



Imagen/Infografía

COVID-19. Perspectiva desde el laboratorio clínico

COVID-19. Perspective from the clinical laboratory

Asociación Española de Biopatología Médica – Medicina de Laboratorio (AEBM-ML)

Daniel Pineda Tenor^{1,6}, Enrique Rodríguez Borja^{2,6}, Félix Gascón Luna^{1,6}, María Pacheco Delgado^{2,6}, María Carmen Lorenzo Lozano^{1,3,6}, Enrique Prada de Medio^{1,6}, Fernando Bandrés Moya⁶, Verónica Cámara Hernández⁴, Verónica Marcos de la Iglesia^{4,6}, María García-Alcalá Hernández⁵, Santiago Prieto Menchero^{1,2,6}

¹Comité de Calidad, Gestión, Seguridad y Evidencia de la AEBM-ML. ²Comité de Informe de Laboratorio Clínico de la AEBM-ML.

³Comité de Recertificación. ⁴Comité de Formación Continuada. ⁵Comité de Residentes y Nuevos Especialistas.

⁶Junta Directiva de la AEBM-ML

Recibido: 20/03/2020
Aceptado: 27/03/2020

Correspondencia: Daniel Pineda Tenor. UGC Laboratorios del Área de Gestión Sanitaria Norte de Málaga. Avenida Poeta Muñoz Rojas, s/n. 29200 Antequera, Málaga
e-mail: dpinedatenor@gmail.com

El nuevo SARS-CoV-2 (2019-NCoV) pertenece a la familia de los coronavirus. Se caracterizan por ser virus esféricos de 100-160 nm de diámetro, con envuelta, y ARN monocatenario de polaridad positiva. El cuadro clínico asociado a este virus se denomina COVID-19, y se caracteriza por la presencia de fiebre y síntomas respiratorios como disnea y tos, pudiendo desarrollarse neumonía. Su periodo de incubación medio es de 5-6 días (rango 1-14 días). El tiempo medio desde el inicio de los síntomas hasta la recuperación es de 2 semanas en caso de infecciones leves, pudiendo alcanzar las 4-6 semanas en casos de mayor gravedad. Sus vías de contagio son las gotas respiratorias de más de 5 micrómetros, así como el contacto directo

con pacientes infectados, sus secreciones, o superficies contaminadas.

La presente infografía constituye un resumen de los principales aspectos a considerar desde el laboratorio clínico, abordando aspectos tales como su diagnóstico mediante RT-PCR (*real time reverse-transcription polymerase chain reaction*), las principales alteraciones que se reflejan en las pruebas de laboratorio clínico, los predictores de mortalidad más representativos, el transporte de muestras biológicas (sustancias infecciosas categoría B en triple envase P650) y los procedimientos de seguridad en el laboratorio recomendados para proteger la seguridad de los profesionales, basados en el manual de bioseguridad de la Organización Mundial de la Salud.

Conflicto de intereses: los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

DOI: 10.20960/revmedlab.00013

Asociación Española de Biopatología Médica - Medicina de Laboratorio (AEBM-ML); Pineda Tenor D, Rodríguez Borja E, Gascón Luna F, Pacheco Delgado M, Lorenzo Lozano MC, Prada de Medio E, Bandrés Moya F, Cámara Hernández V, Marcos de la Iglesia V, García-Alcalá Hernández M, Prieto Menchero S. COVID-19. Perspectiva desde el laboratorio clínico. Rev Med Lab 2020;1(1):32-37



COVID-19 | Perspectiva desde el Laboratorio Clínico

D Pineda Tenor, E Rodríguez Borja, F Gascón Luna, M Pacheco Delgado, MC Lorenzo Lozano, E Prada de Medio, F Bandrés Moya, V Cámara Hernández, V Marcos de la Iglesia, M García-Alcalá Hernández, S Prieto Menchero.

