



with コロナにおける 歯科医院の感染予防システム

デンタルクリニックK(埼玉県川口市) 渥美 克幸

目次

1. はじめに	1
2. 感染とは?感染症とは?	1
3. 感染源への対策	2
4. 感染経路への対策	4
5. 感受性宿主への対策	6
6. いわゆる「3つの密」について	6
7. 歯科における対応	7
8. 濃厚接触者の定義	8
9. 口腔外サクシヨンの活用	10
10. まとめ	15
11. 参考文献	17

1. はじめに

本稿では、感染制御の基本的な概念について、また現在(2021年6月)においても先を見通すことができない新型コロナウイルス感染症(COVID-19)に関して、歯科診療所でとらうる対策を考えてみたい。

2. 感染とは？感染症とは？

感染とは、外来性の病原微生物が体内に侵入・定着し増殖することを言う。また、その結果起こる免疫応答により何らかの自覚症状あるいは他覚所見が出現した(=発病した)状態を感染症と言う¹⁾。

感染が成立するためには、① 感染源(感染症を引き起こす病原微生物)、② 感染経路(微生物が感受性のある宿主に伝搬される経路)、③ 感受性宿主(免疫などの防御能力が低下している状態)という三つの因子がすべて重なる必要がある¹⁾。逆に言えば、どれか一つでも取り除くことができれば成立しない。そのため、これらの因子それぞれに対策が取られる(図1)。

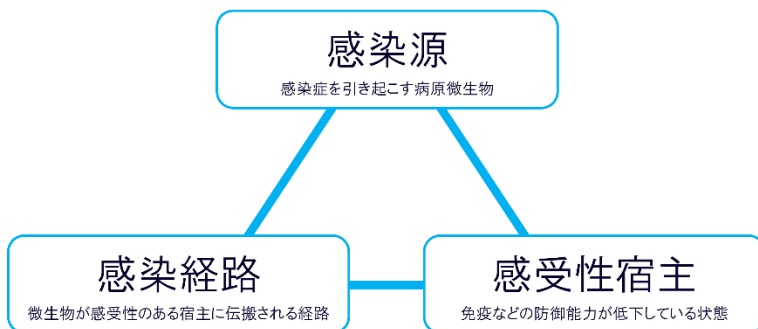


図1 感染成立に必要な3つの因子。これらのうち1つでも排除できれば感染は成立しない。特に感染経路の遮断が重要だとされている。

3. 感染源への対策

代表的な感染源への対策として、器材の再生処理(洗浄・消毒・滅菌等)が挙げられる。日常臨床で使用した器材は感染の危険がある湿性生体物質(後述)で汚染されている。再利用可能な器材については標準予防策に則り洗浄・消毒・滅菌等の再生処理を行い、患者や医療従事者の交叉感染を予防する必要がある。また、正しく再生処理することにより器材の破損や腐食、機能低下等を防止し、性能を長期にわたって維持することも目的となる。すなわち、再生処理は感染制御における大切なプロセスの一つと言える。

具体的にどのような器材にどのような処理を選択すべきかの目安として、ス波尔ディングの分類^[2-4]が用いられることが多い(図 2)。本分類において器材は、① クリティカル、② セミクリティカル、③ ノンクリティカルに分けられ、それぞれに適切な滅菌・消毒方法が指定されている。器材を「誰に使用したのか」ではなく「何に使用するのか」で分類していることがポイントである。この考え方は明解かつ合理的であるため、多くのガイドラインが準拠している。

カテゴリー	用途	器材 (例)	処理
クリティカル Critical	無菌の組織や血管系に挿入ないし接触するもの	口腔内に挿入する器材のうち 観血的処置に用いるもの 手術用器材 歯内療法用器材	滅菌
セミクリティカル Semicritical	粘膜に接触するもの 損傷のある皮膚に接触するもの	口腔内に挿入する器材のうち 非観血的処置に用いるもの	高水準消毒 中水準消毒
ノンクリティカル Noncritical	損傷のない皮膚に接触するもの	口腔内に挿入しない器材	洗浄 低水準消毒

図 2 ス波尔ディングの分類。使用済み器材に対して必要な再生処理を選択する目安となる。大切なのはその器材を「誰に使用したのか」ではなく「何に使用するのか」で分類することである。

図 3 に一般的な器材の再生処理における流れを示す。器材にセメントや血液等の汚れが付着していると、消毒薬の効果を減弱させたり滅菌不良の原因になるため、消毒や滅菌を行う前には、まず十分な器材の洗浄が必要である^[5]。洗浄には用手ならびに超音波洗浄機を用いることが一般的であるが、後者は病原微生物を環境中に撒き散らす可能性を低減させるために、必ず蓋をして用いなければならない(図 4)。

