

# 感染対策における“新しい”キーワード 保菌圧とクラウドの考え方

おさえて  
おきたい  
トピックス

- 「保菌圧」とは入院患者における“感染の有病率”を示すものである。保菌率が高くなると、感染対策を行っても拡大を防ぎきれない場合がある
- 保菌圧を減らすため、環境消毒が見直されてきている
- 病原体の“雲”である「クラウド」は、感染対策上、注意すべき現象である

CDCが1996年に公表した『隔離予防策のガイドライン』<sup>1</sup>では、「標準予防策」、また「感染経路別予防策」という画期的な感染防止戦略が提唱されました。そのシステムは、今日においてもなお有効に実施されていると言えます。

そして2007年に発表されたCDC『隔離予防策のガイドライン』<sup>2</sup>においては、

「選択圧」と「保菌圧」という言葉が登場しました。

このうち「選択圧」については、選択圧低下を目的とする抗菌薬マネジメント(Antimicrobial Stewardship)の運動が世界的に進化しつづけています。しかし、「保菌圧」への対策については、まだ議論が進んでいないようです。

## 「保菌圧」という 新しい概念

### POINT

- 保菌率が上がると、感染の伝播速度が上がりやすくなることが報告されている
- 保菌圧が高くなると、感染対策の効果が失われやすくなる

図1 「保菌圧」の計算式

$$\text{保菌圧}(\%) = \frac{\text{保菌者*のべ入院日数}}{\text{入院患者のべ入院日数}} \times 100$$

(文献3より引用)

入院患者における保菌の割合を示す数値(つまり、「有病率」のようなもの)



\*=保菌者は持ち込みと院内感染の両者が含まれる

「保菌圧(colonization pressure)」とは保菌率や有病率と同じような感染者の割合を示す概念であり、正式には図1<sup>3</sup>の式で計算されます。

保菌圧の概念は、VRE(パンコマイシン耐性腸球菌)において最初に提唱されました<sup>4</sup>。VREの有病率、つまり保菌圧が25%から75%と3倍になると、VREの獲得日数が約16~18日から6~7日と、約3分の1に短縮しました。つまりVREにおいて、保菌圧が3倍になると、伝播速度が3倍になったことを意味して

## 図2 一般ICUにおける保菌圧の影響

\*保菌圧は本来は“入院日数”を合わせて計算するが(図1)、仮に“一定”として計算している

### 例①: 保菌圧が“低い”状態

- 一般的ICUにおいて、18床中、1名のMRSA保菌者がいる(このとき保菌圧\*5.6%)
- 手指衛生の遵守率は40%と低かったにもかかわらず、新規の患者発生はなかった



### 例②: 保菌圧が“高い”状態

- 一方、18床中、8人の保菌者がいるという保菌圧\*(44%)の高い状態
- PPE(personal protective equipment、個人防護具)着用と手指衛生の遵守率は90%であったにもかかわらず、“ベッド8”的患者がMRSA保菌者になってしまった



(文献6を参考に作成)

います。

さらに同報告では、保菌圧が50%を超えると、保菌圧がVRE伝播を規定する重要な独立した因子となり、感染防止の遵守や抗菌薬使用に影響されないとされます<sup>4</sup>。つまり高保菌圧下では、手洗

いや手袋着用など感染対策の効果がなくなるということです。

同様にMRSAでも、保菌圧が40%以上になると、感染リスクが5.8倍になるという報告があります<sup>5</sup>。

**なぜ保菌圧が高いと  
感染対策の効果が  
失われるのか**

図2はCDCの多剤耐性菌対策に関する教育用スライドの中にある、保菌圧を

図3 感染伝播力の計算式:その1

## 保菌圧 × 非遵守率 = 感染伝播力

例③: 保菌圧が低ければ、遵守率が低くても…



例④: 保菌圧が高ければ、遵守率が高くても…



図4 感染伝播力の計算式:その2

環境汚染度調整保菌圧(環境汚染度% × 保菌圧) × 非遵守率 = 感染伝播力

(文献7より引用)

排菌が高度であれば、それだけ  
感染伝播力も増す



説明している内容です<sup>6</sup>。

うち、例②のように保菌圧が高い状態は、感染対策の効果を失わせると考えられます。これはなぜでしょうか?

