



Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 resource centre with free information in English and Mandarin on the novel coronavirus COVID-19. The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect, the company's public news and information website.

Elsevier hereby grants permission to make all its COVID-19-related research that is available on the COVID-19 resource centre - including this research content - immediately available in PubMed Central and other publicly funded repositories, such as the WHO COVID database with rights for unrestricted research re-use and analyses in any form or by any means with acknowledgement of the original source. These permissions are granted for free by Elsevier for as long as the COVID-19 resource centre remains active.

Gestion des échantillons dans les laboratoires de pathologie et les biobanques au cours de la pandémie liée à la Covid-19

Paul Hofman^{a,b,c}

a Laboratoire de pathologie clinique et expérimentale, centre hospitalo-universitaire de Nice, université Côte d'Azur, 30 voie Romaine, 06002 Nice cedex 01, France

b Biobanque hospitalière (BB-0033-00025), hôpital Pasteur, Nice, France

c FHU OncoAge, hôpital Pasteur, université Nice Côte d'Azur, Nice, France

Adresse e-mail: hofman.p@chu-nice.fr (P. Hofman).

RÉSUMÉ

La pandémie liée à la Covid-19 a brutalement bouleversé le fonctionnement des hôpitaux, en particulier les activités des services cliniques et des laboratoires de biologie, notamment de virologie. Cette pandémie a eu aussi une répercussion soudaine sur la prise en charge des échantillons tissulaires et cellulaires par les laboratoires de pathologie. Les conséquences ont été l'optimisation de mesures sanitaires au sein de ces laboratoires, mais aussi selon les institutions, une forte diminution dans différents secteurs d'activité de la pathologie clinique et moléculaire. Ainsi, les pathologistes ont dû s'adapter très rapidement à de nouvelles contraintes sanitaires, et organiser les laboratoires selon des recommandations internationales, afin de maintenir l'offre de soins aux patients hospitalisés, en particulier ceux atteints d'un cancer. Cette revue aborde les principales conséquences de la pandémie liée à la Covid-19 au niveau des laboratoires de pathologie et les mesures prises par ces laboratoires pour assurer leur fonctionnement durant cette période.



MOTS CLÉS

- activité
- biobanque
- Covid-19
- mesure sanitaire
- pathologie

KEYWORDS

- activity
- biobank
- Covid-19
- pathology
- sanitary measure

ABSTRACT

Management of samples in pathology laboratories and biobanks during the Covid-19 pandemic

The Covid-19 pandemic dramatically disrupted the functioning and the organization of hospitals, notably the clinical departments and the biology laboratories. Moreover, this pandemic led to sudden impact in the management of tissue and cytological samples by pathology laboratories and biobanks. The consequences concerned the urgent mandatory setting up of sanitary measures adapted to these laboratories. Another consequence was to note a strong decrease of the different activities in pathology laboratories and biobanks. So, in this context, the health workers in pathology laboratories and biobanks had to organize their laboratories according to the international guidelines for sanitary measures, aiming to keep going to take care of clinical and molecular diagnoses too. This review addresses the main consequences induced by the Covid-19 pandemic in pathology laboratories and in biobanks and some of the different actions took by these laboratories in order to maintain their activity during this crisis period.



Dossier scientifique

Anatomie et cytologie pathologiques

► Introduction

La pandémie liée à la Covid-19 a brutalement fait reconsidérer la prise en charge des patients dans les hôpitaux, conduisant parfois certains services à adopter des stratégies prioritaires pour le soin des patients infectés par le Sars-CoV-2, au détriment de ceux atteints d'autres pathologies, en particulier de cancer [1,2]. Une des conséquences immédiates a été la diminution de l'activité pour certains laboratoires de pathologie dans différents secteurs du diagnostic clinique et moléculaire, ainsi que pour la collecte d'échantillons à des fins de recherche.

