

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の院内感染経路についての検討 病棟内での院内クラスター発生の分析より

砂川長彦¹ 新城治¹ 伊敷哲也¹ 東風平勉¹ 浅田宏史¹ 渡嘉敷真太¹ 友寄毅昭² 喜納かおり² 寺崎ひろみ³ 石原理沙³ 我喜屋沙織³

沖縄赤十字病院 6階東病棟調査チーム¹ 循環器内科² 血液内科³ 看護部

要旨

内科病棟内で発生した院内クラスターの分析により新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の感染経路および感染様式について検討した。通常の標準予防策での対応では院内感染の拡大は予防できず、特に大部屋での患者自身の移動や共用トイレでの感染拡大が推定された。患者にも装着するユニバーサル・マスクや大部屋でのエアゾル発生手技（AGPs）の対策が必要であり、エアゾル・空気感染に準じた感染予防対策が必要と考えられた。

Key Words : SARS-CoV-2, 飛沫感染, エアゾル, 空気感染

【はじめに】

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）は2019年12月中国の湖北省武漢市で初めて報告された肺炎の原因ウイルスである新型コロナウイルス（SARS-CoV2）による感染症であり、現在では世界中に流行が広がり2020年10月16日時点で感染者数3839万人、死亡者数109万人と報告されている¹⁾。コロナウイルスは感冒の原因ウイルスとして知られていたが、2002年中国広東省より発生した重症呼吸器症候群SARSコロナウイルス²⁾、2012年アラビア半島で発生した中東呼吸器症候群MERSコロナウイルス³⁾による致死率の高い重症肺炎を発症することが報告された。

今回2020年7月末より沖縄県内での新型コロナウイルス感染者の急激な増加に伴って当院で院内クラスターが発生し、同一病棟内で患者12人、看護師3人が感染した。

新型コロナウイルスの感染経路については主に飛沫・接触感染と考えられていたが、未だ不明な点がありエアゾルおよび空気感染の可能性が示唆されている⁴⁾。そのため我々は病棟内での院内感染の広がりを

調査するため当該病棟での患者および病棟スタッフ（看護師、看護助手）、医師のSARS-CoV2抗原検査・PCR検査の結果やそれぞれの移動・処置の内容を聴取して感染経路について検討を行い看護師および患者間に広がった原因について考察した。

【方法】

2020年7月30日午後院内クラスターの最初の感染症例が判明し同日午後より当該病棟の入退院が停止された。最初に感染が判明した患者1名と看護師1名に濃厚接触した発熱者は直ちにSARS-CoV-2抗原検査を行い、陽性者は速やかにCOVID-19対応病棟へ転棟し隔離を行った。翌7月31日と8月1日に当該病棟のすべての入院患者、医師、看護師、看護助手を対象にSARS-CoV-2 PCR検査が施行された。入院患者はPCR検査結果が判明するまでの3-4日間は部屋移動を行わなかった。病棟スタッフの患者対応はこれまで標準予防策として手指消毒とサージカルマスクを中心に体液が飛散する処置では手袋、ビニールエプロン、必要に応じてアイシールドを用いていた。しかし7月31日午後からすべての患者対応にN95マスク、手袋、ビニールエプロン、フェイスシールドまたはゴーグルを用いた個人防護具（PPE）で対応した。しかし病棟患者へのマスク装着は推奨されていなかった。抗原検査およびPCR検査の結果が陰性であっても感染者と

（令和2年10月28日受理）

著者連絡先：砂川長彦

（〒902-8588）沖縄県那覇市与儀1-3-1

沖縄赤十字病院 循環器内科

の濃厚接触者は原則2週間の自宅待機とし、止むを得ず勤務する場合はスタッフ間の接触を避けて患者とはPPEで対応した。

感染患者は感染が判明した順番にPT1からPT12とし、感染が判明した看護師は同様にNS1からNS3とした。

感染が判明した看護師の行動歴については院内クラスター判明日の7月30日から1週間前に遡って院内院外の感染者や県外者との接触歴を聴取した。また患者対応・処置はカルテ記録と本人からの聞き取りで調査した。感染者は発症の2日前から感染性があると推定し看護処置患者を確認した^{5,6)}。