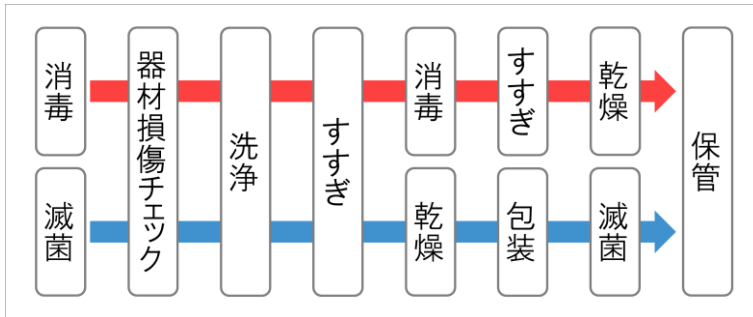


図 3 器材の再生処理における流れ。滅菌や消毒に関わらず、まずは器材の損傷をチェックして洗浄することが大切である。



図 4 超音波洗浄機の例。必ず蓋をして用いなければならない。

消毒はセミクリティカル、ノンクリティカル器材の処理方法であり、消毒薬を用いる化学的消毒法と湿熱を用いる物理的消毒法とがある。後者の代表格としてウォッシャーディスインフェクター(WD)が挙げられる(図 5)。WD は洗浄剤による化学的作用と、回転するスプレーノズルから噴射される加圧水によるシャワーリング効果といった物理的作用の双方により、器材に付着した汚染物を除去する装置である。さらに、循環している水をヒーターで加熱することで熱水消毒も行うこともでき、WD で洗浄から消毒まで可能である(図 6)。なお、WD による熱水消毒は高水準消毒と同等とされている^{[1][6]}。洗浄工程を自動で行えるため作業者による質のばらつきがなく、大量の器材を一括処理でき、用手洗浄の際に懸念される針刺し・切創の防止にも有効である。さらに消毒薬のように残留毒性の心配もないため、当院では WD を常用している。



図 5 ウォッシャーディスインフェクター(WD)の例。
大量の器材を一括で処理(洗浄及び消毒)できる。

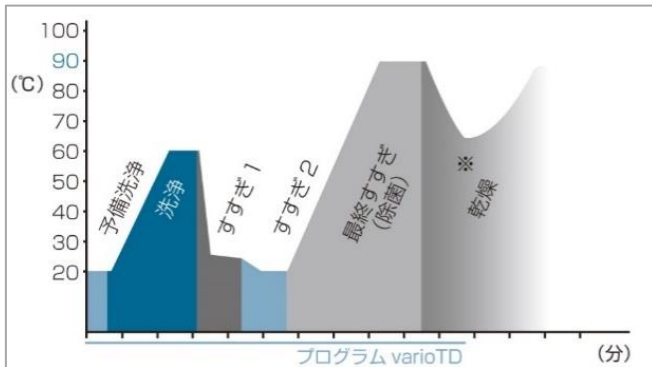


図 6 WD の洗浄・消毒プログラムの例 (Vario TD). 洗浄後に 93°Cの熱水で 5 分間の消毒を行うことにより, 高水準消毒と同等の効果が得られる.

滅菌はクリティカル器材の処理方法であり, 歯科診療所では一般に高圧蒸気滅菌器を用いることが多い(図 7). これは微生物を構成するタンパク質を飽和水蒸気で加熱して非可逆的に凝固(熱変性)させ, 芽胞を含む微生物を殺滅する装置である[1]. 操作性が高く残留毒性もないため, 耐熱・耐湿性がある器材に対しては最も安全で確実な方法だと考えられる.



図 7 高圧蒸気滅菌器の例。重力加圧脱気式と真空脱気ブリバキューム式があるが, 後者の使用が強く推奨される。

一般的に加熱はコロナウイルスの不活化に効果的であることが知られており[7], これは新型コロナウイルス(SARS-CoV-2)においても同様である[8-9]. そのため, WD や高圧蒸気滅菌器の使用は COVID-19 対策として有効だと考えられる.

4. 感染経路への対策

代表的な感染経路への対策として, 標準予防策(standard precautions)ならびに感染経路別予防策(transmission-based precautions)の徹底が挙げられる(図 8)[10-11]. これらは米国 CDC(Centers for Disease Control and Prevention : 疾病管理予防センター)により提唱されたガイドラインであり, 前述した 3 つの因子への対策のうち, 最も基本的かつ確実な方法である.