Dès le début de la pandémie, des règles sanitaires ont été envisagées dans les différents services d'urgence, de réanimation et les différentes structures accueillant les patients infectés. Les laboratoires de virologie ont également adopté des mesures d'hygiène et de sécurité pour l'ensemble du personnel, en suivant des recommandations internationales [3-6]. Bien que leur activité diffère de celle des biologistes, les pathologistes ont dû faire face à la mise en place de ces mesures sanitaires. Selon les pays, le taux d'incidence virale, et, le nombre de patients hospitalisés, les laboratoires de pathologie ont ainsi dû adapter certaines pratiques afin de protéger leur personnel soignant.

Cette revue aborde les différentes mesures de protection à établir lors de la pandémie liée au Covid-19 au sein des laboratoires de pathologie ainsi que l'impact observé de cette pandémie sur leur activité.

► Prise en charge des échantillons : principales recommandations

Les incertitudes concernant la virulence du Sars-CoV-2, sa contagiosité et le mode de transmission de la maladie ont fait l'objet de plusieurs débats dès le début de la pandémie [7]. La présence du virus dans différents tissus et organes a été établie progressivement [8-10]. Le caractère contagieux des échantillons analysés dans un laboratoire de pathologie ou une biobanque est probablement plus ou moins important selon leur origine et leur conditionnement (fixés, congelés ou frais), bien que des inconnues persistent (**figure 1**). Au fur et à mesure que se développait la pandémie liée à la Covid-19, le personnel d'un laboratoire de pathologie a dû adopter des mesures sanitaires en suivant des recommandations internationales (**figure 2**) [3,4,6,11-15]. Certaines mesures sanitaires à respecter étaient celles établies d'une façon générale dans la population et sur les lieux de travail (**figure 2**). Plus spécifiquement, d'autres mesures concernaient les laboratoires de pathologie, port d'un masque de protection FFP2 en salle de macroscopie, en cas d'examen extemporané, ou d'examen de tissus et d'échantillons cytologiques non fixés, mais aussi d'une double paire de gants, d'une visière de protection avec des lunettes, d'un tablier ou d'une surblouse, d'un bonnet

Figure 1. Risque de contagiosité selon la nature de l'échantillon biologique manipulé dans un laboratoire de pathologie et/ou une biobanque.