患者の行動については大部屋(4名部屋)でのトイレ移動、吸引処置、口腔ケアを受けたかを調査し、個室では看護処置の種類と内容を聞き取り調査した。発症日は発熱、上気道症状、消化器症状等のCOVID-19を疑う症状を示した日としたが、入院時より発熱があ

る患者の発症日は感染者との接触歴を参考にして判断した。また発熱がなく無症状の感染者は発症日不明とした。暴露から発症までの潜伏期間は2日から14日、平均5日として発症日を推定した^{6,7)}。

【結果】

7月26日から7月31日までの当該病棟への入院患者は延べ70名であり、7月31日時点での入院患者は48名であった。7月31日と8月1日にすべての入院患者および病棟スタッフ・医師にPCR検査を施行したが感染が確認されたのは患者6名、看護師1名であった。しかし当初PCR検査陰性であった患者6名と看護師2名はその後に発熱があり感染が判明した。

感染患者12名の解析では男性9名、女性3名、年齢は62歳から92歳、平均77.3歳であった。濃厚ケアが必要な全介助患者はPT1, 5, 6, 8, 9の5名であった(表1)。最終的に感染患者12名中、軽快退院8

表1. 感染患者の基礎疾患および発熱・感染確認日

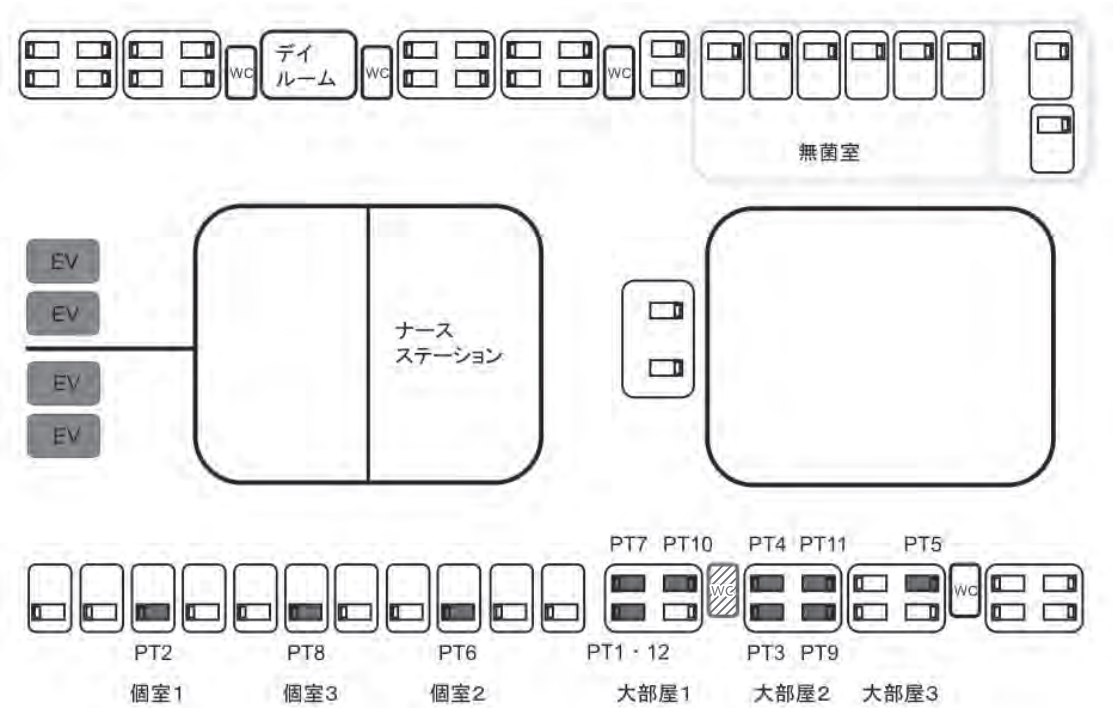
PT	年齢	性別	基礎疾患	入院日	発熱日	感染確認日	診断期間	介助	部屋種類	転帰日	転帰
1	80代	男	肺炎	7月15日	7月15日	7月30日	15	全	大部屋1	8月28日	退院
2	80代	女	下痢・発熱	7月23日	7月23日	7月31日	8	軽	個室1	9月30日	退院
3	60代	男	白血病、肺炎	6月1日	6月2日	7月31日	59	軽	大部屋2	8月20日	退院
4	70代	男	悪性リンパ腫	6月17日	6月17日	7月31日	44	軽	大部屋2	10月16日	退院
5	90代	女	心不全	7月27日	発熱なし	7月31日	-	全	大部屋3	10月19日	退院
6	60代	男	白血病、敗血症	7月22日	7月22日	7月31日	9	全	個室2	7月31日	死亡
7	90代	男	尿路感染症	7月22日	7月22日	8月2日	11	軽	大部屋1	8月13日	死亡
8	90代	女	心不全	6月23日	7月17日	8月3日	17	全	個室3	9月5日	死亡
9	60代	男	悪性リンパ腫	7月24日	7月24日	8月4日	11	全	大部屋1	9月11日	退院
10	60代	男	悪性リンパ腫	7月29日	7月30日	8月4日	5	自立	大部屋1	8月19日	死亡
11	70代	男	気管支炎	7月25日	7月25日	8月4日	10	自立	大部屋2	8月26日	退院
12	60代	男	心不全	7月30日	7月30日	8月7日	8	自立	大部屋1	8月20日	退院