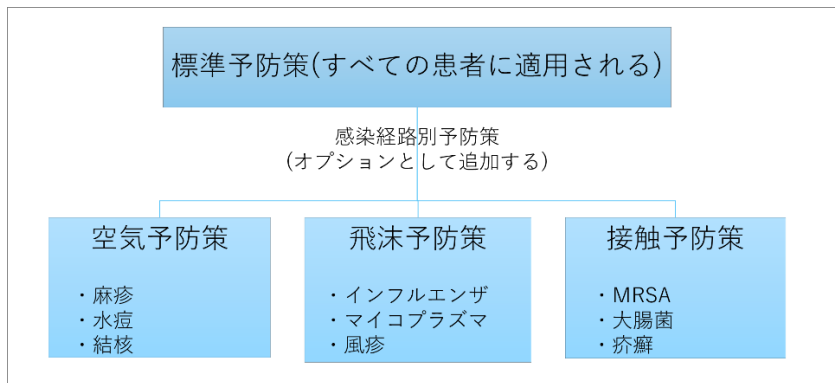


図 8 標準予防策と感染経路別予防策. 前者はすべての患者に適用され, 後者はオプションとして追加適用される.

標準予防策は, 血液, 体液, 分泌物, 汗を除く排泄物, 創のある皮膚, 粘膜(これらを湿性生体物質という)には伝播しうる感染性微生物が含まれる可能性があるという原則に基づき, これらに対する直接的および間接的接触を避けるという考え方である. これはすべての患者に適用される. 具体的方法としては手指衛生(図 9)や個人防護具(PPE:personal protective equipment)の着用, 針刺し・切創の防止等が挙げられる.

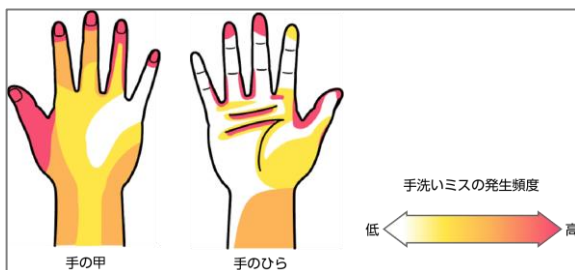


図 9 手洗いが不十分になりやすい場所. 手洗い後のハンドケアにより, 手指のコンディションを良好に保つことも重要である.

COVID-19 への対策においても手指衛生や PPE 着用の重要性は繰り返しアナウンスされている^[12]. SARS-CoV-2 に対して界面活性剤(純石けん分を含む)が有効である^[13]ため, 手洗い時には併用することが望ましい. また PPE も正しく装着しなければ意味がない. 特にマスクについては, ユニバーサルマスク^[14](無症状の人も含めてマスクを着用する)の考え方に則るべきだと考えている.

一方, 感染経路別予防策は感染力の強い重篤な病態を引き起こす疾患に対しオプションとして追加適用される(図 10~11). 主要な感染経路として接触感染, 飛沫感染, 空気感染が挙げられるが, COVID-19 は接触感染ならびに飛沫感染により伝播するとされる^[15].

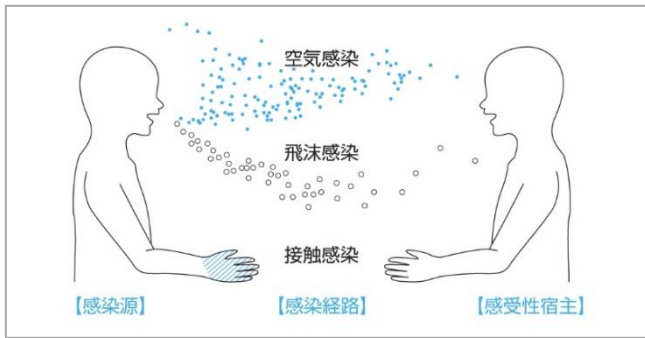


図 10 主な感染経路. 図 1 で示した 3 つの因子が揃っていることに注目. 空気感染と飛沫感染の違いは図 11 を参照のこと.