1/4

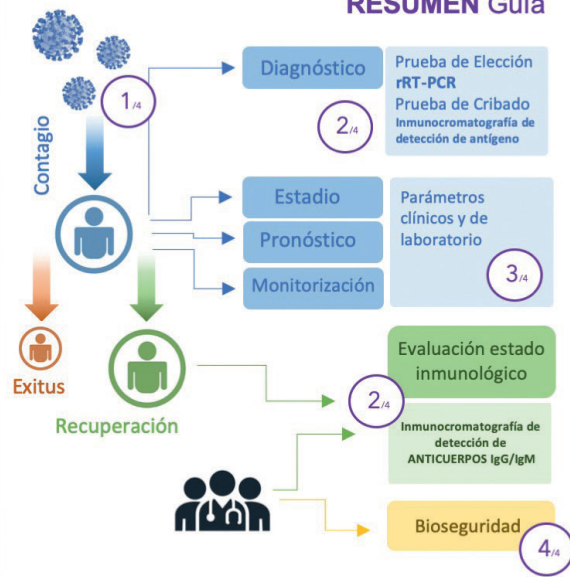
Documento de la AEBM-ML

Asociación Española de Biopatología Médica - Medicina de Laboratorio
Versión 2.1
Fecha: 09 de Abril de 2020

INTRODUCCIÓN

El nuevo coronavirus SARS-CoV-2 (2019-NCoV) pertenece a una familia de virus que causan infección en seres humanos y animales, incluyendo aves y mamíferos. Se trata de una enfermedad zoonótica, cuyo reservorio es el murciélago. Los coronavirus son virus esféricos de 100-160 nm de diámetro, con envuelta, y que contienen ARN monocatenario (ssRNA) de polaridad positiva de entre 26 y 32 kilobases de longitud. El cuadro clínico asociado a este virus se denomina COVID-19, y se caracteriza por la presencia de fiebre y síntomas respiratorios como disnea o tos, pudiendo desarrollarse neumonía. Su periodo de incubación medio es de 5-6 días, con un rango de 1 a 14 días. El tiempo medio desde el inicio de los síntomas hasta la recuperación es de 2 semanas en caso de infecciones leves, pudiendo alcanzar las 4-6 semanas en casos de mayor gravedad. Sus vías de contagio son las gotas respiratorias de más de 5 micrómetros o el contacto directo con pacientes infectados, sus secreciones, o superficies contaminadas. No existe evidencia suficiente acerca de la transmisión vertical del virus, aunque los escasos datos actuales sugieren ausencia de virus en líquido amniótico, cordón umbilical y leche materna. La presente infografía constituye un resumen de los principales aspectos a considerar desde el laboratorio clínico, abordando aspectos tales como su diagnóstico, las principales alteraciones que se reflejan en las pruebas de laboratorio clínico, los predictores de mortalidad más representativos, el transporte de muestras biológicas y los procedimientos de seguridad recomendados en el laboratorio.

RESUMEN Guía



SOSPECHA DE INFECCIÓN

Cuadro clínico compatible con **Infección Respiratoria Aguda**

Persona con un cuadro clínico de infección respiratoria aguda que se encuentre hospitalizada o que cumpla criterios de ingreso hospitalario



A

B

Persona con un cuadro clínico de infección respiratoria aguda de cualquier gravedad que pertenezca a alguno de los siguientes grupos:

- Personal sanitario o sociosanitario
- Otros servicios esenciales

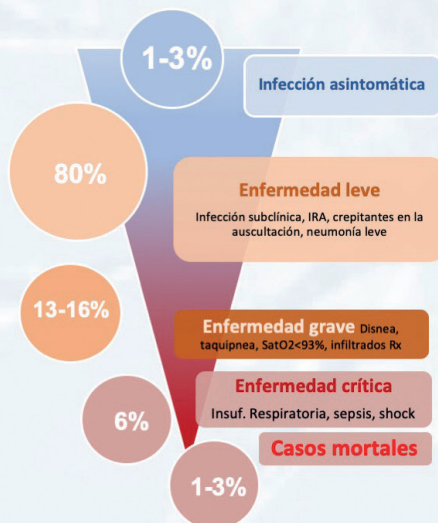
Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. Documentos técnicos para profesionales. Coronavirus / Zhou et al. Lancet 2020 Mar 11 28;395(10229):1054-1062/ Huang et al. Lancet. 2020 Feb 15;395(10223):497-506 / Guan et al. N Engl J Med. 2020 Feb 28