名、死亡4名であった。死亡者4名の基礎疾患は血液疾患2名、心疾患1名、尿路感染症1名であり、死亡率は30.7%であった。患者PT1は7月15日入院時より肺炎と発熱が持続しており7月30日に感染が確認されたが、同日7月30日に看護師NS1が発熱し感染が確認された。PT1は大部屋1に入院していたが7月31日に隣接する大部屋2と大部屋3の入院患者4人に感染が確認された。PT2は7月23日に発熱、肺炎、下痢で個室1に入院し、その後一旦解熱したが胸部X線での肺炎像と下痢は持続していた。7月30日に退院となり老人ホーム施設へ入所したが翌日7月31日に発熱のため再入院となり肺炎像の拡大と抗原検査陽

性が判明した。

NS1は7月24日に院外で感染判明者との濃厚接触歴があり7月26日より勤務していた。しかし7月26日時点で感染患者9名中8名は既に発熱していた。残り3名は7月27日以降の入院であり、その後に感染が確認された。また感染者12名中9名は大部屋で3名が個室であった。当該病棟には一般個室11室と無菌個室8室があり、一般個室はそれぞれ隣接している。感染患者3名以外の個室患者に感染者は発生していなかった。(図)

7月26日から30日まで勤務した看護師は合計38名であったが感染者は3人であった(表2)。感染した



図：病棟の病室配置図と感染患者の病室およびトイレ（WC）の位置を示している。感染者をグレーで示した。隣接した大部屋に集中しているが個室でも感染が確認されている。感染拡大した2つの大部屋の間に斜線で示した共用トイレが位置している。

表2. 感染したスタッフの発症日と発症前2日以内の看護ケア人数および感染患者数

NS	濃厚接触日	発症日	潜伏期間	看護ケア患者数			
				発症2日前	感染患者	発症1日前	感染患者
1	7月24日	7月30日	6	18	8	18	8
2	7月30日	8月2日	3	11	6	10	4
3	7月31日	8月3日	3	12	4	0	0

看護師3人は26日から30日までは異なる勤務時間帯であり同時に休憩することはなく休憩室での接触歴はなかった。NS1が勤務で対応した感染患者は7月26日に12人中4名、27日に7名、28日5名であり、重症の血液疾患患者PT6は担当患者であった。その他の患者には主に検温と血圧測定を行った。またNS1は7月27日に個室患者PT2に対して長時間会話を行っており、7月28日にはPT1の褥瘡処置を行っていた。その時点では患者へのマスク装着は行われていなかった。NS1は7月29日には夜勤明けで病棟勤務はなく7月30日に発熱し感染が確認された。

NS2は7月30日に重症の血液疾患患者PT6の口腔ケアを行っていたがサージカルマスクと手袋で対応しゴーグル装着はなかった。7月31日のPCR検査では陰性であったが、その後8月2日に発熱し抗原検査陽性で診断された。NS3も7月31日午前中にPT6の口腔