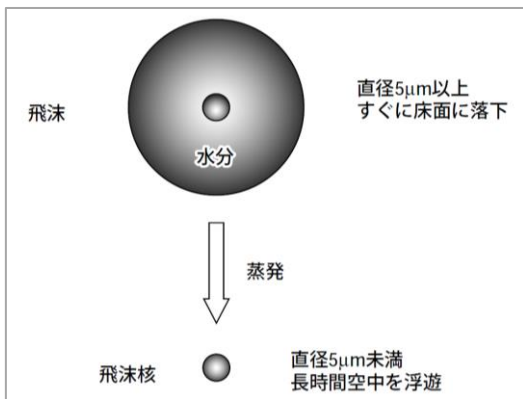


図 11 飛沫と飛沫核の違い. 飛沫感染は患者の口から撒き散らされる直径 $5\mu\text{m}$ 以上の粒子を介した伝播であるが, 水分を含んでいるので 2m 程度しか飛散しないとされる. 一方, 空気感染は直径 $5\mu\text{m}$ 未満の飛沫核を介して伝播する. 飛沫核は軽いので空中に長く浮遊し広範囲に拡散する.

5. 感受性宿主への対策

感受性宿主とは, 感染するリスクのあるヒトを指す. 対策としては, 健康管理や感染対策教育およびワクチン接種が挙げられる. 特にワクチン接種は有効な手段と思われるが, COVID-19 に関しては今後の動向に注目したい.

6. いわゆる「3つの密」について

我が国ではクラスター(患者集団)対策が重要視されている^[16]. クラスターの発生場所に共通する環境因子として, 換気の悪い密閉空間, 多数の人が集まる密集場所, 近距離で会話や発話をする密接場面という 3 つの条件(3 つの密)が同時に重なることが流行の早い段階で明

らかになった^[17]。また、これを避けることで急速な感染拡大を防ぐことができる可能性が示唆されている(図 12)。



図 12 いわゆる「3つの密」の啓蒙ポスター。いかに密を避けるかを常に意識する必要がある。

7. 歯科における対応

クラスターの発生により感染連鎖が継続し、メガクラスターにつながる可能性がある。この連鎖を断ち切るためには、クラスターが発生した状況を把握する必要があるが、そのために行われるのが積極的疫学調査である^[16]。これは、発見された症例からその濃厚接触者を特定し、前向きに感染拡大を防止するのに加え、症例の行動歴を遡ることで感染源の同定を試みることを指す。

濃厚接触か否かを判断するための重要な要素は、距離の近さと時間の長さである。具体的には、マスクなどの感染予防策なしに SARS-CoV-2 感染者(患者)と 1m程度の距離で 15分以上の接触があった場合が該当する(図 13)。また、患者が発症した日ではなく、発症日の 2日前以降に接触した場合が対象となるため注意が必要である^[18]。



図 13 濃厚接触者の定義。濃厚接触者とは、保健所が健康観察の対象とする人のことを指す。なお、正確にはこれ以外に 3つのカテゴリーが存在する。詳細は文献 16を参照のこと。

8. 濃厚接触者の定義

さて、このコロナ禍において、我々にはどのような対応が求められているのだろうか。まず、標準予防策の考え方に則り一般的な感染制御対策を行うことは当然のことであるが、特に手指衛生やPPEの適切な装着は欠かせない。これは濃厚接触者の定義などからも明らかである。

また、歯科治療の特性を考えると、3つの密のうち密集と密接は避けることができない(図14~15)。そのため、積極的に密閉を回避すべきだと考えている。



図14 当院での治療中の一コマ。術者とアシスタント、そして患者の密集や密接は避けることができない。



図15 before コロナにおける当院ミーティングの様子。現在だと濃厚接触に該当してしまう。昼食時の控室など、マスクを装着できないシチュエーションが盲点となるので注意。

密閉を避けるためには十分な換気が求められるが、どの程度が必要なのかは明らかになっていない。厚生労働省の資料によれば、多数の人が利用する商業施設等においては、一人あたり30m³毎時の換気量を確保すること、ないし換気回数を毎時2回以上(30分に1回以

上、数分間窓を全開にする)とすることが求められている^[19-20]。なお、ここでいう換気回数とは、部屋の空気がすべて外気と入れ替わる回数を指す。

窓を全開にする方法は比較的実行しやすいが、季節によっては室温管理の問題が生じる。また高層ビル等に入居する診療所ではそもそも窓をあけることができない場合がある。さらに、換気量は換気装置の能力に依存するが、その性能が十分でない場合もある。これを補完するために空気清浄機の使用も考慮すべきだが、その性能はまちまちであること、また現在極めて品薄のため手に入らないということもあり、こちらも即効性のある対応とはなり得ない可能性がある。

当院ではサーキュレーターを多数導入し空気の循環を促している(図 16)。また幸いなことに、かなり早い時期に業務用空気清浄機(図 17)を導入することができたが、これに加え、既設の口腔外サクションによる積極的な換気を行っていた(図 18)。セントラル方式(中央集中方式)の場合、機械室に設置した強力な基幹吸引装置により診療室内の空気を室外へ強制的に排気するため、結果的に外気の呼び込みにつながる。これは目的外使用となるため自己責任において行っていたが、特に緊急事態宣言発出前後においては、物理的にも精神的にも助けられた。



