

3

安全・管理



要旨

ネブライザー吸入液は末梢気道にまで到達する。そのため、微生物に汚染されたネブライザー(汚染ネブライザー)は上・下気道の感染源となる危険性がある。ネブライザーが汚染される原因としては、①薬液作成・保存時の薬液汚染、②環境汚染や消毒不足による機器の汚染、③患者からの吸入液の逆流による機器・薬液の汚染が考えられる。ネブライザーの機器はセミクリティカルな機器に分類され、定期的な消毒が必要である。洗浄後、滅菌・消毒を行い乾燥させ、清潔に保管する。

キーワード 汚染ネブライザー、洗浄と消毒、保存・管理

1 ネブライザー療法施行時の室内汚染

病原微生物によって汚染されたネブライザーの使用や患者からの飛沫により室内汚染が生じる可能性や、医師・看護師などの医療従事者への影響も危惧されるので、室内換気に配慮する。またソーシャルディスタンスは必要であり、患者同士の距離を確保する。

2 機器の滅菌・消毒

ネブライザー機器は、吸入液の粒径を数 μm 程度のエアロゾル粒子に変化させて吸入させるので、薬液が末梢気道にまで到達する。エアロゾル粒子が汚染物質を含んでいた場合、感染の原因となる¹⁾。汚染ネブライザーとなる原因は表1のごとく考えられるが、ネブライザー薬液の汚染が最も危険である。1回ごとにネブライザー機器を交換するのがよいが、現在多用されている据え置き型薬液内蔵タイプのジェット式ネブライザーや超音波式ネブライザーでは各パーツの交換、消毒が大切である。

1) 薬液の汚染対策

ネブライザー吸入液は清潔操作で一括作製し、冷所保存とする。一日使いきりが望ましい。薬液ボトルへの注入回数は少なくする。*Pseudomonas cepacia*(セパシア菌)は、生食や精製水内ですみやかに増殖し2日間で高濃度汚染となるので、毎日消毒する^{2,3)}。また、使用した機器の薬液槽内の残液は毎日すべて廃棄し、再使用はすべきではない。

表1 ネブライザーの汚染経路とその対策

<p>1. ネブライザー機器室内の汚染</p> <p>原因：不十分な換気</p> <p>対策：窓の開放，サーキュレーターの使用</p>
<p>2. 薬液作成時，保存時の薬液汚染</p> <p>原因：薬剤の作成時，継ぎ足し時</p> <p>対策：清潔操作，滅菌器具使用・手洗い，一括作成，薬液の定期的交換，早期の使い切り・残薬の破棄が必要，薬液瓶の消毒，冷所保存</p>
<p>3. ネブライザー機器の汚染：湿潤環境汚染</p> <p>①外部吸気の汚染：外部空気汚染（環境汚染）</p> <p>原因：環境汚染によるネブライザー汚染</p> <p>対策：エアフィルター交換，除菌フィルター使用</p> <p>②機器汚染：薬液槽，内部ホース，外部ホース，ノーズピース・マウスピースの汚染</p> <p>原因：ネブライザー機器の消毒不足，複数患者での使用</p> <p>対策：機器の消毒，個人用（一回注入式）使用</p> <p>③器具の破損：超音波ネブライザーの薬液カップの損傷による作業槽からの感染</p> <p>原因：作業槽の汚れが薬液槽内に入り，汚染エアロゾルの発生</p> <p>対策：薬液カップ交換</p>
<p>4. 患者からの汚染</p> <p>原因：患者の咳嗽・くしゃみによる機器周辺の汚染</p> <p>汚染鼻汁や唾液のノーズピースや外部ホースへの逆流による薬液槽の汚染</p> <p>対策：ネブライザー療法中の会話の自粛</p> <p>患者ごとの機器周辺，外部ホースの清拭</p> <p>十分な鼻処置にて膿粘性鼻汁の除去</p> <p>逆流防止弁の使用</p> <p>1回注入式の個別タイプの使用</p> <p>外部ホースの交換</p>

