しの拭き取り検査の年次推移では,A 入院病棟,B 入院病棟とその他の病院施設の間に検出菌数の差が観察された。入院病棟はほぼ特定の患者,患者の家族や医療従事者がおり,患者は生活をしている。一方,その他の病院施設は,医療従事者は特定しているが,患者は不特定多数で,限られた時間のみの使用である。入院病棟

図4. MRSAと緑膿菌の調査場所別分離菌数

では、A棟は3階と4階が、B棟は3階から5階が入院病棟であるため、B棟のほうがベッド数が約1.5倍多い。また、A病棟は入院病棟以外に手術室(2階)、集中治療室と透析室(ともに1階)があるが、B病棟は1階が一日平均約1400人が訪れる外来である(図1)。そのため、A入院病棟とB入院病棟の検出菌数の差は、A病棟よりもB病棟のほうがヒトの動きが棟全体として活発であることが影響していると考えられた。これらのことから、環境細菌の分布はヒトの使用時間とヒトの動向に左右されることが明らかになった。流しの拭き取り検査において、薬剤部と集中治療室で顕著に分離菌数が多かったが、後の聞き取り調査によると、調査した流しは輸液などを廃棄する流しであり、輸液に含まれる豊富な栄養分により過剰に細菌が生育していたと考えられた(表3)。これらは医療従事者のみが使用する流しであるが、衛生的な環境保全の観点から、現在は輸液を廃棄した後の洗浄や日常的な洗浄に留意している。

分離菌種の推移において、2002年はグラム陽性球菌とグラム陽性桿菌の増加に伴いグラム陰性桿菌の減少のため割合の変化が顕著であったが(図3)、その原因として、2002年の新病棟(D棟)の開設が考えられた(図1)。新病棟建設中(2001年)の入院病棟での空中浮遊菌が増加し、開設直後(2002年)の床表面付着菌が増加していた(表1, 2)。また、新病棟への連絡通路に最も近いB2東・西病棟の2002年の空中浮遊菌数および床表面付着菌数は6年間で最も多かった(表1, 2)。この細菌学的環境調査を行った期間では、手指の消毒法と清掃職員による清掃方法や清掃回数に変化はなかった。そのため、この菌種と分離菌数の変化は新病棟の建設開局に伴い、機器の搬入やヒトの移動による外環境からの空気の流入、粉塵の増加を示しており、空中および床から主に分離される

グラム陽性桿菌と球菌の増加をもたらした結果、菌種の割合に変化が生じたと推測された。MRSAと緑膿菌の分布の違いは(図4)、両菌の性質に起因すると考えられた。黄色ブドウ球菌はヒトを含めた動物の体表常在菌であり、一方、緑膿菌は水分の多い環境に分布している。そのため、MRSAは主に床から、緑膿菌は主に流しから分離されたと考えられた。MRSAは空中浮遊菌検査において、医療従事者のみの空間であるナースステーションの空気からは分離されず、患者と医療従事者の共有空間である病室、廊下や検査室から分離された。床や流しの拭き取り検査においては、ナースステーションの床からの分離数よりも病室の床のほうが若干少なかったが、医療従事者よりも患者の使用頻度が高い廊下および洗面所からの分離が多かった。そのため、MRSAの感染制御には処置前後の手指消毒の励行などの患者との接し方に重点を置く必要性が挙げられた。一方、緑膿菌は分離株の大部分が流しから分離され、患者の使用頻度が高い病室、廊下からは分離されなかったことから、緑膿菌の感染制御には、環境の衛生化などの医療従事者と環境との接し方に重点を置く必要性が挙げられた。グラム陰性菌の中で多く分離された *Enterobacter cloacae* はヒトの腸管内の常在菌であり *Pseudomonas aeruginosa* *Burkholderia cepacia* や *Stenotrophomonas maltophilia* は自然環境に広く分布している細菌であるが、日和見感染原因菌でもあるため、これらの細菌が分離された流しの清掃や消毒が必要である。しかし *Pseudomonas aeruginosa*、*Burkholderia cepacia* や *Stenotrophomonas maltophilia* は消毒薬からの検出も報告されており¹¹⁻¹⁸⁾、清掃や消毒の際に使用する薬剤の濃度にも留意する必要があると考えられた。

本研究から病院環境細菌の分布は個々の部署で独立しているのではなく、病院全体で推移し、ヒトの動向や環境の変化に影響を受けることが明らかになった。そのため、個々の部署で環境の衛生化を図るのではなく病院全体で取り組むことが必要である。また、本研究を通じて空気200Lあたり約40個、床100cm²あたり約650個、流し1綿棒あたり約500万個の細菌が存在し、MRSAや緑膿菌がどこに多く分布しているかを知ることが出来た。これらは日常の業務の中で感染リスクの減少を図ることが出来る情報である。この研究は1999年から6年間、毎年行ってきた。医療従事者の間では、調査開始当初は調査されること、結果が示されることに多少の抵抗感があったが、その結果として、流し付近の整理整頓や頻回清掃などの衛生的な環境保全に向けた努力が各部署にみられ、環境に対する意識の変化が感じられた。衛生的な環境保全、環境細菌の分布を知るうえでも細菌学的環境調査を行うことは有用であると考えられた。