ケアを行っていたがサージカルマスクと手袋・エプロンでゴーグルは使用していなかった。当初7月31日のPCR検査は陰性であったが8月3日に発熱し感染が確認された。

感染患者は大部屋1と大部屋2に集中しており2つの大部屋で8名が感染していた(図)。しかし大部屋1と2で唯一感染しなかった患者は介護度が高く看護師の処置が多かったにも関わらず感染を免れていた。また大部屋3はPT5のみで同室者には感染者はいなかった。個室患者3人はいずれも入院時より発熱があったが入院時にSARS-CoV-2検査は行われていなかった。大部屋1で最初に感染が確認されたPT1は神経疾患により自力座位および歩行困難な胃瘻患者であり病室内での頻回な吸引処置が行われていた。PT1は既に入院時の7月15日より発熱があり誤嚥性肺炎として治療を行っていたが7月30日に感染が判明す

るまで SARS-CoV-2 検査は行われていなかった。

個室では各部室内にトイレがあるが、大部屋で自立している患者は2つの大部屋の間に位置している共用トイレを使用していた(図)。大部屋や個室でも歩行可能な自立患者はデイルームへの移動や自動販売機の使用は可能であった。最後に発症したPT12は7月30日退院したPT1が使用した同一ベッドに入院しておりNS1, NS2, NS3との接触歴はなかった。

個室の感染患者はPT2, PT6, PT8の3人であるが、PT2は歩行可能だがPT6, PT8は重症で全介助であった。PT2は7月21日に発熱で外来受診時SARS-CoV-2抗原検査陰性が確認されていたが7月23日に発熱・肺炎で入院後はSARS-CoV-2の検査は行われていなかった。7月27日にNS1はPT2の個室内で長時間会話を行ったが患者はマスク着用せずNS1はサージカルマスクのみでN95マスクやゴーグルは装着していなかった。PT6は血液疾患末期患者であり濃厚なケア・介助が必要でNS1が担当しており最終的に7月31日午前に抗原陽性が判明し同日夜間に死亡した。NS2, NS3はそれぞれ7月30日と31日に当該患者の口腔ケアや死後処置を行っていたがサージカルマスクと手袋、エプロンで行っておりゴーグルは装着していなかった。PT8は7月16日より心不全で入院していたが発熱はなく7月31日のSARS-CoV-2 PCR検査は陰性であった。しかし8月2日に37.2℃の発熱をきたし8月3日には呼吸不全・気管挿管となり再度行ったPCR検査で陽性となった。その後肺炎が改善せず9月5日死亡となった。感染した看護師3人は当該患者PT8を担当していなかった。

【考察】

新型コロナウイルス(SARS-CoV-2)の日本での感染者は2020年1月末までは武漢市に滞在歴のある症例のみであったが2月4日に横浜港に寄港したクルーズ船の船内で集団感染が発生し⁸⁾、その後日本国内でも海外からの帰国者より流行が広がっていった。

沖縄県内で初めて新型コロナウイルス感染者が確認されたのは香港からの上記のクルーズ船が2月1日に那覇港に寄港し下船した客を乗せたタクシー運転手が陽性と判明した2月14日であり、さらに2人の感染が確認された。その後約1カ月間は県内での発生はなかったが3月21日から海外および県外渡航歴のある感染者が順次確認され4月4日に5人、6日に6人、

7日に12人と一日に確認される患者数は急増し4月16日には県内で初の死亡例、4月21日には初のクラスター(集団感染)発生が確認され4月22日には感染者数142例となった。その後は外出自粛の効果か5月と6月には感染者の発生はなく流行は収束に向かうかと思われた。しかし7月になり東京を中心とする他県での増加に合わせて7月8日に2名の発生が報告されその後徐々に増加、7月23日から26日の連休中にさらに増加し7月31日沖縄県は独自の緊急事態宣言を発出した⁹⁾。

当院でも7月30日退院した患者が同日午後に再度発熱し再入院となりSARS-CoV2抗原検査陽性、同日に病棟勤務の看護師が発熱し抗原検査陽性が判明し院内感染が疑われた。その後同一病棟で患者12名、職員3名の感染が判明し院内クラスターとなり最終的に患者4名が死亡した。