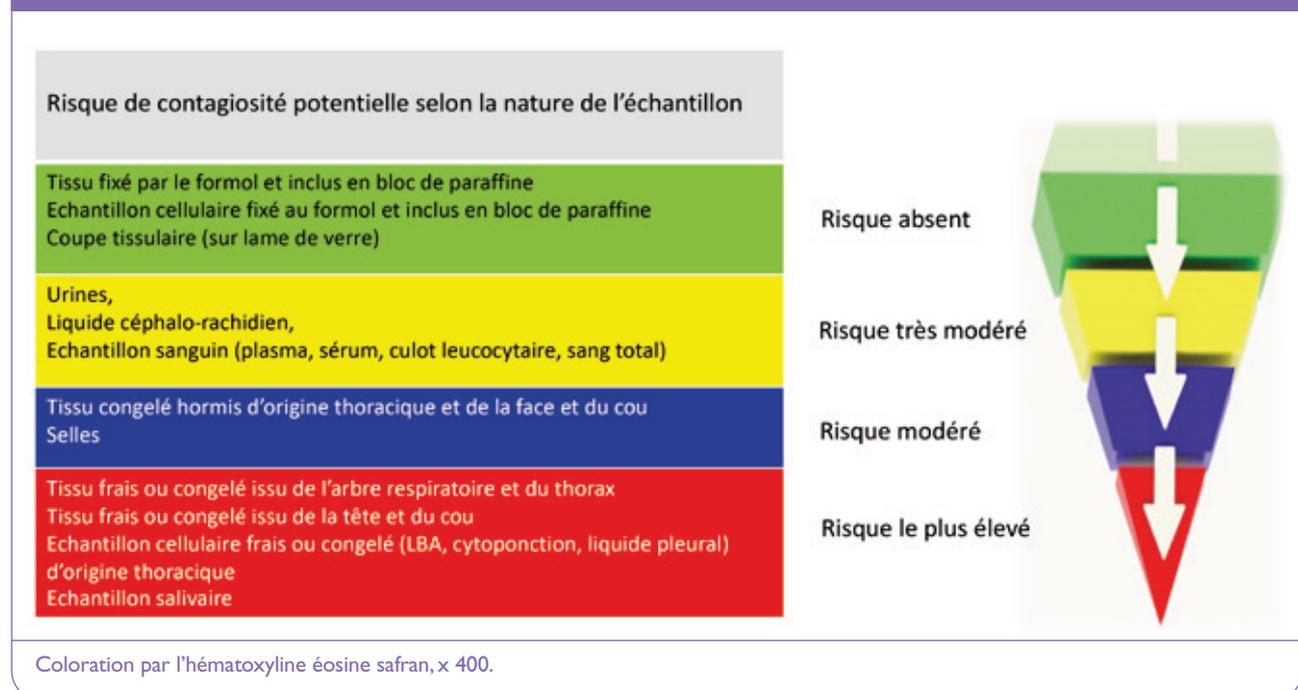




Figure 2. Principaux exemples de mesures sanitaires à appliquer dans un laboratoire de pathologie et une biobanque.

- a. Porter un masque chirurgical dans tous les espaces de travail ;
- b. Aération très régulière des espaces de travail ;
- c. Utiliser des solutions hydro-alcooliques au moins dans les espaces de laboratoire ;
- d. Se laver régulièrement les mains dans la journée ;
- e. Ne plus se serrer les mains ;
- f. Éternuer dans son coude ;
- g. Respecter une distanciation sociale d'au moins deux mètres dans tous les espaces de travail ;
- h. Ne pas utiliser de microscope multi-têtes pour les confrontations d'avis diagnostique ;
- i. Porter un masque de type FFP2 en salle de macroscopie et de cytologie ;
- j. Se vêtir d'équipement de protection adapté à la manipulation d'échantillons non-fixés ;
- k. Manipuler tous les échantillons non fixés sous une hotte microbiologique de type PSM2 ;
- l. Ne pas transporter d'échantillons biologiques par les réseaux de tubes pneumatiques (sauf si le statut Covid-19 du patient est connu négatif).

© C. Bonnetaud, P. Gotteland

chirurgical et de surchaussures (**figures 2 et 3**) [5,16]. Les règles d'habillage et de déshabillage doivent suivre également des procédures rigoureuses. L'utilisation des réseaux de tubes pneumatiques pour le transport des échantillons doit être interrompue, sauf si le laboratoire a la certitude avant leur réception que les patients ont été testés négativement pour le Sars-CoV-2 [3, 6]. Les hottes chimiques ne protégeant pas du risque microbiologique, l'analyse

macroscopique des pièces opératoires et des échantillons cytologiques non fixés doit se faire sous une hotte microbiologique de type PSM2 [BSC-2 (*bio-safety security cabinet type 2*)] (**figure 2**). La circulation et l'élimination des déchets suivent la procédure habituelle définie dans le laboratoire de pathologie. Finalement, la désinfection des salles de macroscopie et de l'ensemble des pièces techniques doit bénéficier de mesures très strictes, en suivant les

Figure 3. Principales mesures d'équipement et de protection individuelle.



- a. Dans une salle de macroscopie et d'examen extemporané d'un laboratoire de pathologie ou b. d'une biobanque ou d'une salle d'autopsie.
- c. Équipement mis à disposition du personnel avant l'entrée en salle d'autopsie ou d'une biobanque.

