

◆原 著

プランジャーの往復運動による使い捨て注射器内側の細菌汚染

安部伸太郎* 原賀勇壮* 比嘉和夫* 楠本 剛* 重松研二*

要旨 【目的】使い捨て注射器は、プランジャー（押し子）と注射器内側が接する部位があり、注射器内側が汚染する可能性がある。プランジャーの往復回数と使い捨て注射器内側の汚染の程度を検討した。【方法】菌液塗布群5本、対照群5本の計10本の20 ml 使い捨て注射器で実験を行った。滅菌した液体培地を最大目盛の25 ml 吸引し、プランジャーの突出部に菌液を塗布し、液体培地をすべて排出するという操作を、注射器1本につき10回繰り返した。対照群では、菌液ではなく滅菌した液体培地を塗布して同様の操作を行った。排液25 ml のうち0.1 ml を培養し、菌数を計測した。【結果】菌液塗布群では、1回目の排液に菌が含まれていた使い捨て注射器は1本、2回目では0本、3回目では3本、4回目では4本、5回目以降では5本すべての使い捨て注射器の排液から菌が検出された。使用回数の増加とともに排液中の菌数が増加した。対照群では、1本の使い捨て注射器で9回目の排液から菌が1個検出され、それ以外の検体からは菌は検出されなかった。【結論】使い捨て注射器のプランジャーが汚染された状態で往復運動を繰り返すと、注射器の内側が汚染され、使用回数が増えると汚染の程度は増加する。

キーワード 使い捨て注射器, プランジャー, 細菌汚染

(日本ペインクリニック学会誌 Vol.21 No.4, 506～510, 2014)

I はじめに

使い捨て注射器は、図1に示すようにプランジャー（押し子）をすべて注射器内に収納すると、プランジャーの突出部の一部と注射器の内側壁が接する。持続神経ブロックで薬剤を容器に充填するときや、薬剤の調製・投与を頻回に行うとき、血圧が低下して急速に輸液・輸血を行うときなどで、使い捨て注射器のプランジャーの往復運動を繰り返すと、注射器内側が汚染され、薬液や輸液回路内に細菌が混入する危険性がある。

国内で現在使用されている使い捨て注射器で、プラン

ジャーの往復回数と注射器内側の汚染の程度について定量的に検討した報告はない。使い捨て注射器のプランジャーの突出部を菌液で汚染させて吸引と排出を繰り返すと、何回目の使用で、どの程度注射器内側が汚染されるのかを検討した。

II 研究方法

1. 実験材料

使い捨て注射器は、20 ml（テルモシリンジ[®]，テルモ株式会社，東京）を使用した。当院で臨床分離されたメチシリン耐性黄色ブドウ球菌Fu10株¹⁾の菌液を振盪培養し、578 nmの吸光度計で吸光度が0.3になるように生理食塩液で希釈して、 1×10^8 コロニー形成単位（colony-forming units: cfu） $\cdot$ ml⁻¹の菌液を調製した。牛の脳心臓抽出液 [brain heart infusion (BHI) broth, Becton, Dickinson and Company, USA] を用いて、滅菌した液体培地と寒天培地を調製した。

利益相反に関する開示：利益相反なし

*福岡大学医学部麻酔科学

(2014年2月10日原稿受領/2014年6月24日掲載承認)

J-STAGE 早期公開論文 (2014年10月6日早期公開)