当該病棟は血液内科、循環器内科の専門病棟で無菌室を備えており、感染症に対する一般的な標準予防策は行っていたにも関わらず院内感染が広がった。標準予防策は主に接触感染予防に対して有効であり、さらに飛沫発生手技のレベルに応じてサージカルマスクやシールド等の个人防护具を用いていた。しかし未知のウイルスである新型コロナウイルスでは通常の个人防护具の対応では不十分な場合が報告されており、閉鎖空間での会話も感染リスクがあるため患者にもマスクを装着させるユニバーサル・マスク¹⁰⁾、N95マスクや密閉型ゴーグルによる个人防护具PPEの必要性が報告されている^{11,12)}。特に気管吸引やネブライザーはエアゾル発生手技(AGPs)であるため閉鎖空間ではクラスター発生の原因になるとの報告がある¹³⁾。今回我々の病棟でも大部屋を中心に感染が広がっており、PT1に対して大部屋内で気管内および口腔内吸引処置を行っていたことが1つの要因と考えられた。またPT1とNS1は同日に感染が判明しているがPT1は7月15日より発熱があったため発端がいずれかは不明である。

隣接する2つの大部屋で感染が広がったことは、病室間にある共用トイレでの感染伝播が疑われた。感染が判明した看護師は他の大部屋でも同様の処置を行っており、特に大部屋内で唯一感染を免れた患者は全介助で介護度が高いにも関わらず感染しておらず他の大部屋では集団感染は発生していない。また最後の感染患者であるPT12は院内クラスターが判明した日の

7月30日にPT1退院後の同一ベッドに入院していた。感染した看護師3人との接触歴はないため病室内および共用トイレでの感染が疑われる。国立感染症研究所によるクルーズ船内の集団感染についての環境調査でもSARS-CoV-2 RNAの検出頻度はトイレの床が39%と最も高く、汚染された環境表面による接触伝播が示唆されている。また無症状者の部屋からも同様に検出されており症状の有無での差はなかったと報告されている¹⁴⁾。当時、当院では入院患者はマスク着用をしておらず患者に手指消毒の指導は行われていなかった。特に発熱や肺炎、下痢などがありCOVID-19の可能性が否定できない患者の大部屋へ入院は患者の行動を十分にコントロールできないため他の患者へ感染を広げる院内感染のリスクがあることを周知する必要がある。

個室で感染したPT6は血液疾患末期のため発熱が持続し全介助であり7月26日はNS1が担当・処置していた。最終的に7月31日に感染が判明し同日夜間に死亡した。NS1の発症日は7月31日であり、それまでは無症状のため発症3日前の7月28日以降に感染性があると推定されるためNS1からの感染とは断定できない。NS2、NS3はそれぞれ7月30日と31日にPT6の口腔ケアや死後処置を行っていたがサージカルマスクと手袋、エプロンで行っておりゴーグルは装着していなかった。NS2、NS3は感染者との濃厚接触歴はなく7月31日のPCR検査では陰性であることや、各々の処置3日後に発熱し発症していることからPT6から飛沫感染した可能性がある。

個室患者PT2は発熱で7月21日に抗原検査陰性が確認されていたが7月23日から発熱・肺炎で入院し個室でネブライザーを行っており7月27日にNS1が個室の長時間会話を行っていたため飛沫・エアゾル感染した可能性は否定できない。環境中のSARS-CoV-2の研究でもエアゾルは閉鎖空間であれば少なくとも3時間は感染性のある状態で空気中に検出されたと報告している。またこの報告ではSARS-CoV-1と比較検討し、ほぼ同等の感染性が保たれていることを示している¹⁵⁾。SARS-CoV-1では既に2003年に飛行機内での集団感染が報告されているためSARS-CoV-2でも閉鎖空間でのエアゾル発生には嚴重な注意が必要と思われる¹⁶⁾。

個室患者PT8は7月16日より心不全で入院し全介助のため歩行不能であった。当初発熱はなく院内クラ

スター発生後7月31日のPCR検査では陰性であった。しかし8月2日発熱し8月3日呼吸不全で気管挿管となり、再度行ったPCR検査で感染が判明した。感染した看護師3人は当該患者の担当はしておらず接触歴はないため感染経路は不明である。発症日が8月2日と院内クラスター発生後であることから物品を介した接触感染等の他の感染患者とは異なる感染経路の可能性はある。