© P. Hofman



Dossier scientifique

Anatomie et cytologie pathologiques

recommandations publiées [17,18]. D'autres mesures sont à suivre comme la non-utilisation des microscopes multi-têtes, la désinfection des oculaires des microscopes et des claviers d'ordinateurs et l'aération régulière des espaces de travail plusieurs fois dans la journée (**figure 2**). Certaines règles doivent aussi être adoptées, comme une limitation du nombre de personnes par bureau ou par pièce technique, selon leur superficie, qui doit être évaluée pour respecter une distanciation suffisante, éviter les repas en commun, etc.

La prise en charge des échantillons au sein des biobanques et les règles sanitaires adaptées au personnel de ces structures suivent globalement les mêmes recommandations que celles établies pour les laboratoires de pathologie [16,19]. La traçabilité des échantillons et la connaissance ou l'incertitude de leur statut infectieux doivent être établies impérativement. Ainsi, le circuit des échantillons prélevés chez un patient positif pour le Sars-CoV-2 et leur zone de stockage doivent être parfaitement identifiés.

Une mesure particulière concerne l'établissement d'un environnement de type BSL-3 qui doit être obligatoire dans certaines circonstances. Ainsi, la réalisation des autopsies de patients infectés par le Sars-CoV-2 doit se faire dans une salle répondant aux critères de sécurité de type BSL-3 [3,6,20,21]. De la même façon, la manipulation de cultures cellulaires infectées ou potentiellement infectées par ce virus, telle que réalisée dans certaines biobanques, doit répondre à ces mêmes normes de sécurités [3,6].

L'ensemble des règles énoncées plus haut a été établi par l'Organisation mondiale de la santé et le centre pour le contrôle et la prévention des maladies d'Atlanta et fait l'objet de mise à jour régulière [3,6]. Les différentes actions qu'un laboratoire de pathologie et une biobanque établissent pour assurer la protection des personnels doivent répondre parfois à certaines contraintes dépendantes de la structure existante. Par exemple, un nombre non négligeable de laboratoires de pathologie n'est pas équipé de hottes microbiologiques de type PSM2 en salle d'examen extemporanée et ces mesures doivent être mises en place assez rapidement.

► Impact de la pandémie liée à la Covid-19 sur l'activité des laboratoires de pathologie et des biobanques

La pandémie liée à la Covid-19 a eu un impact différent sur l'activité des laboratoires de pathologie et les biobanques, selon les pays européens et les régions, et en fonction du nombre de patients infectés hospitalisés.

Ainsi, initialement en Italie puis en Espagne, en France, en Belgique et au Royaume-Uni, le nombre d'échantillons reçus provenant de patients atteints d'un cancer a brutalement chuté. Cela a été la conséquence :

- d'une déprogrammation de certains actes opératoires due à une diminution des capacités d'accueil en réanimation ;
- d'une baisse du nombre de patients hospitalisés atteints d'un cancer, ces derniers ne se présentant pas aux rendez-vous, redoutant une contamination hospitalière ;
- et, plus rarement, d'une diminution du nombre des praticiens (cliniciens et/ou pathologistes) et des autres catégories de personnels soignants (infirmiers, techniques, etc.) liée à une contamination virale ou bien à une nouvelle affection, selon les secteurs, afin d'optimiser la prise en charge des patients infectés par le Sars-CoV-2 arrivant massivement dans les services de soins [22,23].

Selon les secteurs d'un laboratoire de pathologie, cette baisse d'activité a été plus ou moins importante. L'activité cytologique a fortement diminué, notamment le nombre de liquides de lavage broncho-alvéolaire et d'aspiration bronchique [24]. Les activités de biologie moléculaire ont aussi chuté consécutivement à une baisse des prescriptions d'examen par les cliniciens [25,26]. Certains laboratoires ont privilégié les techniques de séquençage rapide et ciblé (par exemple la recherche des mutations de l'EGFR (*Epidermal Growth Factor*) dans le cadre des cancers pulmonaires non à petite cellule) au détriment des techniques de séquence de nouvelle génération (NGS) [25]. Les laboratoires de pathologie, faisant appel à des prestations externes pour les actes de biologie moléculaire, ont été parfois impactés selon la localisation de la plateforme de biologie moléculaire (à proximité ou bien au contraire nécessitant le transport des échantillons dans une autre ville en France ou à l'étranger). Bien que le risque de contamination sanguine soit quasi ou même inexistant, l'activité associée à la réalisation des biopsies liquides, comme celle orientée vers la recherche des mutations de l'EGFR dans les cancers pulmonaires, a également chuté.