図 16 サーキュレーターの例。歯科診療所は仕切りが多いため、圧力損失(抵抗)が増加し換気効率が低下する。サーキュレーターを適切に用いることで、空気のよどみの解消や換気効率の向上が期待できる。



図 17 当院で導入した業務用空気清浄機。家庭用と業務用では規格が異なるため、処理能力をふまえると歯科診療所には後者のほうが適していると考えている。



図 18 口腔外サクシジョンの例. 当院では右端の単体移動型ではなく, セントラル方式の装置を採用している.

9. 口腔外サクシジョンの活用

口腔外サクシジョンの本来の用途として, 補綴系処置に伴い発生する粉塵や, インストルメントから発生するエアロゾル^[21](図 19)の吸引が挙げられる. とくに後者に関しては, 患者の口腔から発生する切削粉塵中に病原微生物が含まれる可能性^[22], 易感染性宿主で日和見感染症を高率で引き起こすレジオネラ属菌などが歯科用ユニット給水系から検出されたとする報告^[23], さらに COVID-19 がエアロゾルを介して感染する可能性^[15]などが指摘されているため, 今後その対策は必須になると考えている. ここでは, 筆者が行った検証^[24]ならびにその具体的な使用方法を紹介する.



図 19 エアロゾルの例(ハイスピードカメラにて撮影). 病原微生物が含まれる可能性が指摘されているため, 対策は必須と考えている.

まず, 図 20 に筆者の診療時における典型的なポジショニングを示す. アシスタントや顕微鏡の位置をふまえると, 口腔外サクシジョンを患者に近づけることができるのは, 赤矢印で示す方向のみである. これを元に, 術野(口の中心)から口腔外サクシジョンのフード吸引口端面をどれだけ近づければいいのかを, 有限要素法による解析にて検証した(図 21~28). 図

29 に粒子直径 $5\mu\text{m}$ における解析結果を示す. この大きさは飛沫核の直径を参考にした^[25].
また図 30 に粒子直径 $0.5\mu\text{m}$ における解析結果を示す. この大きさは, 歯の切削により発生する粉塵の直径は $0.5\mu\text{m}$ のものが多いという報告を参考にした^[26-27].



図 20 筆者の診療時における典型的なポジショニング. 口腔外サククションを患者に近づけることができるのは, 赤矢印で示す方向のみである.

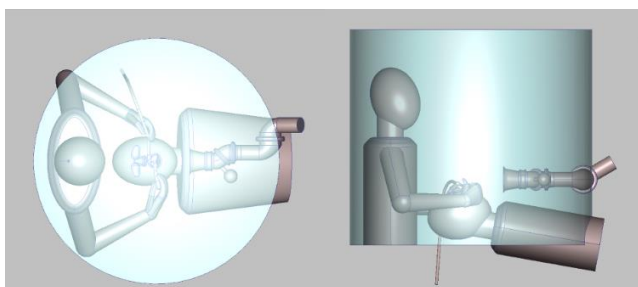


図 21 今回用いた解析モデル. チェアに横たわった患者の正面に歯科医師を配置し, 周囲に流体領域として空気を配置した. 口腔外サククションは患者の胸の上に配置し, 開口部の下端面と口が同じ高さになるようにした.



図22 口腔内サクション：× 口腔外サクション：×



図23 口腔内サクション：○ 口腔外サクション：×



図24 口腔内サクション：○ 口腔外サクション：○
距離：140mm



図25 口腔内サクション：○ 口腔外サクション：○
距離：120mm

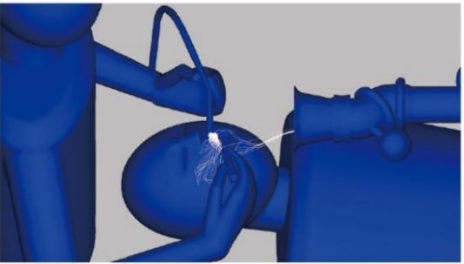


図26 口腔内サクション：○ 口腔外サクション：○
距離：100mm

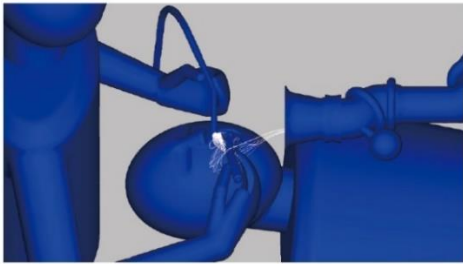


図27 口腔内サクション：○ 口腔外サクション：○
距離：80mm



図28 口腔内サクション：○ 口腔外サクション：○
距離：60mm

図22～28 有限要素法による解析結果(粒子直径 $0.5\mu\text{m}$)。口腔内サクションの捕集効果が高いことがわかる。また、口腔外サクションを発塵点に近づけることで飛散量を低減できる。

