

〈総説〉

新しい知見を踏まえた適切な消毒薬の選択と使用

中川 博雄・今村 政信

Appropriate Selection and Use of Disinfectants in Light of New Findings

Hiroo NAKAGAWA and Masanobu IMAMURA

Department of Pharmacy, Nagasaki University Hospital

(2023年4月2日受付・2023年4月29日受理)

要 旨

コロナ禍を経て、医療現場では消毒薬の適正使用の重要性が再認識された。生体に使用する消毒薬には、使用できない部位があるもの、適応部位によって使用濃度が異なるものがある。生体への処置の際、創傷部位や粘膜に対し希釈濃度を誤り、高濃度の消毒薬を使用するとショックを起こす恐れがある。常に消毒薬の効果と副作用防止を意識する必要がある。医療機関での環境整備の基本は清掃だが、汚染時には消毒が必要となる。患者に使用する器材の消毒方法は、器材を使用する部位の感染の危険度に応じて決定されることを理解しておかなければならない。医療従事者の手指消毒の遵守は、いまだに医療施設の感染対策にとって重要な課題の一つである。必要なタイミングで確実な手指消毒を実践することが望まれる。本稿では、生体、器材と環境、手指に対する消毒薬の適正使用の実践に必要な基礎知識に加え、新しい知見も踏まえて、消毒薬を体系的に理解できるようまとめた。

Key words : 消毒薬, コロナ禍, 生体の消毒, 器材と環境の消毒, 手指消毒

はじめに

2020年の新型コロナウイルス(SARS-CoV-2)流行当初、市中だけでなく医療現場においても消毒用エタノールをはじめとする消毒薬の供給が不安定になった。一時的ではあったが、消毒薬の代替品が医療現場にも散見された。そうした代替品の多くは有効性の評価が行われておらず、効果が不十分な製品も存在した¹⁾。また、「医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律」上では規定のない「抗菌」や「除菌」を謳った製品が市中に氾濫した。そうした製品は微生物に対する有効性が保証されていないにも関わらず消毒薬と混同され、効果に関して間違った認識を持つ医療従事者も少なからず存在した²⁾。コロナ禍を経て、医療従事者には、あらためて新しい知見も踏まえた適切な消毒薬の選択とその使用に対する正しい知識が求められる。はじめに消毒薬の効果を規定する接触時間、使用濃度、温度の基本的3要素について解説する³⁾。

①接触時間

消毒薬は微生物と一定の時間接触させなければ十分な効果を発揮できず、必ずしも速効性があるわけではない。消毒に必要な時間は消毒薬や対象とする微生物により異なり、一般に接触時間が長いほど効果を発揮する。

②使用濃度

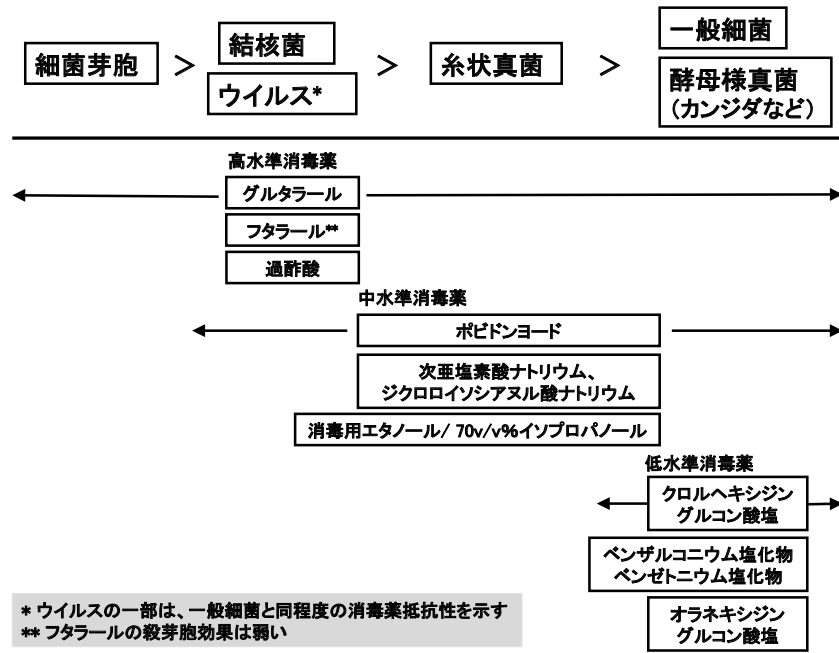
消毒薬は対象が生体か器材か環境かによって使用濃度が異なる場合がある。常に適正濃度を意識することが重要である。また、適正濃度よりも高濃度で使用すると生体では副作用が現れることがあり、器材では損傷を招くことがある。