2) ネブライザー機器の汚染対策

外部空気汚染（環境汚染）がネブライザーの汚染原因となる可能性がある。フィルターの汚染は流入空気量の減少をきたし，作動不良を起こす。外部環境の汚れに注意し，エアフィルターは定期的に交換するとよい。除菌フィルターを利用することも有効である。

また，ネブライザー機器の周辺を整理整頓し，ネブライザー療法施行中の患者には，ノーズピース使用の際はマスクで口を覆い，会話を控えるよう指導することにより，ネブライザー機器ならびに周辺の汚染を防ぐことができる。

ネブライザー機器の消毒不足も汚染の原因となり得る⁴⁾。ノーズピースやマスクは患者に直接接するので，患者ごとに取り換える。外部ホース（蛇管）は，消毒不足や患者からの分泌物逆流により汚染される可能性がある。超音波式ネブライザーでは，薬液カップの損傷により，作業槽からの薬液の汚染が起こる可能性がある。

患者からの逆流液が薬液槽にまで及んだときには，汚染ネブライザーとなる。十分な前処置をすることにより鼻汁を吸引し，逆流防止弁付マウスピースや逆流防止弁付ノーズピース⁵⁾，外部ホースなどを使用することにより逆流液を防止できる。患者の激しいむせ込みや咳などがあった場合には，そのネブライザー機器を使用しないなどの配慮が必要で

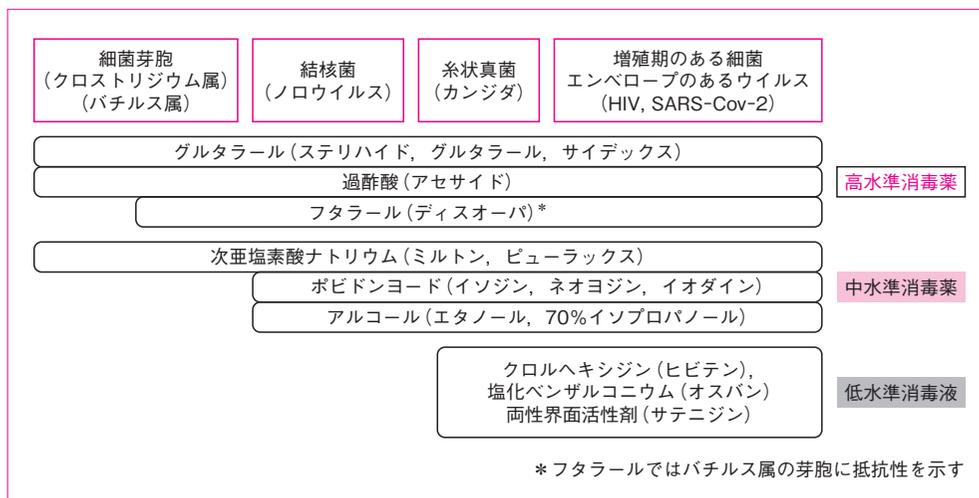


図11 病原体と消毒薬の選択

ある。通常の鼻ブライザーでは、前処置を施行し、逆流防止弁を用い、せき込みなどがなければ、外部ホースの頻回の交換は必要なく、外部ホースの清拭を行うことで対応ができる^{6,7)}。

ただし、逆流防止弁は完全に逆流を防止できるものではない。逆流の重要な因子として、霧化量や風量、患者側の要因では1回換気量などがある。ブライザー機器の風量が弱い場合や1回換気量が多い場合には、逆流が起こる可能性があるため注意が必要である。