Cette réduction de l'activité des laboratoires de pathologie clinique et moléculaire pendant la pandémie liée à la Covid-19 a eu et aura certainement un impact sur les collections biologiques réalisées à des fins de recherche, en particulier sur les collections de tumeurs [27-28]. Ainsi, au sein des biobanques certaines activités ont été ralenties, avec moins de transfert d'échantillons vers les chercheurs, compte tenu d'une réduction du personnel sur le lieu du travail au bénéfice de la mise en place du télétravail. À moyen terme, cette diminution d'activité pourrait conduire à impacter négativement des projets de recherche en oncologie, notamment ceux nécessitant la validation

des biomarqueurs diagnostiques, pronostiques, et théranostiques [27]. Différents partenaires du monde académique ou industriel pourraient devenir encore plus exigeants à l'avenir vis-à-vis des biobanques vis-à-vis des contrôles infectieux associés, notamment à des échantillons congelés d'origine thoracique ou de la face et du cou, avant leur transfert pour faire des recherches [27].

La pandémie liée à la Covid-19 a brutalement soulevé (ou bien fait resurgir) des questions sur les mesures d'hygiène et sécurité à mettre en place ou à optimiser dans les laboratoires de pathologie et les biobanques. Certaines de ces mesures ont été appliquées immédiatement dans les laboratoires en France. Les précautions sanitaires ont été très vite instaurées dans les services accueillant les patients et aussi dans les laboratoires de virologie, mais elles ont pu, du moins dans un premier temps, être méconnues de certains laboratoires de pathologie ou de certaines biobanques, selon les institutions et/ou selon les pays. Dans les régions où l'épidémie était très active en Europe (Italie, Espagne, Belgique, France, Royaume-Uni, etc.), les pathologistes ont été certainement très vite alertés pour établir et faire respecter des règles strictes d'hygiène et de sécurité. Les incertitudes concernant la virulence du Sars-CoV-2 ont probablement fait prendre, parfois, des mesures excessives. Un exemple a été la quasi disparition des supports papiers ou plastiques, dans certains laboratoires, avec la crainte que ce virus ne se transmette par l'intermédiaire de ces supports [29,30]. Même si un risque de contamination par la manipulation d'échantillons tissulaires, cellulaires non fixés, ou par des fluides biologiques comme le sang, n'est pas exclu, aucun cas n'a été décrit à ce jour concernant une contamination d'un personnel de laboratoire par contact avec un échantillon prélevé chez un patient infecté par le Sars-CoV-2. Cependant, cette nouvelle prise de conscience sur le risque infectieux dans un laboratoire de pathologie a fait modifier certaines pratiques et a conduit à l'optimisation des procédures. On peut toutefois souligner que le risque infectieux a toujours été présent dans les laboratoires de pathologie recevant des échantillons non fixés (pièces opératoires, prélèvements pour la réalisation des examens extemporanés, matériel cytologique, etc.). Le risque de contamination par le virus de l'hépatite B ou C, du Sida, ou par d'autres agents pathogènes, comme les mycobactéries ou certaines espèces fongiques (histoplasmes, etc.), est certainement plus important qu'un risque de contamination par le Sars-CoV-2.