著者連絡先 安部伸太郎

〒814-0180 福岡県福岡市城南区七隈7-45-1

福岡大学医学部麻酔科学

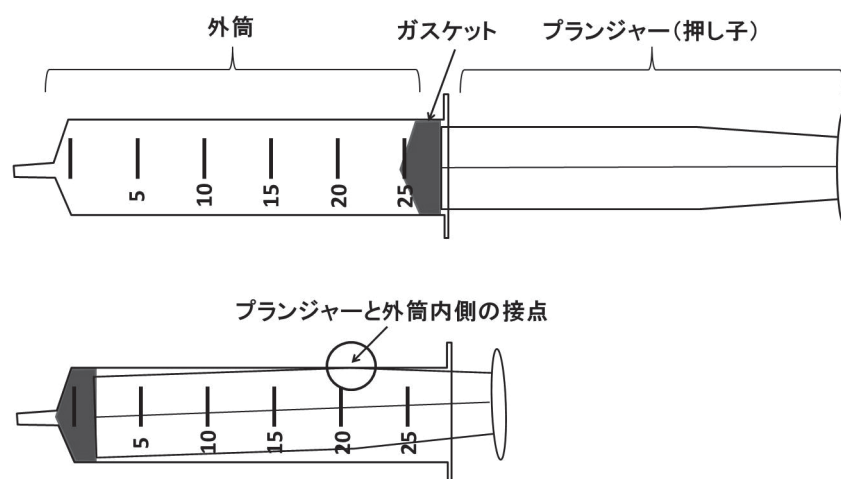


図1 プランジャーと外筒内側が接する部位

表1 菌液塗布群の検体 0.1 ml あたりの菌数

	往復回数									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
注射器 A	0	0	0	0	4	11	16	52	43	50
注射器 B	0	0	1	27	121	156	207	171	170	278
注射器 C	0	0	0	25	37	59	48	84	32	97
注射器 D	0	0	3	36	39	67	97	86	68	97
注射器 E	2	0	5	101	153	228	218	240	293	298
平均	0.4	0	1.8	38	71	104	117	127	121	164

反復測定分散分析：P<0.001.

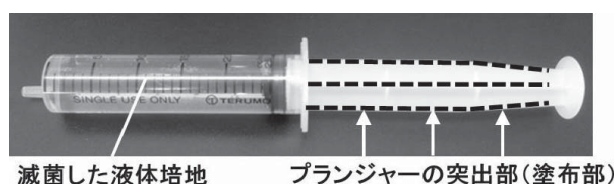


図2 菌液または滅菌した液体培地を塗布する部位
 プランジャーを引き出した後に露出する突出部(点線で示す)に、菌塗布群では菌液を、対照群では滅菌した液体培地を塗布した。

2. 実験方法

菌液塗布群 5 本 (A~E) と対照群 5 本 (a~e) の計 10 本の使い捨て注射器を用い、クリーンベンチ内で実験操作を行った。液体培地を使い捨て注射器で 25 ml 吸引し、注射器外筒から露出したプランジャーの軸の突出部 (図 2) に、菌液塗布群では 1×10^8 cfu・ml⁻¹ の濃度の菌液を、対照群では滅菌液体培地を綿棒で均等に塗布した。吸引

した液体培地 25 ml をすべて排出し、0.1 ml を採取して 1 回目の検体とした。1 本の注射器につき、吸引・塗布・排出・検体採取の操作を計 10 回繰り返した。注射器の吸引や排出は滅菌手袋を着用して手動で行い、手がプランジャーの突出部に接触しないように操作した。

採取した検体を、寒天培地に均一に塗布し、37℃で 30 時間培養して形成されたコロニー数を計測した。検出された菌の菌種が、実験で使用了メチシリン耐性黄色ブドウ球菌 Fu10 株であるかどうかの同定は今回行わなかった。

3. 統計

統計処理は、1 因子反復測定分散分析と Tukey の多重比較検定を行い、P<0.05 を有意とした。

III 結果

表 1 に、菌液塗布群の検体 0.1 ml 中に存在していた菌数を示す。1 回目の検体は、使い捨て注射器 A~D から菌は検出されず、使い捨て注射器 E で、2 個の菌が検