③温度

消毒薬は使用する際の温度が高くなるほど短時間で効果を発揮する。一般には適正な温度は20-25℃となる。

④その他の要素

消毒薬は、①-③の基本的3要素以外にも微生物の数や蛋白質の存在、pHなどの要素が効果に影響する。微生物の数や蛋白質の存在は、消毒前に洗浄して除去することで影響が少なくなる。また、消毒薬の効果には器材



* ウイルスの一部は、一般細菌と同程度の消毒薬抵抗性を示す
 ** フタラールの殺芽胞効果は弱い

図1 消毒薬の種類と抗微生物スペクトル

の物理的、構造的特性も影響する。表面構造が粗い場合には洗浄が十分に行えず接触の不良を起こす。構造的に細管構造や先端が盲端の場合には消毒薬が先端まで到達できず消毒不良を起こす。

国内で使用される消毒薬は10数種類と少なく、基本となる知識を習得することで、適正使用の実践につながる。図1に消毒薬の種類と抗微生物スペクトルを示す⁴⁾。消毒薬は、効果を発揮する微生物の種類から3つに分類される。高水準消毒薬は最も抵抗性の強い細菌芽胞まで効果を示す。中水準消毒薬は一般細菌、真菌、結核菌および一部のウイルスに有効であるが、芽胞には必ずしも有効ではない。低水準消毒薬は一般細菌の栄養型には有効であるが、結核菌、ウイルス、真菌に対しての効果は低くなる。以下に、生体の消毒、器材と環境の消毒、手指消毒において選択される代表的な消毒薬の特徴や使用上の注意点について解説する。

生体の消毒

消毒薬と抗菌薬はどちらも微生物に対して使用するが、大きな違いは選択毒性の有無である。消毒薬は基本的に選択毒性がなく、生体に対して毒性を示す。そのため生体使用する消毒薬は比較的毒性が低く、かつ十分な抗微生物効果を示すものを選択する必要がある。

①アルコール類

中水準消毒薬に分類されるアルコール類の消毒用エタノールや70v/v%イソプロパノールは、蛋白変性により消毒効果を示す。細菌芽胞とエンベロープを持たない一

部のウイルスを除くほぼ全ての微生物に有効である。速効性があり、他の消毒薬に比べ短い接触時間で消毒効果を示し、残留毒性は示さない。速乾性を利用して注射部位の皮膚消毒に汎用される。一方、粘膜や損傷した皮膚への使用は刺激が強く禁忌である。また、アルコール類は、速乾性を高めるために別の消毒薬であるポビドンヨードやクロルヘキシジングルコン酸塩と混合して使用される。手術部位にアルコール類含有の消毒薬を使用した際に、乾燥が不十分なまま手術が開始され、電気メスの火花から引火した事例が報告され、PMDA 医療安全情報で注意喚起が行われている⁵⁾。

②ポビドンヨード

中水準消毒薬に分類されるヨウ素系消毒薬のポビドンヨードは、菌体内蛋白や核酸の破壊により消毒効果を示す。アルコール類と同様に広い抗微生物スペクトルを有し、皮膚・粘膜に対する刺激も少ない。そのため、手術野の皮膚・粘膜や、血管内留置カテーテルの挿入部位の消毒に汎用される。さらに多様な剤型があり、洗浄剤含有のポビドンヨードは手術時の手指消毒に、消毒用エタノール含有のポビドンヨードは手術部位の皮膚消毒に使用される。ただし、エタノール含有ポビドンヨードや洗浄剤含有ポビドンヨードは、含有する薬剤の影響で粘膜や創部への使用を避ける必要がある。また、ポビドンヨードは有機物による効力低下を招きやすいため、創部の消毒に用いる際は原液での使用が推奨される。さらにヨード過敏症や大量に吸収することによる甲状腺機能への影響も懸念される⁶⁾。腹腔や胸腔への消毒には使用しない

表1 Spaulding による器具分類および消毒水準分類

器具分類	対象となる器材	消毒水準
クリティカル器具	無菌組織や血管内に使用する物	滅菌
セミクリティカル器具	粘膜または健常でない皮膚に使用する物	高水準消毒
ノンクリティカル器具	健常な皮膚に使用する物	中水準消毒
		低水準消毒