引用文献

- 1) C. Casolari, M. Pecorari, G. Fabio, S. Cattani, C. Venturelli, L. Piccinini, M.G. Tamassia, W. Gennari, A.M. Sabbatini, G. Leporati, P. Marchegiano, F. Rumpianesi, F. Ferrari, A simultaneous outbreak of *Serratia marcescens* and *Klebsiella pneumoniae* in a neonatal intensive care unit, *J. Hosp. Infect.*, **61**, 312 320 (2005).
- 2) S.S. Ghazal, K. Al-Mudaimeegh, E.M. Al Fakihi, A.T. Asery, Outbreak of *Burkholderia cepacia* bacteremia in immunocompetent children caused by contaminated nebulized sulbutamol in Saudi Arabia, *Am. J. Infect. Control*, **34**, 394 398 (2006).
- 3) J.P. Flaherty, S. Garcia-Houchins, R. Chudy, P.M. Arnow, An outbreak of gram-negative bacteremia traced to contaminated O-rings in reprocessed dialyzers, *Ann. Intern. Med.*, **119**, 1072 1078 (1993).
- 4) L. Sehulster, R.Y. Chinn, Guidelines for environmental infection control in health-care facilities. Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC), *MMWR Recomm. Rep.*, **52**, 1 42 (2003).
- 5) I. Dakic, D. Morrison, D. Vukovic, B. Savic, A. Shittu, P. Jezek, T. Hauschild, S. Stepanovic, Isolation and molecular characterization of *Staphylococcus sciuri* in the hospital environment, *J. Clin. Microbiol.*, **43**, 2782 2785 (2005).
- 6) M. McGuckin, B., S. G. Kelsen, Surveillance in a surgical intensive care unit : patient and environment, *Infect. Control*, **2**, 21 25 (1981).
- 7) C.S. Li, P.A. Hou, Bioaerosol characteristics in hospital clean rooms, *Sci. Total Environ.*, **305**, 169 176 (2003).
- 8) M. Augustowska, J. Dutkiewicz, Variability of airborne microflora in a hospital ward within a period of one year, *Ann. Agric. Environ. Med.*, **13**, 99 106 (2006).
- 9) E. Bouza, T. Pelaez, J. Perez-Molina, M. Marin, L. Alcalá, B. Padilla, P. Munoz, P. Adan, B. Bove, M.J. Bueno, F. Grande, D. Puente, M.P. Rodriguez, M. Rodriguez-Creixems, D. Vigil, O. Cuevas, Demolition of a hospital building by controlled explosion : the impact on filamentous fungal load in internal and external air, *J. Hosp. Infect.*, **52**, 234 242 (2002).
- 10) D. Nesa, J. Lortholary, A. Bouakline, M. Bordes, J. Chandenier, F. Derouin, J.P. Gangneux, Comparative performance of impactor air samplers for quantification of fungal contamination, *J. Hosp. Infect.*, **47**, 149 155 (2001).
- 11) M.D. Shickman, L.B. Guze, M.L. Pearce, Bacteremia following cardiac catheterization ; report of a case and studies on the source, *N. Engl. J. Med.*, **260**, 1164 1166 (1959).
- 12) N.A. Simmons, D.A. Gardner, Bacterial contamination of a phenolic disinfectant, *Br. Med. J.*, **2**, 668 669 (1969).
- 13) P.L. Parrott, P.M. Terry, E.N. Whitworth, L.W. Frawley, R.S. Coble, I.K. Wachsmuth, J.E. McGowan, Jr, *Pseudomonas aeruginosa* peritonitis associated with contaminated poloxamer-iodine solution, *Lancet*, **2**, 683 685 (1982).
- 14) M.J. Frank, W. Schaffner, Contaminated aqueous benzalkonium chloride. An unnecessary hospital infection hazard, *JAMA*, **236**, 2418 2419 (1976).
- 15) R.L. Berkelman, S. Lewin, J.R. Allen, R.L. Anderson, L.D. Budnick, S. Shapiro, S. M. Friedman, P. Nicholas, R.S. Holzman, R.W. Haley, Pseudobacteremia attributed to contamination of povidone-iodine with *Pseudomonas cepacia*, *Ann. Intern. Med.*, **95**, 32 63 (1981).
- 16) J.D. Sobel, N. Hashman, G. Reinherz, D. Merzbach, Nosocomial *Pseudomonas cepacia* infection associated with chlorhexidine contamination, *Am. J. Med.*, **73**, 183 186 (1982).
- 17) S. Oie, A. Kamiya, Microbial contamination of antiseptics and disinfectants, *Am. J. Infect. Control*, **24**, 389 395 (1996).
- 18) M.M. Wishart, T.V. Riley, Infection with *Pseudomonas maltophilia* hospital outbreak due to contaminated disinfectant, *Med. J. Aust.*, **2**, 710 712 (1976).