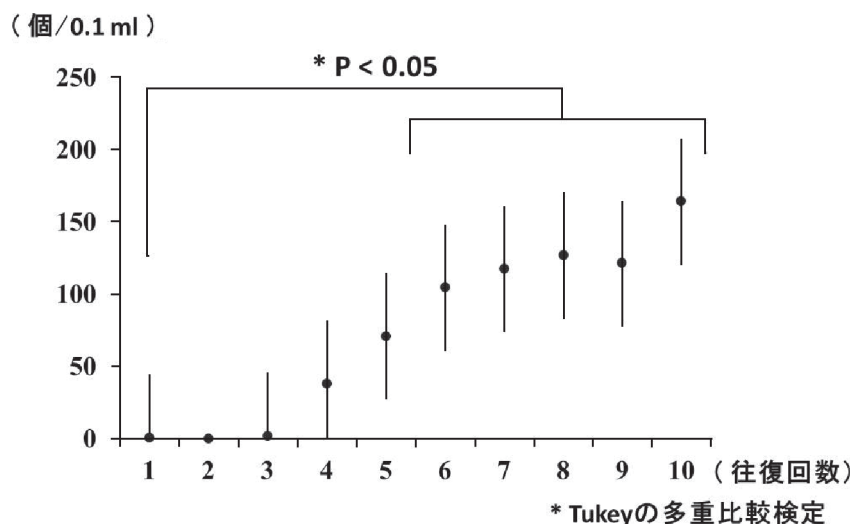


図3 菌液塗布群の検体 0.1 ml あたりの菌数 (95%信頼区間)

表2 対照群の検体 0.1 ml あたりの菌数

	往復回数									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
注射器 a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
注射器 b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
注射器 c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
注射器 d	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
注射器 e	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
平均	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0

反復測定分散分析：P=0.45.

出された。2回目の検体では、5本の使い捨て注射器のいずれも菌は検出されなかった。3回目の検体から菌が検出された使い捨て注射器が3本あり、5回目以降はすべての使い捨て注射器で菌が検出された。菌液塗布群での反復測定分散分析でのP値は0.001以下であり、図3に示す95%信頼区間では、プランジャーの往復回数の増加とともに排液中の菌数が有意に増加した。Tukeyの多重比較検定で、1回目の検体との比較では、6回目以降の検体で有意に菌数が増加していた。

対照群では表2と図4に示すように、使い捨て注射器dの9回目の検体から菌が1個検出され、残りの49検体からは菌は検出されなかった。統計学的にプランジャーの往復回数と菌数の増加に有意な相関はみられなかった。

形成されたコロニーの色は、菌液塗布群、対照群ともに、すべてFu10株のコロニーの色と同じ乳白色であった。

IV 考 察

菌液塗布群の使い捨て注射器は、6回以上の使用で有意に菌数が増加した。しかし、菌は増殖能があり、わずかでも検出されることは臨床的意義が大きく、実際には3～5回の使用で注射器内側が汚染された。汚染されたプランジャーの突出部が、外筒の内側に接触することで、使い捨て注射器内の汚染が起こったと考えられる。使い捨て注射器の規格や製造業者の違いで、それぞれプランジャーと外筒内側の接点の位置が異なるが、今回使用した注射器と同様に、他の使い捨て注射器でも内側の汚染が起こることが予想される。図1に示すように、今回使用した製造業者の20 mlの使い捨て注射器は、目盛りが25 mlまであり、プランジャーと外筒内側の接点が21 mlの目盛りの付近に存在する。実験では最大量の25 mlまで吸引して検討を行ったが、20 mlより少ない量を吸引し