Clínica asociada

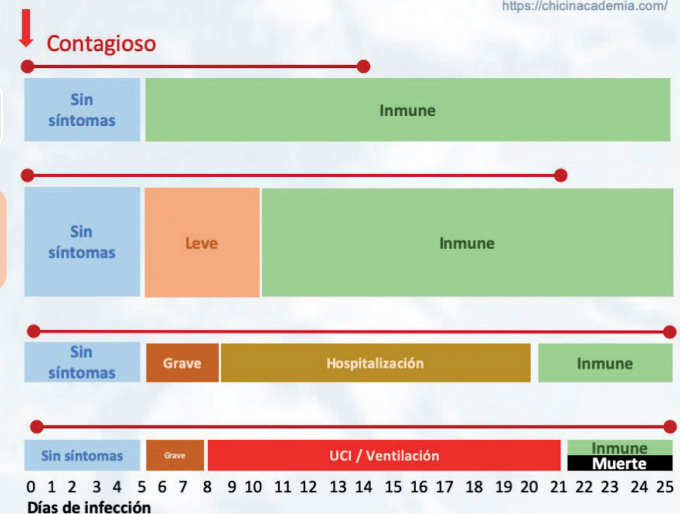
Expectoración: 27-34%
Mialgias: 11-44%
Cefalea: 7-14%
Diarrea: 2-10%
Anosmia / disgeusia: descrito

Fiebre: 77-98%
Tos seca: 46-82%
Disnea: 3-31%
Fatiga: 11-52%

Evolución de la enfermedad



Redibujado de: WHO. Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) 2020
<https://chicinacademia.com/>





COVID-19 | Perspectiva desde el Laboratorio Clínico

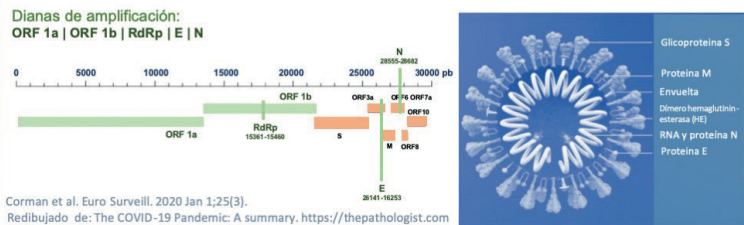
D Pineda Tenor, E Rodríguez Borja, F Gascón Luna, M Pacheco Delgado, MC Lorenzo Lozano, E Prada de Medio, F Bandrés Moya, V Cámara Hernández, V Marcos de la Iglesia, M García-Alcalá Hernández, S Prieto Menchero.

2/4

DIAGNÓSTICO

rRT-PCR

La técnica de confirmación de casos COVID-19 se basa en la detección de secuencias únicas de RNA viral mediante amplificación de material genético por rRT-PCR (real time reverse-transcription polymerase chain reaction), siendo necesario para alcanzar un diagnóstico la realización de una PCR de screening y una PCR de confirmación en un gen alternativo.

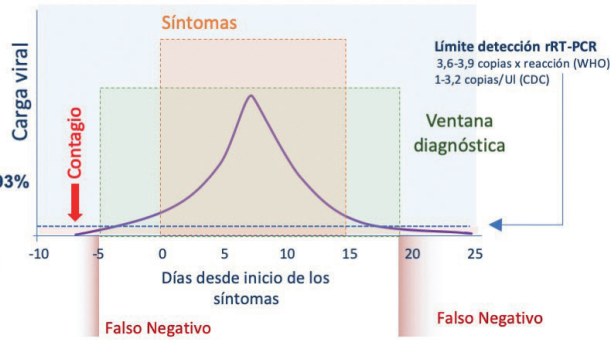


Corman et al. Euro Surveill. 2020 Jan 1;25(3). Redibujado de: The COVID-19 Pandemic: A summary. <https://thepathologist.com>

Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. Documentos técnicos para profesionales. Coronavirus

Rendimiento diagnóstico

- Lavado broncoalveolar **93%**
- Espeto **72%**
- Exudado nasal **63%**
- Cepillado **46%**
- Exudado faríngeo: **32%**
- Heces: **29%**
- Sangre: **1%**
- Orina: **0%**



Wang et al. JAMA. 2020 Mar 11

Redibujado de Lippi et al. Clin Chem Lab Med. 2020 Mar 15;0(0)

Muestras recomendadas

- 1 Tracto superior**
exudado nasofaríngeo y/o orofaríngeo en pacientes ambulatorios.
- 2 Tracto inferior**
preferentemente lavado broncoalveolar, esputo (si es posible) y/o aspirado endotraqueal, especialmente en pacientes con enfermedad respiratoria grave.