ことや、皮膚のバリア機能が未熟な新生児への広範囲な使用は避けるなどの注意も必要である⁷⁻⁹⁾。

③クロルヘキシジングルコン酸塩

低水準消毒薬に分類されるビグアナイド系化合物のクロルヘキシジングルコン酸塩は、細胞内成分の漏出や酵素阻害などにより消毒効果を示す。臭いがほとんどなく、皮膚に対する刺激性も少ないため生体の消毒に用いられる。クロルヘキシジングルコン酸塩は用途に合わせて製剤を希釈して使用する必要がある。希釈を前提とした赤色の着色料が添加されている5%製剤と添加されていない無色の20%製剤がある。また、クロルヘキシジングルコン酸塩は皮膚に吸着しやすく吸着後は持続効果を発揮する。そのため、持続効果を期待し消毒用エタノールと混合した製剤も使用されている。CDCの血管内カテーテル関連感染の予防のためのガイドラインでは、クロルヘキシジングルコン酸塩の使用によりポピドンヨードまたはアルコール製剤よりもカテーテル関連血流感染の割合が減少したことから、クロルヘキシジングルコン酸塩濃度0.5%以上のアルコール製剤で皮膚消毒をすることが推奨されている¹⁰⁾。しかし、日本におけるクロルヘキシジングルコン酸塩は結膜囊以外の粘膜への使用は禁忌である。

④第四級アンモニウム塩

低水準消毒薬に分類される第四級アンモニウム塩のベンザルコニウム塩化物やベンゼトニウム塩化物は、陽電荷が細胞内に侵入し菌体蛋白に作用することで消毒効果を示す。クロルヘキシジングルコン酸塩と同様、臭いがほとんどなく皮膚に対する刺激性が少ないため生体の消毒に用いられる。第四級アンモニウム塩は粘膜への忍容性が比較的良好なため、粘膜の創傷部位や陰、外陰・外性器などの粘膜の消毒に汎用されている。しかし、綿球やガーゼなどの繊維に吸着し含量の低下を起しやすいため、消毒薬を含浸させた綿球などを数日間使用することは、細菌汚染を受ける要因となる。綿球などに消毒薬を含浸させて使用する場合は、1日に必要な分だけ作成し毎日交換するなどの対策が必要となる。

⑤オラネキシジングルコン酸塩

低水準消毒薬に分類されるオラネキシジングルコン酸塩は2015年に新規のビグアナイド系化合物として上市

された。オラネキシジングルコン酸塩はクロルヘキシジングルコン酸塩に比べ低濃度で黄色ブドウ球菌に対する消毒効果を示したとの報告や、ポピドンヨードとの比較において有意に手術部位感染の発症を抑制したとの報告があり、今後さらにエビデンスの蓄積が望まれる¹¹⁾。これまで報告された副作用は皮膚障害程度である。ただし、従来の生体の消毒薬に比べると高額であることから、医療現場に十分に普及されているとは言い難い。

器材と環境の消毒

器材の消毒には、用途に合わせて適切な消毒法を体系的に分類するSpauldingの分類が汎用される(表1)。Spauldingの分類ではクリティカル器具、セミクリティカル器具、ノンクリティカル器具の3つに分類し、その分類をもとに求められる消毒水準を滅菌、高水準消毒、中水準消毒、低水準消毒の4つに分類する。

①クリティカル器具

クリティカル器具は通常、無菌組織や血管内に使用する器材であり、手術用器具や血管内カテーテルや尿路カテーテルなどが該当する。クリティカル器具は、細菌芽胞を含めたすべての微生物を除去することが求められる。そのため、可能な限りあらかじめ滅菌された単回使用の製品を使用することが望ましい。単回使用できない器材では、材質や形状に応じて、高压蒸気滅菌やガス滅菌などを行う。一部の滅菌が行えないクリティカル器具は、高水準消毒薬の2%以上のグルタラール製剤や0.3%過酢酸を選択する場合がある。