À ce jour,
aucun cas de
contamination
par contact avec un
échantillon prélevé
chez un patient infecté
par le Sars-CoV-2
n'a été décrit

Au cours de la première vague de la pandémie liée à la Covid-19, la mise en place d'une protection du personnel (masques chirurgicaux ou FFP2 par exemple), l'arrêt de l'utilisation des tubes pneumatiques en cas de notion d'infection d'un patient par le Sars-CoV-2, la manipulation de tout échantillon non fixé (cellulaire mais aussi tissulaire) sous une hotte de type PSM2 ont été ainsi actés. Il est intéressant de noter que plusieurs de ces mesures de précautions n'étaient pas en place dans un certain nombre de laboratoires de pathologie avant le début de la pandémie liée à la Covid-19. Une enquête récente montrait, par exemple, que très peu de laboratoires avaient une hotte microbiologique pour la gestion des échantillons non fixés arrivant en salle de macroscopie [16]. La pandémie liée à la Covid-19 aura donc permis une nouvelle prise de conscience concernant le risque microbiologique existant dans les laboratoires de pathologie et aura renforcé les mesures sanitaires en adéquation avec ce risque. Hormis une contamination par un contact extérieur, la principale cause de contamination d'un personnel travaillant dans un laboratoire de pathologie est certainement une contamination interhumaine, soulignant la nécessité de respecter les mesures d'hygiène et une distanciation sociale permanente sur le lieu du travail.

L'une des conséquences de la pandémie a été la réorganisation du travail des différentes catégories professionnelles. Les mesures de télétravail ont cependant été plus ou moins difficile à adapter selon le poste de travail, le personnel technique étant souvent obligé de rester sur site, alors que l'organisation des pathologistes ou des bio informaticiens par exemple permettait des analyses différées par exemple. L'une des répercussions immédiates a été aussi l'organisation de l'enseignement ou bien des réunions à distance avec un déploiement rapide des nouveaux outils informatiques permettant de les réaliser [31].

L'impact de la pandémie liée à la Covid-19 sur les activités de recherche en cancérologie, en particulier celles développées grâce à l'utilisation d'échantillons biologiques a été fortement ralenti. Les essais cliniques en oncologie ont diminué et le flux et l'exploitation des échantillons tissulaires, cellulaires et sanguins ont brutalement chuté, compte tenu de la réorganisation hospitalière. Parallèlement, les collections de tumeurs réalisées de manière prospective et systématique ont été globalement ralenties dans les biobanques hospitalières.



Dossier scientifique

Anatomie et cytologie pathologiques

Conclusion

La pandémie liée à la Covid-19 a eu un impact important dans le fonctionnement des laboratoires de pathologie et des biobanques. Une des premières conséquences a été une prise de conscience ou bien un fort rappel que le risque microbiologique existait au sein de ces laboratoires et que le respect des mesures d'hygiène et de sécurité biologique était une priorité. Ce risque biologique est connu des pathologistes, et a été fortement pris en compte lors de la pandémie liée au VIH par exemple, mais cette nouvelle pandémie liée à la Covid-19 a permis de resensibiliser l'ensemble des personnels soignants et administratifs des laboratoires de pathologie à ce sujet. L'obligation d'avoir des salles d'autopsies respectant un environnement de type BSL-3 est apparue incontournable [21]. D'autres précautions spécifiques ont été mise en place, comme les mesures instaurées dans les espaces communs (port de masque, distanciation sociale, etc.). L'ensemble de ces mesures passe obligatoirement par des séances d'enseignement et de formation de l'ensemble du personnel des laboratoires et des biobanques [20]. L'activité globale des laboratoires de pathologie et de biologie moléculaire et des biobanques a diminué. Il est important dès à présent de tout mettre en œuvre pour permettre de continuer à prendre en charge de façon optimale au sein des laboratoires les différents examens demandés par les cliniciens et les chirurgiens, notamment en oncologie, et d'assurer un délai de transmission des résultats compatible avec la prise en charge médicale des patients [2,32]. Chaque laboratoire doit donc conduire une stratégie adaptée

à son environnement et à son équipe, à son infrastructure et à sa spécificité, mais en respectant les mesures recommandées par les organismes internationaux [3,4,6]. ■■

Remerciements

L'auteur remercie Christelle Bonnetaud et Philippe Gotteland pour leur travail graphique concernant la figure 2, ainsi que l'ensemble du personnel du laboratoire de pathologie clinique et expérimentale du CHU de Nice

Déclaration de liens d'intérêts : l'auteur déclare ne pas avoir de liens d'intérêts.