! Se recomienda que las pruebas rápidas presenten valores de sensibilidad y especificidad superiores al 70%

Prueba rápida Antígenos virales

Tipo de muestra
exudado nasofaríngeo o esputo profundo

- Detección de antígenos proteicos del virus. **✓**
- Válida para cribado inicial **✓**
- Menor rendimiento diagnóstico que rRT-PCR **✗**

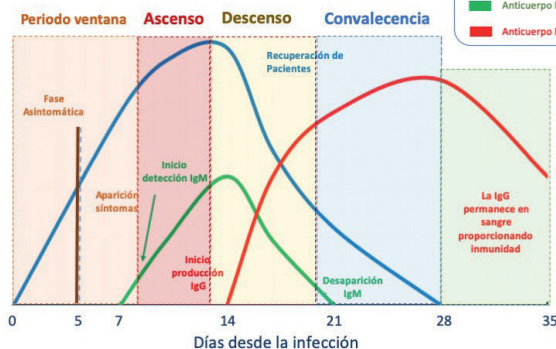
Inmunocromatografía

Prueba rápida Anticuerpos IgM/IgG

Tipo de muestra suero, plasma o sangre total

- ✓** Detección de anticuerpos IgM (5-7 días tras inicio síntomas) e IgG (14 días tras inicio de los síntomas)
- ✓** Válida para evaluar el estado inmunológico del paciente
- ✗** No es adecuada para un cribado inicial de la enfermedad, debido al periodo ventana (tiempo desde la infección hasta la aparición de anticuerpos)

Redibujado de COVID-19 IgM/IgG Rapid diagnostic test. Biopanda Reagent



Resultado			Significado Clínico Probable
PCR	IgM	IgG	
-	-	-	Negativo
+	-	-	Periodo ventana
+	+	-	Estadio temprano de la infección
+	+	+	Fase activa de la infección
+	-	+	Fase final o infección recurrente
-	+	-	Estadio temprano con falso negativo PCR
-	-	+	Infección pasada
-	+	+	Fase de recuperación



COVID-19 | Perspectiva desde el Laboratorio Clínico

D Pineda Tenor, E Rodríguez Borja, F Gascón Luna, M Pacheco Delgado, MC Lorenzo Lozano, E Prada de Medio, F Bandrés Moya, V Cámara Hernández, V Marcos de la Iglesia, M García-Alcalá Hernández, S Prieto Menchero.