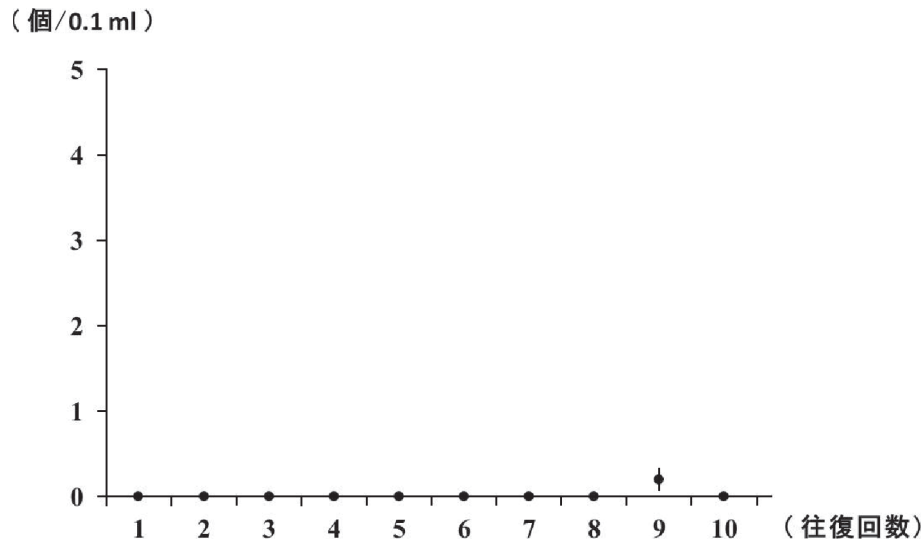


図4 対照群の検体 0.1 ml あたりの菌数 (95%信頼区間)

た場合には、注射器内側の汚染が軽微もしくはなかった可能性がある。同じ吸引量の場合でも、外筒が変形して外筒内側とプランジャーの複数点が接触するほど外筒を強く把持すると、外筒が変形しないように軽く把持する場合と比較して、汚染の程度が増悪すると考えられる。プランジャーと外筒内側の接点について考慮したうえで、さまざまな条件のもとに使い捨て注射器を使用し、内側の汚染の程度を検討する必要がある。また、外筒内側とプランジャーの突出部が接触しないような構造の注射器を考案することで、注射器内側の汚染が軽減される可能性がある。

菌液塗布群の使い捨て注射器 E の 1 回目の検体で、2 個の菌が検出された。使い捨て注射器の構造上、プランジャーに付着した菌が注射器内側に移動して吸引した液体が汚染されるのは、2 回目以降の吸引であるので²⁾、1 回目の排出で検出された注射器 E の 2 個の菌は、清潔手技の不徹底で注射器先端が汚染されたことによる可能性が高い。同様に、対照群の使い捨て注射器 d の 9 回目の検体で検出された菌は、プランジャーを介さない汚染によるものであると考えられる。

菌液塗布群の 2 回目の検体では、5 本の使い捨て注射器いずれから菌は検出されなかった。しかし、菌数の計測は排液 25 ml のうちの 0.1 ml で行ったので、2 回目の検体を採取した後の、残りの排液に菌が含まれていた可能性は否定できない。

われわれは菌液を、滅菌手袋と綿棒を用いてプランジャーの突出部に塗布して検討した。一方、消毒してい

ない乾燥した素手で使い捨て注射器のプランジャーの突出部をつかみ、5 回の往復運動を行った後も排液中に菌は検出されなかったという報告がある³⁾。実際の臨床で、さまざまな状況・方法で使用された使い捨て注射器がどの程度汚染されていて、患者の予後にどのような影響を及ぼすのか、現時点では明らかでない。菌の濃度が、今回使用した菌液では $10^8 \text{ cfu} \cdot \text{ml}^{-1}$ で、ヒトの唾液は $10^9 \text{ cfu} \cdot \text{ml}^{-1}$ である⁴⁾ ので、臨床において、ヒトの唾液などの体液で汚染された手で使い捨て注射器を使用することにより、注射器内側が汚染されることがあると考えられる。