Points à retenir

- ▶ Les mesures sanitaires à mettre en place au cours de la pandémie liée au Covid-19 répondent à des recommandations internationales établies par l'Organisation mondiale de la santé et les centres pour le contrôle et le dépistage des maladies.
- ▶ Les salles de macroscopie et les salles d'autopsies doivent répondre à des mesures adaptées au mieux de type BSL-2 et de type BSL-3.
- ▶ Les échantillons tissulaires et cellulaires non fixés doivent être manipulés dans une enceinte de type PSM2.
- ▶ L'activité des laboratoires de pathologie clinique et moléculaire ainsi que des biobanques a été fortement diminuée pendant la pandémie liée à la Covid-19.
- ▶ Il n'existe pas à ce jour de personnel soignant travaillant dans un laboratoire de pathologie déclaré comme ayant été contaminé par le Sars-CoV-2 par un échantillon biologique.

Références

- [1] Raymond E, Thieblemont C, Alran S et al. Impact of the Covid-19 Outbreak on the Management of Patients with Cancer. *Target Oncol.* 2020;1:249-59.
- [2] Troncone G, Hofman P. Pathologists and the coronavirus distraction effect. *J Clin Pathol.* 2020 Jun 4; jclinpath-2020-206807. doi: 10.1136/jclinpath-2020-206807.
- [3] Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Interim laboratory biosafety guidelines for handling and processing specimens associated with coronavirus disease 2019 (Covid-19). www.cdc.gov/coronavirus/2019-nCoV/lab/lab-biosafetyguidelines.html. Accessed March 7, 2020.
- [4] Covid19-recommendations for laboratory work. Institute of Biomedical Science. March 29, 2020. <https://ibms.org/resources/news/covid-19-recommendations-for-laboratory-work>.
- [5] Gosney JR, Hofman P, Troncone G et al. Cellular pathology in the Covid-19 era: a European perspective on maintaining quality and safety. *J Clin Pathol.* 2020 Jun 1; jclinpath-2020-206789
- [6] World Health Organization. Laboratory biosafety guidance related to the novel coronavirus (2019-nCoV): interim guidance. www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/laboratory-biosafety-novel-coronavirus-version-1-1.pdf?sfvrsn=912a9847_2. Accessed March 7, 2020.
- [7] Weston S, Frieman MB. mSphere. Covid-19: Knowns, Unknowns, and Questions. 2020;5:e00203-20.

- [8] Chang L, Yan Y, Wang L. Coronavirus Disease 2019: Coronaviruses and Blood Safety. *Transfus Med Rev.* 2020;34:75-80.
- [9] Chen CC, Chi CY. Biosafety in the preparation and processing of cytology specimens with potential coronavirus (Covid-19) infection: Perspectives from Taiwan. *Cancer Cytopathol.* 2020;128(5):309-16.
- [10] Wang W, Xu Y, Gao R et al. Detection of Sars-CoV-2 in Different Types of Clinical Specimens. *JAMA* 2020. doi: 10.1001/jama.2020.3786.
- [11] Cook TM. Personal protective equipment during the coronavirus disease 2019 pandemic - a narrative review. *Anaesthesia.* 2020;75:920-7.
- [12] Cossarizza A, Gibellini L, De Biasi S et al. Handling and Processing of Blood Specimens from Patients with Covid-19 for Safe Studies on Cell Phenotype and Cytokine Storm. *Cytometry A.* 2020;97:668-73.
- [13] Iwen PC, Stiles KL, Pentella MA. Safety Considerations in the Laboratory Testing of Specimens Suspected or Known to Contain the Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (Sars-CoV-2). *Am J Clin Pathol.* 2020. pii: aqaa047. doi: 10.1093/ajcp/aqaa047.
- [14] Lippi G, Adeli K, Ferrari M et al. Biosafety measures for preventing infection from Covid-19 in clinical laboratories: IFCC Taskforce Recommendations. *Clin Chem Lab Med.* 2020;58:1053-62
- [15] Yan Y, Chen H, Chen L et al. Consensus of Chinese experts on protection of skin and mucous membrane barrier for health-care workers fighting against coronavirus disease 2019. *Dermatol Ther.* 2020 Mar 13:e13310.
- [16] Hofman P. Challenges and issues surrounding the use for translational research of human samples obtained during the Covid-19 pandemic from lung cancer patients. *Transl Lung Cancer Res.* 2020;9:1543-53.