3) ネブライザー機器の消毒方法

ネブライザー機器は、CDCガイドラインで「粘膜または創のある皮膚と接触する医療機器」として、人工呼吸器回路・麻酔関連機材に準じてセミクリティカル機器に分類されており、滅菌または高水準消毒が必要である^{8,9)}(図11)。高水準消毒薬は、大量の芽胞を除くすべての微生物に短時間の接触で効果がある。中水準消毒薬は、結核菌、真菌、ウイルス、一般細菌を滅菌し、なかには芽胞にも効果を示すものがある。また中等度消毒薬に分類される次亜塩素酸ナトリウムは、高水準消毒液であるグルタラルやフタラル、過酢酸と消毒力に遜色がない。高水準消毒薬は吸入による呼吸器障害、接触による皮膚障害や角膜炎などの毒性の問題が指摘されており、さらに機材への吸着やすすぎ不足による残留毒性の可能性もあるため、注意が喚起されている。こうした理由により、ネブライザー機器の消毒薬としては熱水消毒もしくは次亜塩素酸ナトリウムなどを使用することが一般的である⁸⁻¹⁰⁾。

3 ネブライザー機器の管理

安全なネブライザー治療のためにネブライザー機器の点検・消毒・管理が必要である(表2)。

表2 ネブライザー機器・薬液の点検

<p>① ネブライザー周辺を清潔にし、環境の汚染に注意する。</p> <p>② 薬液は清潔操作で作製し、冷所保存をおこない短期で使用する。</p> <p>③ 薬液槽（超音波ネブライザー薬液カップ）の破損、機器の破損、変色に注意する。</p> <p>④ ネブライザー機器内部のエアフィルターの汚染に注意する。</p> <p>外部フィルターを定期的に交換すること、除菌フィルターを使用することなどが推奨されている。</p>

4 具体的な方法

使用後ネブライザー機器は次のごとく処理を行う（表3）。使用機器の消毒方法に関しては取り扱い説明書を参考にして、可能な消毒方法やオートクレープ使用の可否について確認することが必要である。誤った消毒方法は機器破損につながり、これが機器汚染のリスクとなり得る。

1) 洗浄

使用後ネブライザー部品に付着した有機物の残存や汚れは化学殺菌物質を非活性化し、凝固・変性することによって消毒や滅菌の効果が無効になることがある。次亜塩素酸ナトリウムは有機物が残留することにより効力が低下することがあるため、まずは一次洗浄をしっかり行う。また、ネブライザー機器から検出される菌の多くはブドウ糖非発酵グラム陰性桿菌で、バイオフィームを形成し消毒に抵抗性を示すこともある。消毒前に40℃以下の水や蛋白分解酵素製剤などで洗浄し、芽胞やバイオフィームに対処することが大切である。

また、接触感染対策として、使用後の機器の清拭は必要である。ネブライザー療法が終わった後には消毒用エタノールを用いて本体および周辺の清拭を行うことが必要である。なお、外部ホースを患者ごとに交換しない場合は外部ホースの清拭が必要である。

2) 滅菌・消毒

エチレンオキシドやオートクレープ滅菌または高・中水準消毒薬による化学的消毒、熱水による物理的消毒を定期的に行う。ネブライザー器材はプラスチック、ゴム、ガラスなどがあり耐熱性など機器の材質、消毒薬の特性に注意し取り扱い説明書に従う。すすぎは滅菌精製水・水道水が使用されている。消毒薬は適切な濃度・適温での十分な消毒時間が必要である。高水準薬は残留毒性が強いため、ネブライザー機器の消毒には、一般的には低残留性で安全性が高く幅広い抗菌スペクトルを示す中水準消毒薬である次亜塩素酸ナトリウムが用いられており、0.01%溶液で60分以上が推奨されるが0.02%溶液で30分以上の浸漬消毒でもよい。ジェット式ネブライザー嘴管部については薬液浸漬が難しく、70℃熱水3分以上の消毒も行われる¹³⁾。熱水消毒は消毒効果も高く、残留性の心配はない。

表3 各ネブライザー機器による消毒のフローチャート(例)