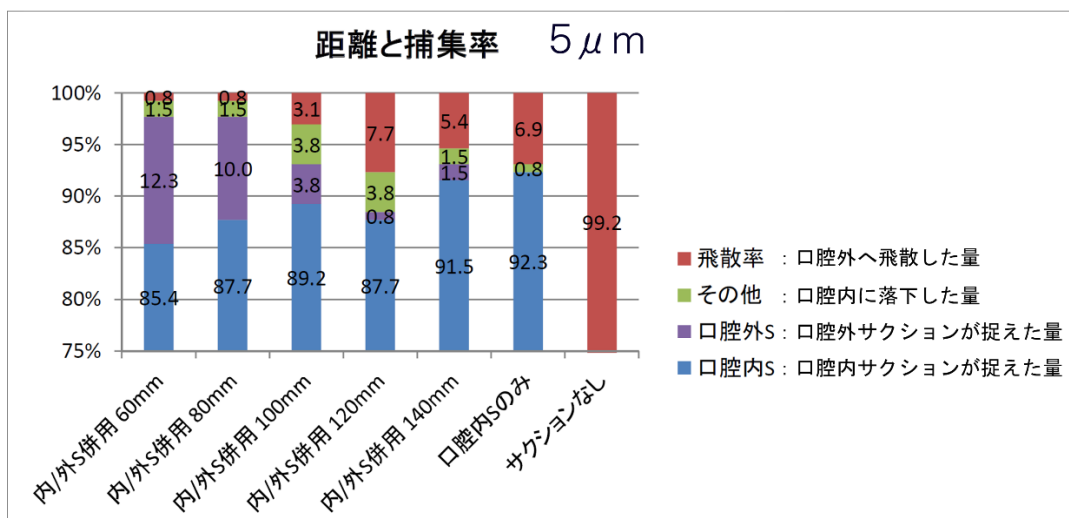


図 29 粒子直径 5 μ m における解析結果. 口腔内サクシヨンの捕集率は 90%前後であり, その有用性は高い. 一方で口腔外サクシヨンの捕集率は距離が 100mm になると大きく低下するため, なるべく近づける必要がある.

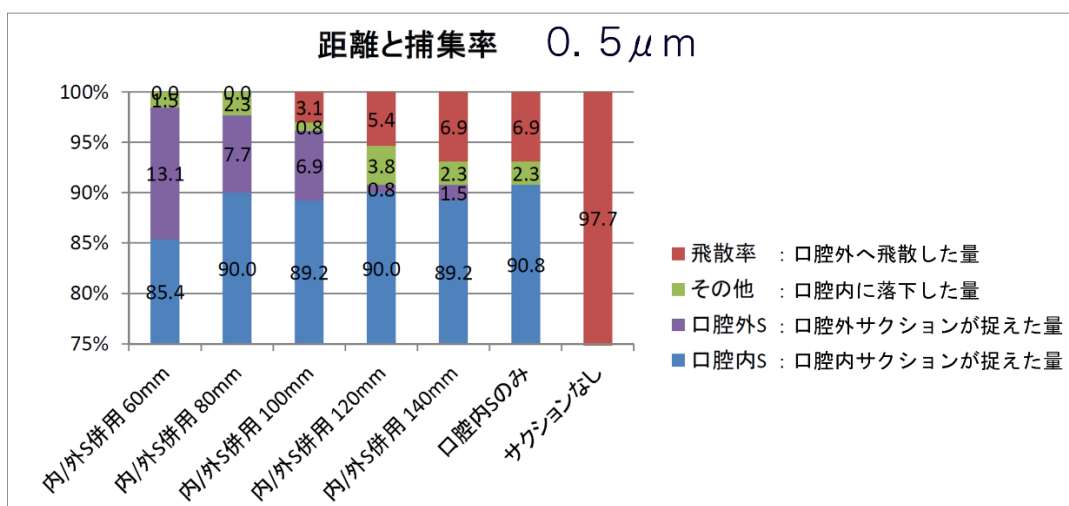


図 30 粒子直径 0.5 μ m における解析結果. 結果は粒子直径 5 μ m と同様の傾向を示した.