3/4

INFORME DE LABORATORIO

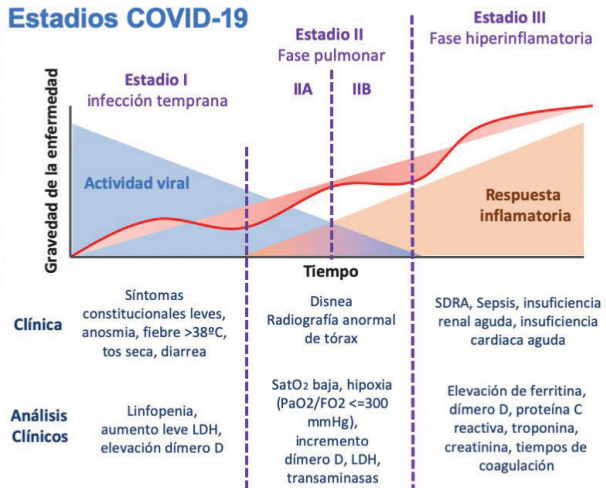
Alteraciones Analíticas frecuentes

Parámetro	Significado clínico
Leucocitos	(Sobre) Infección bacteriana
Neutrófilos	
Linfocitos	Respuesta inmunológica disminuida
Hemoglobina	Anemia
Plaquetas	Consumo por coagulopatía diseminada
Tiempo de protrombina	Activación de la coagulación y/o coagulopatía diseminada
Dímero D	
Albumina	
Aspartato aminotransferasa	Afectación hepática
Alanina aminotransferasa	
Bilirrubina total	
Creatinina	Afectación renal
Lactato deshidrogenasa	Afectación pulmonar / afectación orgánica
Velocidad de sedimentación globular	Inflamación
Troponina	Afectación cardíaca
Proteína C reactiva	Infección viral / sepsis viral
Procalcitonina	(Sobre) Infección bacteriana
Ferritina	Inflamación severa
Citoquinas (Interleuquina 6)	Síndrome de tormenta de citoquinas



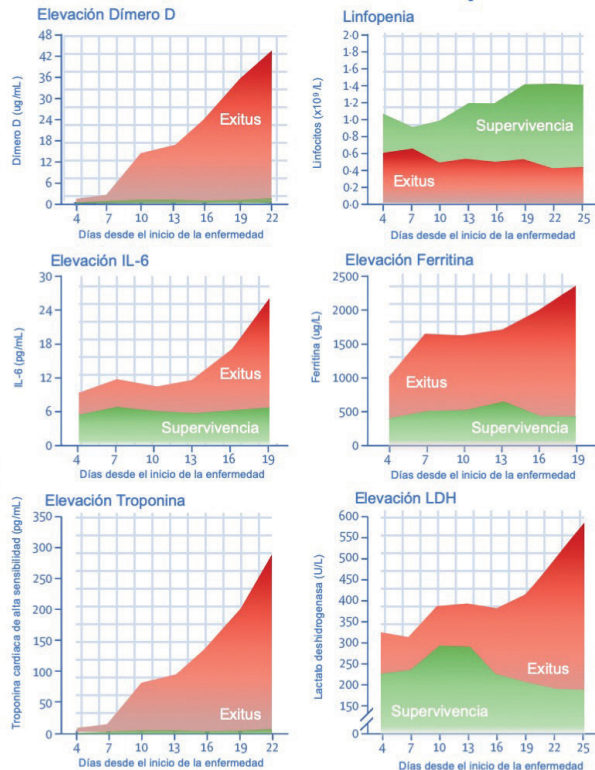
Se recomienda tratamiento Tocilizumab con valores de IL-6 >40 pg/mL

Estadios COVID-19



Redibujado de Siddiqi et al Jhealun 2020 Mar 12

Predictores de mal pronóstico



Redibujado de Zhou et al. Lancet 2020; 395: 1054-62

Evaluación SDRA

(síndrome de estrés respiratorio agudo)
PaO₂ / FiO₂ <= 300
SatO₂ / FiO₂ <= 315

Evaluación neumonía

Leve: SatO₂ > 90%
Grave: SatO₂ < 90%



COVID-19 | Perspectiva desde el Laboratorio Clínico

D Pineda Tenor, E Rodríguez Borja, F Gascón Luna, M Pacheco Delgado, MC Lorenzo Lozano, E Prada de Medio, F Bandrés Moya, V Cámara Hernández, V Marcos de la Iglesia, M García-Alcalá Hernández, S Prieto Menchero.

4/4

BIOSEGURIDAD

Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. Documentos técnicos para profesionales. Coronavirus / Manual de bioseguridad en el laboratorio. OMS

Muestras rutinarias de Laboratorio Clínico

Bioquímica, hematología, inmunología, anatomía patológica, microbiología

El personal que manipule muestras clínicas rutinarias (bioquímica, hemograma, orina, serología) de pacientes diagnosticados o bajo sospecha de infección por SARS-CoV-2 deberán seguir las pautas estándar y recomendaciones generales de bioseguridad establecidas para los laboratorios de nivel BSL-2. Los detalles de estas normas pueden ser consultadas en el manual de bioseguridad en el laboratorio de la Organización Mundial de la Salud.