②セミクリティカル器具

セミクリティカル器具は粘膜または健常でない皮膚に使用する器材であり、軟性内視鏡、人工呼吸器や吸入麻醉装置などの呼吸器系装置、直腸用体温計などが該当する。正常な粘膜は細菌芽胞には抵抗性を示すが、ウイルスやその他の細菌には感受性を示すとされている。また、使用頻度が高く頻繁に滅菌処理が行えない物や非耐熱性の器材もあり、高水準消毒薬や中水準消毒薬による消毒が行われる。高水準消毒薬にはアルデヒド類に分類されるグルタラール、フタラール、強力な酸化作用により効果を示す過酢酸が挙げられる。高水準消毒薬は細菌芽胞まで有効な広いスペクトルを有しており、有機物の接触

表2 次亜塩素酸ナトリウム溶液の使用例

対象	使用濃度	使用方法
ウイルス汚染血液が付着した環境	0.5～1% (5000～10000ppm)	清拭
排泄物の消毒	0.1～1% (1000～10000ppm)	清拭
リネン	0.02～0.1% (200～1000ppm)	30分～1時間浸漬
通常的环境および器材	0.02～0.05% (200～500ppm)	清拭または浸漬
哺乳瓶, 投薬容器など	0.01% (100ppm)	洗浄後, 1時間浸漬

による効力低下が小さい。またアルデヒド類の消毒薬は、器材の材質に影響を与えにくい点も重要な特徴である。一方、粘膜刺激性のため環境の消毒には使用できない。軟性内視鏡は創のある消化管粘膜や気道粘膜に使用する場合もあり、高水準消毒薬による消毒が行われるが、作業者の曝露防止や消毒の質の均一化のため自動洗浄装置を使用することが望ましい。器材の消毒に用いられる中水準消毒薬には次亜塩素酸ナトリウムや消毒用エタノールが挙げられる。広い抗微生物スペクトルと残留毒性の低さから医療現場で汎用される。次亜塩素酸ナトリウムは消毒対象により濃度や接触時間が異なるため注意が必要であるが(表2)、適正に使用すれば細菌芽胞まで有効とされている。次亜塩素酸ナトリウムはクロストリディオイデス・ディフィシルによる汚染を受けた器材の消毒および環境の清拭に使用される。有機物の混入により効力低下が起こるため、消毒前には十分な洗浄により体液や血液などの有機物の除去が重要となる。同じ塩素系のジクロロイソシアヌル酸ナトリウムは哺乳瓶の洗浄剤としてドラッグストアなどで取り扱われている。また、次亜塩素酸ナトリウムは金属に対して腐食性があるため金属を含む器材の消毒には使用できない。金属が含まれる器材の消毒には消毒用エタノールが適用となる場合がある。消毒用エタノールは速効性と速乾性に優れており、器材や環境を清拭消毒することに適している。ただし、引火性があるため大量の消毒用エタノールを浸漬用として用いることは不適切である。

③ノックリティカル器具

ノックリティカル器具とは健全な皮膚に使用する器材であり、血圧計のマンシエット、聴診器、食器、リネンなどが該当する。通常ノックリティカル器具は洗浄や清拭で十分であり消毒の対象とはならないが、医療現場で複数の患者に共用する場合は、接触感染対策の観点から低水準消毒または中水準消毒を行うことが推奨される。低水準消毒薬のクロルヘキシジングルコン酸塩や第四級アンモニウム塩は、消毒対象物の材質に与える影響が少

なく汎用性が高い消毒薬である。細菌芽胞、結核菌、ウイルスに対する消毒効果は弱い。黄色ブドウ球菌や緑膿菌といった一般細菌や酵母様真菌には十分な消毒効果を有している。しかし、一度に大量の微生物が混入すると容易に細菌汚染を受けてしまう。そのため、洗浄・乾燥をしないまま同一容器に継ぎ足して使用することは避ける必要がある。また、第四級アンモニウム塩は陽イオン界面活性剤であり、陰イオン界面活性剤である洗剤との混合で不溶性の塩を形成し消毒効果が減弱するとされる。そのため、第四級アンモニウム塩による消毒を行う前は、流水などで洗剤を濯ぎ落とさなければならない。

④次亜塩素酸水による器材の消毒

昨今のSARS-CoV-2の蔓延により次亜塩素酸ナトリウムをはじめとした消毒薬の供給が不安定となり、その代替薬として次亜塩素酸水の使用が取りざたされた。次亜塩素酸水は塩酸または食塩水を電解することにより得られる次亜塩素酸を主成分とする水溶液のことで、ヒトへの安全性の高さから殺菌料として食品添加物に指定されている。2020年6月には独立行政法人製品評価技術基盤機構は、SARS-CoV-2に対する代替消毒方法として9種の界面活性剤に加え、有効塩素濃度35ppm以上の次亜塩素酸水を有効とする一定の判断基準を示した¹²⁾。次亜塩素酸水は有機物による効力低下を受けやすく、生成後の安定性も悪い。現在までのところ医療現場において他の消毒薬より優先して使用が推奨されることはない。やむを得ず使用する場合は、消毒前に十分な有機物の除去を行い、次亜塩素酸水生成装置から直接流水をかけ流す方法で使用するなど十分な注意が必要である。