捕集効果を向上させるには発塵点からの距離が重要である. 口腔内サクシヨンの吸引力は口腔外サクシヨンと比較して低い^[22]が, 発塵点に近づけることが可能なため高い捕集率 (90%前後) となったと考えられる. また口腔外サクシヨンの距離が大きくなるに従い飛散率が増え, かつ 100mm 以上になると捕集率が低下することがわかった. そのため, 口の中心から吸引口端面までの距離を 100mm 未満(拳一つ分)に位置づけるとよいと思われる. また, フードの形状も, 術野に近づけやすいフラットな形状のものの方が好ましいと考えている(図 31).



図 31 フードの形状例. 右のような形状は補綴系の処置に向いていると思われるが、術野に近づけることが難しい. そのため, エアロゾル等の吸引を目的とする場合, 左のようなフラットな形状のほうが好ましいと考えている.

以上を踏まえ, ハイスピードカメラによる検証を行った結果を図 32~36 に示す. こちらも有限要素法による解析と同じ傾向となった. つまり, 口腔外サクシオンは可能なかぎり術野に近づけたほうがよく, また口腔内サクシオンをうまく使うことで, 飛散率を大きく減少させることができると考えられる.



図 32 口腔内サククション：× 口腔外サククション：×

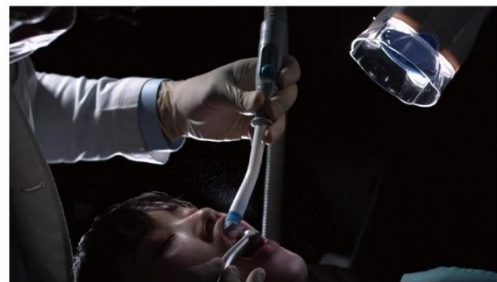


図 33 口腔内サククション：○ 口腔外サククション：×

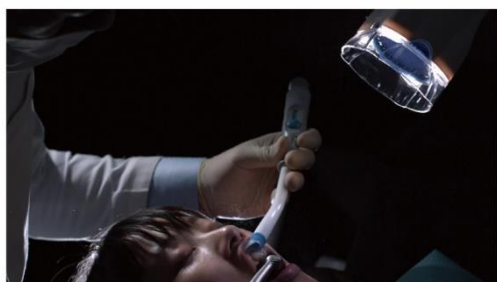


図 34 口腔内サククション：○ 口腔外サククション：○
距離：200mm



図 35 口腔内サククション：○ 口腔外サククション：○
距離：100mm



図 36 口腔内サククション：○ 口腔外サククション：○
距離：60mm

図 32～36 ハイスピードカメラによる検証結果。有限要素法による解析結果と同様に、口腔内サククションの高い捕集効果が認められる。また、口腔外サククションと発塵点との距離が近くなるにつれて捕集効果が向上している。

10. まとめ

本稿では、歯科診療所がおさえておくべき感染制御の基本的な概念、さらに新型コロナウイルス感染症への対応における筆者の私見を述べた。

我々の業界は、緊急事態宣言が発出されていた時期を中心に「歯科受診が新型コロナウイルスへの感染リスクを高める」という根拠に乏しいバッシングにさらされた。また、診療を

自粛すべきだ，という意見も様々なところより聞こえてきた。

各診療所によって対応は様々であったが，当院では，もし PPE や診療器材等の入手が困難になり，感染制御や処置のクオリティの低下が予測される場合には即時に休診すると決めていた。しかし，結果的にそのような事態には陥らなかったため，通常診療体制を維持したまま現在に至っている。

幸いなことに，この最中にスタッフから不安を訴えられることはなかった。また患者さんから「ここ以上にきちんとしているところはないから」という言葉をかけていただいた。これは，普段の地道な取り組みが評価された結果だと感じている。

さらに，普段より若干余裕のあるアポイントを活かし，当院の処置方針に対する理解を深めていただくこともできた。

「ピンチはチャンス」という。新型コロナウイルスには未だ不明な点が多々あり，予断を許さない状況が続いている。また残念ながら，before コロナに戻るには相当の時間が必要だろう。しかし，工夫によっては色々とできることもあるのでは，と感じている。