持続神経ブロックで薬液を容器に充填するとき、使い捨て注射器のプランジャーの往復運動を繰り返すと、薬液に細菌が混入する可能性がある。外筒が変形しないように使い捨て注射器を把持し、プランジャーの突出部と外筒内側の接点以上に吸引しないような操作を行うことが好ましいと考えられる。しかし、目盛りの最大量まで吸引する場合と比較して、1 度に吸引できる薬液の量が減るので、使い捨て注射器の接続回数が増加して注射器先端が汚染されないよう、逆流防止弁付きの薬液充填セットを使用するなど注意が必要である。持続神経ブロックによる感染は頻度が少なく、薬液充填時の汚染が原因で感染したという報告はないので、薬液充填時に細菌フィルターを使用すべきかどうかは議論の余地がある。

使い捨て注射器を使用しての急速輸血は、注射器内の血液が細菌で汚染され、時間の経過とともに菌が増殖する可能性がある。輸液路内の汚染で敗血症が起これ、人工呼吸が長期化することで、集中治療室滞在日数や入院

日数が増加する^{5,6)}。急速輸血においてやむを得ず使い捨て注射器を頻回使用するときは、薬液充填時と同様にプランジャーと外筒内側の接点を考慮した操作を行い、往復回数が多くなる前に定期的に新しい使い捨て注射器に交換することが必要であると考えられる。プランジャーの汚染防止と自身の感染防御のために、手袋を着用することが好ましい。

使い捨て注射器のプランジャーの往復運動を繰り返すと、突出部と注射器内側の接触により、注射器内側が汚染される。プランジャーの往復運動の回数が増えると、使い捨て注射器内の汚染の程度は増加する。

本論文の要旨は、日本麻酔科学会第60回学術集会(2013年、札幌)で発表した。

文 献

- 1) Haraga I, Nomura S, Nagayama A. The effects of vancomycin and beta-lactam antibiotics on vancomycin-resistant *Staphylococcus aureus*. *N Engl J Med* 1999; 341: 1624.
- 2) Blogg CE, Ramsay MA, Jarvis JD. Infection hazard from syringes. *Br J Anaesth* 1974; 46: 260-2.
- 3) Huey WY, Newton DW, Augustine SC, et al. Microbial contamination potential of sterile disposable plastic syringes. *Am J Hosp Pharm* 1985; 42: 102-5.
- 4) Russell C, Melville TH. Bacteria in the human mouth. *J Appl Bacteriol* 1978; 44: 163-81.
- 5) Warren DK, Quadir WW, Hollenbeak CS, et al. Attributable cost of catheter-associated bloodstream infections among intensive care patients in a nonteaching hospital. *Crit Care Med* 2006; 34: 2084-9.
- 6) Blot SI, Depuydt P, Annemans L, et al. Clinical and economic outcomes in critically ill patients with nosocomial catheter-related bloodstream infections. *Clin Infect Dis* 2005; 41: 1591-8.

Contamination of disposable syringe with repeated plunger movements

Shintaro ABE *, Isao HARAGA *, Kazuo HIGA *, Go KUSUMOTO *, Kenji SHIGEMATSU *

Department of Anesthesiology, Faculty of Medicine, Fukuoka University

Plungers of disposable syringes can contact internal surfaces of the syringes with movement of the plungers. We studied bacterial contamination of those syringes after repeated movements of plungers applied with bacteria (methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: MRSA). Twenty-five ml of brain-heart-infusion broth were aspirated into 20 ml disposable syringes; thereafter, the protruded sites of the plungers were evenly applied with fluid containing MRSA. The plungers were pushed to empty the media. These procedures were repeated 10 times with each syringe, and each aspiration-emptying procedure was comprised of five syringes. Bacteria grew in the first emptying procedure of the emptied media from one syringe, none in the second procedure, two in the third, and four in the fourth. All syringes were contaminated after five or more aspiration-emptying procedures. In a controlled study, five syringes were applied with bacteria-free fluid in a similar procedure, and almost no syringes were contaminated. We conclude that repeated aspiration-emptying procedures should be avoided when the plungers are contaminated with bacteria in a clinical setting.

Keywords: disposable syringe, plunger, bacterial contamination

Journal of Japan Society of Pain Clinicians (JJSPC) Vol.21 No.4, 2014