適正な手指消毒の実践

手指消毒は、感染の伝播を予防する上で重要な対策の1つである。アルコール性速乾性手指消毒薬は15秒以内に乾燥しないだけの十分な薬液を手に取り、揮発するまで両手に擦り込む。それにより、微生物とエタノール

表3 低刺激性および非アルコール性手指消毒薬の種類と特徴

製剤	商品名	特徴
低刺激性手指消毒薬	センシマイルド	添加物としてエタノールを含む
	ノアテクトプロ	
非アルコール性 手指消毒薬	ノンアルBC フォーム「ヨシダ」	アルコールを配合せず、 におい、刺激が少ない
	エレファフォーム	

が十分に接触する時間を確保することができ、手指消毒効果を発揮する。なお、アルコール性速乾性手指消毒薬には、液状、ゲル状、フォーム状の製品があるが、剤形の違いによる効果の差は無いと考えられる¹³⁾。アルコール性速乾性手指消毒薬は80%程度のエタノールを含有するため、幅広い抗微生物スペクトルを示す。ただし、エンベロープを持たないノロウイルスなどは80%エタノールに対する抵抗性が高い。偽膜性大腸炎の原因菌であるクロストリディオイデス・ディフィシルなどが産生する細菌芽胞にも無効である。エンベロープを持たないウイルスや細菌芽胞に対しては、アルコール性速乾性手指消毒薬の効果が低いことを認識し、石鹸と流水またはアルコール性速乾性手指消毒薬を状況に合わせて使い分けたり、組み合わせたりすることが重要である。pHの調整などによりエンベロープを持たないウイルスへの効果が実証された手指消毒薬の使用も有用である^{14,15)}。最近の知見として、アルコール性速乾性手指消毒薬の開封後の使用期限について、これまでは製品容器に記載の使用期限までとする専門家の意見が主であったが、それを裏付ける科学的根拠が報告されている¹⁶⁾。また、アルコール性速乾性手指消毒薬の供給が不安定になった場合には、院内製剤としての消毒用エタノールの自家供給も有効な対策と考えられる¹⁷⁾。さらに、多くの医療施設が長年対応に苦慮してきた手荒れやアルコール過敏な医療従事者の手指衛生に対し、消毒薬メーカーから低刺激性手指消毒薬や非アルコール性の製品が上市された(表3)。これらの製品は石鹸と流水による手洗いと同等の効果を示すが、アルコール性速乾性手指消毒薬と同等ではないことを十分に認識しておく必要がある。低刺激性手指消毒薬や非アルコール性手指消毒薬の製品には「手荒れ用」などの注意書きはなく、見た目にアルコール性速乾性手指消毒薬と区別がつかないことから取り違えの恐れがある。手指消毒効果の不良といった医療安全上の問題が懸念されるため、消毒薬メーカーには早期の改善を期待したい。