今こそしたたかに生き抜かなければならない。そして，こういう時こそ場当たりのでなく，本質を捉えた対応が求められると考えている。本稿が何かのお役に立てば幸いである。

1 1. 参考文献

- [1] 一般社団法人日本医療機器学会監修. 改訂第 5 版 医療現場の滅菌. へるす出版. 東京. 2020.
- [2] Spaulding EH. Chemical disinfection of medical and surgical materials. In: Lawrence C, Block SS, editors. Disinfection, sterilization, and preservation. PA: Lea & Febiger; 1968. p.517-531.
- [3] Garner JS, Favero MS. CDC Guideline for handwashing and hospital environmental control, 1985. *Infect Control*. 7(4):231-243,1986.
- [4] Rutala WA. 1994, 1995, and 1996 APIC Guidelines Committee. APIC guideline for selection and use of disinfectants. *Am J Infect Control*. 24(4):313-342,1996
- [5] 大久保憲. 医療器材の洗浄・滅菌と環境整備の要点. *日臨微生物誌*.24(1):1-7,2014.
- [6] 上寺祐之, 岸井こずゑ, 安原洋, 森屋恭爾. 洗浄・消毒に関する国際規格 ISO 15883 の現状と今後の課題. *医療機器学*. 83(1):57-65,2013.
- [7] Kampf G. Voss A. Scheithauer S. Inactivation of coronaviruses by heat. *J Hosp Infect*.105(2):348-349,2020.
- [8] Abraham JP, Plourde BD, Cheng L. Using heat to kill SARS-CoV-2. *Rev Med Virol*. 30(5):e2115,2020.
- [9] Boris Pastorino B, Touret F, Gilles M, de Lamballerie X, Charrel RN. Heat Inactivation of Different Types of SARS-CoV-2 Samples: What Protocols for Biosafety, Molecular Detection and Serological Diagnostics?. *Viruses*. 12(7):735,2020.
- [10] Garner JS, The Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. Guideline for Isolation Precautions in Hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 17(1):54-80,1996.
- [11] Siegel JD, Rhinehart E, Jackson M, Chiarello L, Health Care Infection Control

Practices Advisory Committee. 2007 Guideline for Isolation Precautions: Preventing Transmission of Infectious Agents in Health Care Settings. *Am J Infect Control*. 35(10 Suppl 2):S65-164,2007.

[12] Chu DK, Akl EA, Duda S, Solo K, Yaacoub S, Schünemann HJ, COVID-19 Systematic Urgent Review Group Effort (SURGE) study authors. Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*. 395(10242):1973-1987,2020.

[13] <https://www.meti.go.jp/press/2020/06/20200626012/20200626012.html>

[14] Klompas M, Morris CA, Sinclair J, Pearson M, Shenoy ES. Universal Masking in the Covid-19 Era. *N Engl J Med* 2020; 383:e9.

[15] Peng X, Xu X, Li Y, Cheng L, Zhou X, Ren B. Transmission routes of 2019-nCoV and controls in dental practice. *Int J Oral Sci*.12:9,2020.

[16] <https://www.niid.go.jp/niid/images/epi/corona/2019nCoV-02-200529.pdf>

[17] <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000606000.pdf>

[18] He X, Lau EHY, Wu P, Deng X, Wang J, Hao X, Lau YC, Wong JY, Guan Y, Tan X, Mo X, Chen Y, Liao B, Chen W, Hu F, Zhang Q, Zhong M, Wu Y, Zhao L, Zhang F, Cowling BJ, Li F, Leung GM. Temporal dynamics in viral shedding and transmissibility of COVID-19. *Nat Med*. 26(5):672-675,2020.

[19] <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000618969.pdf>

[20] <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000616069.pdf>

[21] Szymanska J. Risk of exposure to Legionella in dental practice. *Ann Agric Environ Med*. 11(1):9-12,2004.

- [22] 玉澤かほる, 玉澤 佳純, 島内 英俊. 歯科診療室の空気汚染状況の検討. 医療機器学. 84(5):537-542,2014.
- [23] Tall BD, Williams HN, George KS, Gray RT, Walch M. Bacterial succession within a biofilm in water supply lines of dental air-water syringes. *Can J Microbiol.* 41(7):647-54,1995.
- [24] 渥美克幸. 口腔外サクシヨンの効果的な使用方法を検証する. デンタルダイヤモンド. 45(5):168-175,2020.
- [25] 向野賢治. 院内感染の標準的予防策. 日本医師会雑誌. 127(3):340-346,2002.
- [26] Sotiriou M, Ferguson SF, Davey M, Wolfson JM, Demokritou P, Lawrence J, Sax SN, Koutrakis P. Measurement of particle concentrations in a dental office. *Environ Monit Assess.* 137(1-3):351-361,2008.
- [27] Liu MH, Chen CT, Chuang LC, Lin WM, Wan GH. Removal efficiency of central vacuum system and protective masks to suspended particles from dental treatment. *PLoS One.* 14(11):e0225644,2019.