ジェット式ネブライザー(薬液内蔵タイプネブライザー)消毒・管理例			
	〈消毒部品〉	〈消毒頻度・回数〉	〈方法〉
洗淨	本体, 天板	患者ごと	患者ごとの清拭・アルコールで清拭する
	ノズピース	患者ごと	40℃以下の水 蛋白除去剤 歯間ブラシ, ブラシ
	外部ホース	患者ごと	40℃以下の水 蛋白除去剤
	内部ホース	毎日 (ただし逆流防止弁使用 の際は半日に1回)	40℃以下の水
	薬液瓶	毎日	40℃以下の水
消毒	ノズピース	患者ごと	次亜塩素酸ナトリウムに浸漬する (0.01%溶液中に60分, もしくは0.02%溶液中に30分)
	外部ホース	患者ごと	次亜塩素酸ナトリウムに浸漬する (0.01%溶液中に60分, もしくは0.02%溶液中に30分)
	内部ホース	毎日 (ただし逆流防止弁使用 の際は半日に1回)	次亜塩素酸ナトリウムに浸漬する (0.01%溶液中に60分, もしくは0.02%溶液中に30分)
	薬液瓶	毎日	次亜塩素酸ナトリウムに浸漬する (0.01%溶液中に60分, もしくは0.02%溶液中に30分)
	乾燥	ノズピース	食器乾燥機 自然乾燥
保管	外部ホース	食器乾燥機 自然乾燥	
	内部ホース	食器乾燥機 自然乾燥	
	薬液瓶	食器乾燥機 自然乾燥	
	ノズピース	水回りから離して保管	
	外部ホース	水回りから離して保管	
内部ホース	水回りから離して保管		
薬液瓶	水回りから離して保管		

従事者はマスク・手袋・エプロン使用

超音波式ネブライザー消毒・管理例			
	〈消毒部品〉	〈消毒頻度・回数〉	〈方法〉
洗淨	本体, 天板	患者ごと	患者ごとの清拭・アルコールで清拭する
	ノズピース	患者ごと	40℃以下の水 蛋白除去剤 歯間ブラシ, ブラシ
	外部ホース	患者ごと	40℃以下の水 蛋白除去剤
	作業槽	毎日	槽内の水は毎日交換する 清拭・アルコール清拭
	薬液瓶	毎日	40℃以下の水
消毒	ノズピース	患者ごと	次亜塩素酸ナトリウム
	外部ホース	患者ごと	次亜塩素酸ナトリウム
	薬液瓶	毎日	次亜塩素酸ナトリウム
乾燥	ノズピース		食器乾燥機 自然乾燥
	外部ホース		食器乾燥機 自然乾燥
	薬液瓶		食器乾燥機 自然乾燥
保管	ノズピース		水回りから離して保管
	外部ホース		水回りから離して保管
	薬液瓶		水回りから離して保管

従事者はマスク・手袋・エプロン使用

3) 乾燥

消毒後食器乾燥機などで十分乾燥させる³⁾。汚染ネブライザーに多く見られるブドウ糖非発酵性グラム陰性桿菌は、湿潤環境で検出されるが熱・乾燥には弱いので、食器乾燥機を使用し、十分な乾燥が有効であると考ええる。

4) 保管

ほこりの多い場所や水のかかるところ、高温、多湿を避け、清潔に保管する。

●ワンポイントアドバイス●

安全なネブライザー治療のためには室内の換気、ネブライザー機器の洗浄・消毒・乾燥状態での清潔な保管が大切である。消毒法の選択に当たっては、ネブライザー機器の部材の材質にあった滅菌・消毒(熱水消毒・薬液消毒)を行う。

5 COVID-19から学んだネブライザー療法の注意点

新型コロナウイルス感染症(COVID-19)は2019年11月に中華人民共和国において発生が確認され、Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2(SARS-CoV-2)が原因であり、世界的なパンデミックを引き起こした¹⁴⁾。病院や高齢者施設においてクラスターの報告が当初からあり、院内感染対策の重要性が叫ばれている。