おわりに

コロナ禍を経て、医療従事者は消毒薬の重要性を再認識したと考える。今後新たな感染症により苦境に立たされた場合には、コロナ禍での教訓を活かし、消毒薬紛いの

のものに惑わされずに適切な消毒薬を選択し、有効活用できるように日頃より備えたい。

謝辞：第37回日本環境感染学会総会・学術集会において講演させて頂く機会を与えてくださいました先生方に心より感謝申し上げます。

利益相反自己申告：申告すべきものなし。

文 献

- 1) 尾家重治, 敷地恭子: 酒造メーカーが発売している高濃度エタノール製品の微生物学的検討. 日環境感染誌 2021; 36(1): 72-4.
- 2) 尾家重治, 河合伸也: “除菌”などをうたった製品の消毒効果. 日環境感染会誌 2021; 36(3): 157-60.
- 3) 大久保憲, 尾家重治, 金光敬二: 消毒と滅菌のガイドライン 2020版, へるす出版, 東京, 2020.
- 4) CDC: Guideline for disinfection and sterilization in health-care facilities. 2008.
- 5) 医薬品医療機器総合機構: 電気メスの取り扱い時の注意について(その2). PMDA 医療安全情報 No15 改訂版, 2015年4月.
- 6) Vorherr H, Vorherr UF, Mehta P, Ulrich JA, Messer RH: Vaginal absorption of povidone-iodine. JAMA 1980; 244: 2628-9.
- 7) Joshi P: A complication of povidone-iodine. Anaesthesia 1989; 44: 692.
- 8) 大塚春美: 妊娠のポビドンヨード腔内消毒が新生児の甲状腺機能に及ぼす影響について. 日新生児学会雑誌 1994; 30(4): 765.
- 9) 北村 隆, 坂井田宏, 今西春彦, 奥村 豊: 分娩時におけるイソジン産科用クリーム(OAD)の使用経験. Progress in Medicine 1987; 7: 1023-30.
- 10) O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, Dellinger EP, Garland J, Heard SO, et al.: Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. Am J Infect Control 2011; 39(4 Suppl 1): S1-34.
- 11) Obara H, Takeuchi M, Kawakubo H, Shinoda M, Okabayashi K, Hayashi K, et al.: Aqueous olanexidine versus aqueous povidone-iodine for surgical skin antisepsis on the incidence of surgical site infections after clean-contaminated surgery: a multicentre, prospective, blinded-endpoint, randomised controlled trial. Lancet Infect Dis 2020; 20: 1281-9.
- 12) 製品評価技術基盤機構: 新型コロナウイルスに対する消毒方法の有効性評価について最終報告をとりまとめました。～物品への消毒に活用できます～: https://www.nite.go.jp/d_ata/000111306.pdf: 2023年3月25日現在
- 13) 中川博雄, 今村政信, 高見陽子, 志岐直美, 塚本千絵, 栗原慎太郎, 他: フォーム状速乾性手指消毒薬の消毒効果の評価. 日環境感染会誌 2012; 27(4): 266-8.
- 14) 奥西淳二, 岡本一毅, 西原 豊, 辻谷久美子, 三浦 剛, 松

- 瀬 仁, 他: 新規アルコール手指消毒薬 MR06B7 の有効性評価. 薬誌 2010; 130(5): 747-54.
- 15) 松村玲子, 中村絵美, 野口 悦, 隈下祐一, 山本将司, 古田太郎: 殺ウイルス性アルコール系手指消毒剤の有効性評価. 日防菌防学会誌 2013; 41(8): 421-5.
- 16) Kobayashi R, Murai R, Sato Y, Nakae M, Nirasawa S, Asanuma K, *et al.*: Study of post-opening stability of active ingredients in hand sanitizers. *J Infect Chemother* 2022; 12: 1605-9.
- 17) 山本弘平, 山本圭城, 安井友佳子, 石坂敏彦: 消毒薬供給不足時における院内製剤エタノール手指消毒薬の安全性の評価. *日病薬誌* 2021; 57(10): 1113-9.
- [連絡先: 〒852-8501 長崎県長崎市坂本 1-7-1
長崎大学病院薬剤部 中川博雄
E-mail: hiroonakagawa@nagasaki-u.ac.jp]

Appropriate Selection and Use of Disinfectants in Light of New Findings

Hiroo NAKAGAWA and Masanobu IMAMURA

Department of Pharmacy, Nagasaki University Hospital

Abstract

After the corona disaster, the importance of proper use of disinfectants was reaffirmed in the medical field. Some disinfectants used in living organisms cannot be utilized, and some use concentrations differ depending on the indicated site. When treating living organisms, the use of a high concentration of disinfectant may cause a shock if the wound site or mucous membrane is diluted incorrectly and a high concentration of disinfectant is employed. It is necessary to always be aware of the effectiveness of disinfectants and the prevention of side effects. Cleaning is the basis of environmental maintenance at medical institutions, but disinfection is essential in the event of contamination. It must be understood that the method of disinfection of the equipment used for the patient is determined based on the degree of risk of infection at the site of the instrument. Adherence to hand sanitizer for healthcare workers remains one of the key issues for infection control in healthcare facilities. It is desirable to practice reliable hand disinfection at the necessary timing. In this paper, besides the basic knowledge necessary for practicing the proper use of disinfectants for living organisms, equipment and environment, and fingers, we have compiled a systematic understanding of disinfectants based on new knowledge.

Key words: disinfectants, corona disaster, living organisms, equipment and environment, hand disinfection