### 1) 非遵守者がいれば、伝播機会は増える

感染対策(手指衛生、手袋などの着用)の遵守率は一般に20~80%と想定されており、100%には達しがたいと考えら

れます。たとえ遵守率80%であっても、非遵守状況が20%存在することになります。

そして保菌者が多い(保菌圧が高い)と、直接接触感染(保菌者との)、および間接接触感染(保菌者周辺環境との)の機会は増え、そのぶん非遵守状況の絶対数も増加します。したがって非遵守率が低かったとしても、遵守率100%でなけ

れば、感染伝播機会の絶対数は増加することになります。

このように、感染力は保菌圧と非遵守率に比例すると考えられます。そこで、保菌圧と非遵守率を掛け合わせたもの(図3)が、感染の伝播力、あるいは伝播速度と想定することができます。

つまり、感染対策の遵守率には限界があるため、保菌者が多いと“接触機会”は増加します。感染対策を一生懸命に実施しても、結果として伝播は減らず、感染対策の努力が徒労になってしまいます。

### 2) 保菌者の排菌量が多いと、保菌の影響(保菌圧)も大きくなる

もう1つ、単なる鼻腔保菌者だと環境汚染も少ないかもしれません、例えば下痢便にMRSAを排泄している患者、あるいは喀痰中にMRSAを排泄している患者では、環境汚染度も大きくなると考えられます。患者の身体全体、ベッド周辺の汚染のみならず、さらにドアノブ、スイッチなどの高頻度接触面を含めた部屋全体の汚染を引き起こしていく可能性もあります。

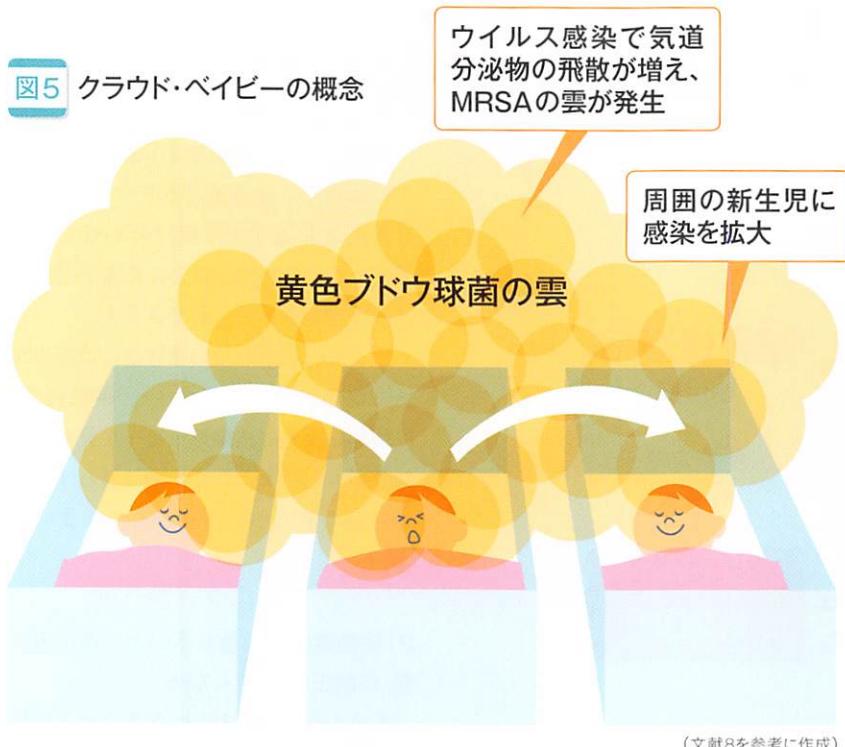
そのため、保菌圧に環境汚染度(%)を掛け、「環境汚染度調整保菌圧」として研究している報告もあります(図4)<sup>7</sup>。この式によれば、環境汚染度が倍になると、環境汚染度調整保菌圧が倍になり、感染伝播力も倍になります。