耳鼻咽喉科診療対象として、上気道症状を有する患者や、無症状病原体保有者などCOVID-19患者に遭遇する割合が高い¹⁵⁾ことから、クリニックにおいても感染対策は必須であった。SARS-CoV-2の感染形式は大きな議論を呼んだが、当初は飛沫・接触感染のみといわれていた。しかし、特定の環境では5 μ m以下の粒子からの感染もあり得るとの報告があることからエアロゾル感染としても報告をされ、特定の環境を回避する必要性を訴えていた。

多くの医療でコロナ対策を必死に行っていたころ、日本環境感染学会から「医療機関における新型コロナウイルス感染症への対応ガイド第2版改訂版Ver2.1」¹⁶⁾が報告された。エアロゾル発生手技はコロナ感染に注意することを明記された。気管切開や気管支鏡などに加え、ネブライザー療法も明記された。2020年2～3月に耳鼻咽喉科診療所の多くがネブライザー療法を中止することとなった。それに伴い、日本耳鼻咽喉科感染症・エアロゾル学会は注意勧告を明示した。その後、5月の緊急事態宣言解除や、日本環境感染学会からの報告の改訂などからネブライザー療法を再開した医療機関が多かった。

我々日本耳鼻咽喉科感染症・エアロゾル学会(2021年1月以降は日本耳鼻咽喉科免疫アレルギー感染症学会)医用エアロゾル研究推進部会では「COVID-19流行によるネブライザー療法の実態」として、アンケート調査を現在までに4回(2020年8月, 2021年1月, 12

表4 新型コロナウイルス感染症流行下におけるネブライザー療法の指針第2版から

- ・ COVID-19は飛沫・接触感染が感染の主体と考えられていたが、エアロゾルを介した感染も起こりうるため、そのような環境を回避する必要がある。
- ・ COVID-19を疑う場合はネブライザー療法を施行しない。
- ・ 耳鼻咽喉科で実施するネブライザー療法は薬剤投与の点で肺炎治療で行うものとは異なる。
- ・ ネブライザー療法施行中に患者からの飛沫を防ぐよう工夫する。
- ・ ネブライザー療法施行中は換気を十分に行い、ソーシャルディスタンスを確保する。
- ・ ネブライザー機器は可能な限り個別型を使用する。
- ・ 医療従事者は標準予防策を行う。
- ・ 接触感染予防として機器管理（ノーズピース、本体、ホース、など）に留意する。

月、2023年10月)に施行し報告した^{17,18)}。その結果では各医療機関でのネブライザー療法実施率は2016年流行前では95.8%であったが、2020年4月には20.9%、2021年1月には60.6%、2023年10月には63.6%であった。従来の実施方法ではなく、様々な対策を講じて行っている施設が多かった。各クリニックが苦心し、努力を重ね再開していることが垣間見られた。

2021年1月に日本耳鼻咽喉科免疫アレルギー感染症学会では「新型コロナウイルス感染症流行下におけるネブライザー療法の指針」¹⁹⁾を報告した(表4)。本指針の中では、耳鼻咽喉科でのネブライザー療法においては使用時間が短いためにN95マスクの必要性はなく、サージカルマスク(不織布マスク)、手袋の必要性を記載した。そして、機器管理として、接触予防対策として、一人ずつの機器の清拭・消毒を行うことを明記した。

今回のCOVID-19の感染拡大は、ネブライザー療法だけでなく、耳鼻咽喉科診療における感染対策の必要性を再考するよい機会であったと考える。耳鼻咽喉科領域に影響する呼吸器ウイルス疾患は、主として飛沫感染により伝播する。多くのウイルスが上気道に存在している状態であれば、その呼気中に一定数のウイルスが含まれる。多彩な感染形態を起こすSARS-CoV-2の出現により、感染対策の再考が迫られたと考えられる。医師本人だけでなく、医療従事者を守るためにも病原微生物の伝播様式を考慮した適切な感染対策が必要であることを考え直すよい機会となった。