今回の院内クラスターでは最終的に血液疾患患者5名中2名、心疾患患者3名中1名、その他の疾患患者1名が死亡した(表1)。COVID-19は初期の中国からの報告でも高齢で高血圧、糖尿病、心疾患などの基礎疾患を合併した患者が重症化し易いことが知られていた¹⁷⁾。その報告ではCOVID-19患者全体の死亡率は2.3%であったが、中でも心血管疾患患者10.5%、慢性呼吸器疾患患者6.3%、悪性腫瘍患者5.6%と心血管疾患を合併した患者の死亡率は高いことが報告されている¹⁸⁾。また悪性腫瘍を合併したCOVID-19の報告でも血液悪性腫瘍COVID-19患者の死亡率は39.2%と高く、非感染血液悪性腫瘍患者の死亡率3%に比較して極めて高いことがわかっている¹⁹⁾。そのため、血液疾患および心血管疾患を担当する病棟では特に嚴重なCOVID-19感染対策が必要と思われる。

以上の院内クラスターの時系列および処置内容の調査で感染経路を推定したが、院内に持ち込まれた発端は市中で蔓延している時期と重なっており依然不明である。今回はSARS-CoV-2の遺伝子型は調べておらず正確な感染経路の特定には限界がある。しかし今回の院内クラスター調査では少なくとも医療者のみの手指消毒やサージカルマスクだけでは防げない患者間の伝播やエアゾル・空気感染を想定した感染予防対策が必要と思われた。

【文献】

- 1) WHO: Coronavirus disease(COVID-19) pandemic. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>
- 2) Peiris JSM, Uyen KY, Osterhaus ADME, et al. The Severe Acute Respiratory Syndrome N Engl J Med 349: 2431-41, 2003.
- 3) Arabi TM, Balkhy HH, Hayden FG, et al. Middle East Respiratory Syndrome N Engl J Med 376: 584-594, 2017.

- 4) Wilson N, Corbett S, Tovey E. Airborne transmission of covid-19. *BMJ* 370: m3206, 2020.
- 5) He X, Lau EHY, Wu P, et al. Temporal dynamics in viral shedding and transmissibility of COVID-19. *Nat Med* 26: 672-675, 2020.
- 6) 新型コロナウイルス感染症 COVID-19 診療の手引き第3版 2020年9月4日
- 7) Lauer SA, Grantz KH, Bi Q, et al. The Incubation Period of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) From Publicly Reported Confirmed Cases: Estimation and Application. *Ann Intern Med.* 172: 577-582, 2020.
- 8) Expert Taskforce for the COVID-19 Cruise Ship Outbreak. Epidemiology of COVID-19 Outbreak on Cruise Ship Quarantined at Yokohama, Japan, February 2020. *Emerg Infect Dis.* 26: November 2020.
- 9) 沖縄県公式ホームページ：新型コロナウイルス感染症患者・無症状病原体保有者の発生について。
https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/hoken/chiikihoken/kekkaku/covid19_hasseijoukyou.html
- 10) Wang X, Ferro EG, Zhou G, et al Association Between Universal Masking in a Health Care System and SARS-CoV-2 Positivity Among Health Care Workers *JAMA* 324: 703-704, 2020.
- 11) WHO: Transmission of SARS-CoV-2: implications for infection prevention precaution. *Scientific Brief* 9 July 2020.
- 12) CDC: Interim Infection Prevention and Control Recommendations for Healthcare Personnel During the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pandemic. Updated July 15, 2020.
- 13) Pasnick S, Carlos WG, DelaCruz CS, et al. SARS-CoV-2 Transmission and the Risk of Aerosol-Generating Procedures *Am J Respir Crit Care Med* 202: 13-14, 2020.
- 14) 国立感染症研究所：ダイヤモンドプリンセス号環境検査に関する報告 2020年8月30日
- 15) van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, et al. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med* 382:1564-1567, 2020.
- 16) Olsen SJ, Chang HL, Cheung TYY, et al. Transmission of the Severe Acute Respiratory Syndrome on Aircraft *N Engl J Med* 349: 2416-2422, 2003.
- 17) Wu Z, McGoogan JM. Characteristics of and Important Lessons From the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China: Summary of a Report of 72 314 Cases From the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *JAMA* 323: 239-1242, 2020.
- 18) Nishiga M, Wang DW, Han Y, et al COVID-19 and cardiovascular disease from basic mechanisms to clinical perspectives *Nat Rev Cardiol* 17, 543-558, 2020
- 19) Cattaneo C, Daffini R, Pagani C, et al. Clinical Characteristics and Risk Factors for Mortality in Hematologic Patients Affected By COVID-19. *Cancer* [Online ahead of print], Sep 10 2020.