これら図3、図4を、一種の「感染対策の公式」と考えることもできます。

## 保菌圧を減らすためには何を行う?

感染伝播力の計算式(図3)からみると、感染対策は「遵守率を上げる」と「保菌圧

図5 クラウド・ベイビーの概念



(文献8を参考に作成)

を下げる」対策に分けることができます。遵守率対策とは、さまざまな工夫によって、手指衛生やPPE使用の遵守率を上げることにはなりません。

一方、保菌圧対策としては以下が考えられます。

- ①除菌療法
- ②保菌者を隔離・早期退院させる
- ③汚染面を減らす(環境の清掃・消毒)
- ④汚染面との接触を減らす(非接触性の器具の活用など)

これらのうち、特に環境消毒については、長い間CDCが「環境汚染は伝播に関係しないので、環境“消毒”は不要である。しかし、環境“清掃”は必要である」という立場をとっていたので、推奨されませんでした。

ところが、炭疽菌のバイオテロやSARS(severe acute respiratory syndrome、重症急性呼吸器症候群)のアウトブレイク以降、CDCは、環境消

ウイルス感染で気道分泌物の飛散が増え、MRSAの雲が発生

周囲の新生児に感染を拡大

黄色ブドウ球菌の雲

クラウド・アダルト(cloud adult)の概念が紹介されました。これは、保菌圧をさらに上昇させる“病原体の雲(=クラウド)”を指します。

クラウド・ベイビーとは、1960年に新生児室における黄色ブドウ球菌感染のアウトブレイクの観察から提唱された概念です<sup>8</sup>。MRSA保菌の新生児が、ウイルス感染によって気道分泌物の飛散が増えることにより、MRSAの雲(cloud)を作り、周囲の新生児に感染を引き起こすことから名づけられました(図5)。混雑した、換気の悪い区域で起こりやすいとされています。

一方、医療従事者によるMRSAの空気伝播によって院内感染を引き起こした事例も報告されています<sup>9</sup>。さらに、百日咳菌、β溶連菌、黄色ブドウ球菌(MRSAを含む)の保菌職員が、ウイルス感染から“クラウド”となり、空気伝播によってそれぞれの感染症を引き起こした事例も報告されています。これはクラウド・アダルトやクラウド・ヘルスケアワーカー(cloud health care worker)と呼ばれています。

このように、クラウド現象は保菌圧をさらに上昇させて伝播を促進する要因となるものです。

さらに、便クラウド(fecal cloud)の概念も提唱されています(図6)。便クラウドはSARSのアウトブレイクで注目されましたが、MRSA、クロストリジウム・ディフィシル、ノロウィルスも便クラウドを発生させると言われています<sup>10</sup>。