- [17] Henwood AF. Coronavirus disinfection in histopathology. *J Histotechnol*. 2020;1-3.
- [18] Pastorino B, Touret F, Gilles M et al. Evaluation of Chemical Protocols for Inactivating Sars-CoV-2 Infectious Samples. *Viruses*. 2020;12:624. doi: 10.3390/v12060624
- [19] Karthik K, Aravindh Babu RP, Dhama K et al. Biosafety Concerns During the Collection, Transportation, and Processing of Covid-19 Samples for Diagnosis. *Arch Med Res*. 2020;S0188-4409(20)30889-4.
- [20] Homer LC, Alderman TS, Blair HA et al. Guidelines for Biosafety Training Programs for Workers Assigned to BSL-3 Research Laboratories. *Biosecur Bioterror*. 2013;11:10-9.
- [21] Li L, Gu J, Shi X et al. Biosafety level 3 laboratory for autopsies of patients with severe acute respiratory syndrome: principles, practices, and prospects. *Clin Infect Dis*. 2005;41:815-21.
- [22] Calabrò L, Peters S, Soria JC et al. Challenges in lung cancer therapy during the Covid-19 pandemic. *Lancet Respir Med*. 2020;8:542-4.
- [23] van de Haar J, Hoes LR, Coles CE et al. Caring for patients with cancer in the Covid-19 era. *Nat Med*. 2020;26:665-71
- [24] Pambuccian SE. The Covid-19 pandemic: implications for the cytology laboratory. *J Am Soc Cytopathol*. 2020 :202-11.
- [25] Malapelle U, Pisapia P, Iaccarino A et al. Predictive molecular pathology in the time of coronavirus disease in Europe. *J Clin Pathol*. 2020 Jul 31; jclinpath-2020-206957. doi: 10.1136/jclinpath-2020-206957.
- [26] Vigliara E, Cepurnaitea R, Alcaraz-Mateosb E, et al Global impact of Covid-19 pandemic on cytopathology practice. Results from an international survey of laboratories in 23 countries. *Cancer Cytopathol*. 2020 in presse.
- [27] Hofman P, Puchois P, Brest P et al. Possible consequences of the Covid-19 pandemic on the use of biospecimens from cancer biobanks for research in academia and bioindustry. *Nat Med*. 2020;26:809-10.
- [28] Vaught J. Biobanking During the Covid-19 Pandemic. *Biopreserv Biobank*. 2020;18:153-4
- [29] Kampf G, Todt D, Pfaender S et al. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *J Hosp Infect*. 2020;104:246-51.
- [30] 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*. 2020;382:1564-7.
- [31] Kwon R, Zhang ML, VandenBussche CJ. Considerations for remote learning in pathology during Covid-19 social distancing. *Cancer Cytopathol*. 2020;128(9):642-647.
- [32] Barbareschi M, Facchetti F, Frassetta F et al. Pathologica. What are the priorities of pathologists' activities during Covid-19 emergency? 2020;112:57-8.