便クラウドへの対処法として、空気消毒、および換気(空調)システムが提案されています(図7)<sup>10</sup>。

\*

耐性菌対策を考えるうえで、「保菌圧」「クラウド」の概念は今後、重要な

## 保菌圧をさらに上昇させる 「クラウド現象」

### POINT

- 「クラウド」とは、MRSAアウトブレイクの観察に基づき提唱された概念である
- 「クラウド・ベイビー」「クラウド・アダルト」「便クラウド」の例がある

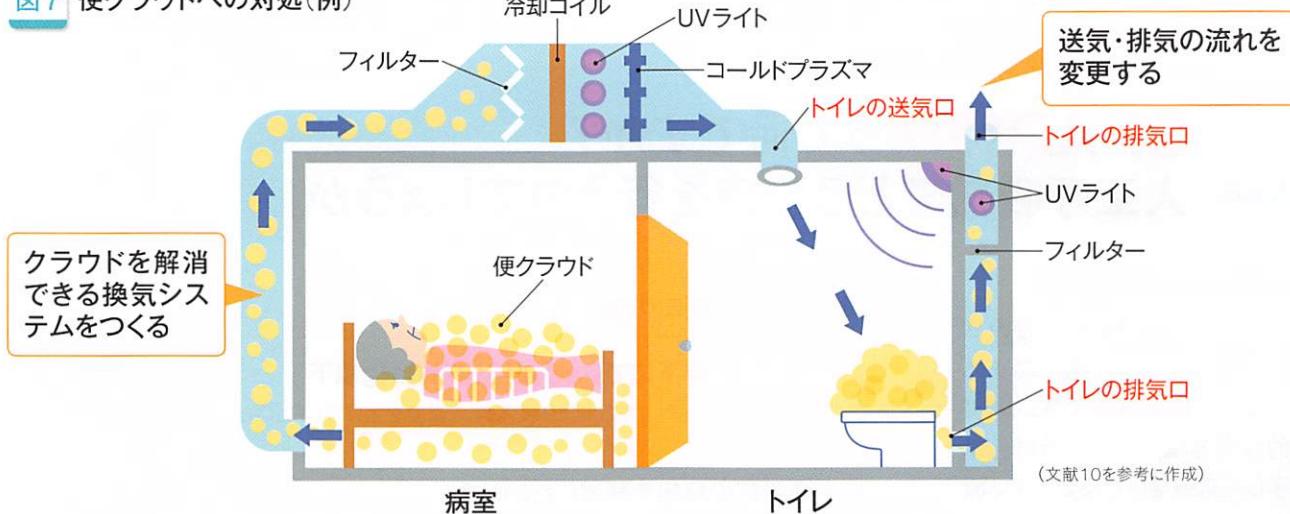
『隔離予防策のガイドライン』2007ではまた、クラウド・ベイビー(cloud baby)、

図6 便クラウドの発生



(文献10を参考に作成)

図7 便クラウドへの対処(例)



(文献10を参考に作成)

でしょう。「保菌圧×非遵守率＝感染伝播力」の式は、感染対策構築の役に立つと思います。

一方、クラウドは保菌圧を上昇させるやっかいな要素であり、対処法を真剣に検討すべきと思われます。◎

#### 著者プロフィール



こうの・けんじ：1976年鹿児島大学医学部を卒業、福岡大学病院内科入局。米国UCLA医学部腫瘍外科教室研究員を経て、福岡大学第2内科講師、感染症部門主任、感染対策室長。2006年より現職。内科認定医、感染症専門医、リウマチ専門医、抗菌薬臨床試験指導者、インフェクションコントロールドクター(ICD)、日本医師会産業医ほか。

#### 引用文献

- CDC : Guideline for Isolation Precautions in Hospitals, 1996.
- CDC : Guideline for Isolation Precautions : Preventing Transmission of Infectious Agents in Healthcare Settings, 2007.
- Williams VR, et al. : The role of colonization pressure in nosocomial transmission of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Am J Infect Control* 2009; 37(2):106-110.
- Bonten MJ, et al. : The role of "colonization pressure" in the spread of vancomycin-resistant enterococci: an important infection control variable. *Arch Intern Med* 1998; 158(10):1127-1132.
- Merrer J, et al. : "Colonization pressure" and risk of acquisition of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in a medical intensive care unit. *J Infect Control Hosp Epidemiol* 2000; 21(11):718-723.
- CDC, An Overview of Multi-Drug Resistant Organisms (MDROs), 2006.  
[https://www.premierinc.com/safety/topics/HAI/downloads/MDRO\\_Srinivasan.pdf](https://www.premierinc.com/safety/topics/HAI/downloads/MDRO_Srinivasan.pdf) (2013.7.20アクセス)
- Wang J W, et al. : Colonization pressure adjusted by degree of environmental contamination: a better indicator for predicting methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* acquisition. *Am J Infect Control* 2011; 39(9):763-769.
- Eichenwald HF, et al. : The "cloud baby": an example of bacterial-viral interaction. *Am J Dis Child* 1960; 100:161-173.
- Sherertz RJ, et al. : "Cloud" health-care workers. *Emerg Infect Dis* 2001; 7(2):241-244.
- Weitly S. Engineered Systems. Aug 2011.  
[http://www.argoniaq.com/Indoor\\_Air\\_Disease\\_Trans.pdf](http://www.argoniaq.com/Indoor_Air_Disease_Trans.pdf) (2013.7.20アクセス)