Después de procesar las muestras, se descontaminarán las superficies de trabajo y el equipo con los desinfectantes hospitalarios habituales

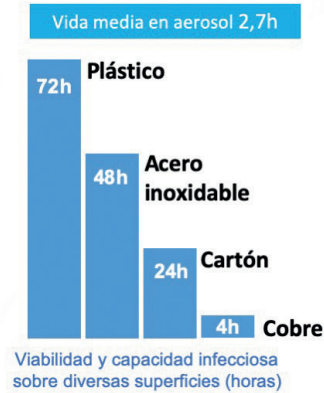
Equipo de protección individual estándar

- Guantes desechables
- Bata de protección
- Gafas antisalpicaduras (si riesgo de salpicadura)
- Mascarilla (si riesgo de aerosoles o contacto cercano con personal/pacientes)

Campana de seguridad biológica (BSC) de clase II

Cualquier muestras susceptible de generar aerosoles de partículas finas (vortex, sonicación de muestras en tubo abierto). Emplear en estos casos dispositivos de contención física adecuados (rotores de centrifuga adecuados, cubetas de seguridad para la centrifuga, rotores sellados). Los rotores serán cargados y descargados dentro de la cabina de seguridad

- Alicuotar y/o diluir muestras
- Inactivación de muestras
- Inoculación de medios de cultivo bacterianos o micológicos
- Preparación y fijación química o térmica de frotis para análisis microscópico.



Doralemen et al. N Engl J Med. 2020 Mar 17

TRANSPORTE DE MUESTRAS BIOLÓGICAS

Categorización

Las muestras biológicas procedentes de pacientes infectados o con sospecha de infección por el SARS-CoV-2 son clasificadas como **sustancias infecciosas de categoría B**

Embalaje de las muestras

Seguir la **instrucción de embalaje P650** del Acuerdo ADR que se aplica a la norma **UN 3373** para el embalaje de sustancias peligrosas:

Triple envase robusto y a prueba de fugas, con capacidad del recipiente primario no superior a 1 litro y un volumen enviado que no exceda los 4 litros o Kg por paquete. No computa el peso del hielo seco para refrigerar las muestras

El triple envase constará de:

1. Recipiente primario estanco
2. Embalaje secundario estanco
3. Embalaje exterior rígido

El hielo o hielo seco empleado para refrigerar la muestra nunca debe ir en el interior del embalaje secundario.

La información que acompaña a las muestras debe colocarse entre el embalaje secundario y el embalaje exterior.

Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. Documentos técnicos para profesionales. Coronavirus



Tipo de muestra	Medio de Transporte de Virus	Condiciones de transporte: Muestra biológica categoría B
Muestras respiratorias		
Exudado nasofaríngeo/orofaríngeo	Sí	Refrigerado a 4°C en 24-48h
Aspirado/lavado nasofaríngeo	No	Refrigerado a 4°C en 24h
Lavado broncoalveolar	No	Refrigerado a 4°C en 24h
Aspirado endotraqueal	No	Refrigerado a 4°C en 24h
Espujo	No	Refrigerado a 4°C en 24h
Otras muestras		
Suero (2 muestras en fases aguda y convaleciente a los 14-30 días respectivamente)	No	Refrigerado a 4°C
Biopsia/Necropsia de pulmón	No	Refrigerado a 4°C en 24h
Sangre completa	No	Refrigerado a 4°C
Orina	No	Refrigerado a 4°C
Heces	No	Refrigerado a 4°C

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social - Profesionales - Documentos técnicos para profesionales - Coronavirus [Internet]. [cited 2020 Mar 20]. Available from: <https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov-China/documentos.htm>
- Lippi G, Plebani M. Laboratory abnormalities in patients with COVID-2019 infection. *Clin Chem Lab Med* 2020. DOI: 10.1515/cclm-2020-0198. [Epub ahead of print]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32119647>
- Lippi G, Plebani M. The critical role of laboratory medicine during coronavirus disease 2019 (COVID-19) and other viral outbreaks. *Clin Chem Lab Med* 2020. DOI: 10.1515/cclm-2020-0240. [Epub ahead of print]. Available from: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0240>
- Corman VM, Landt O, Kaiser M, Molenkamp R, Meijer A, Chu DK, et al. Detection of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) by real-time RT-PCR. *Euro Surveill* 2020;25(3).
- The COVID-19 Pandemic: A Summary. (n.d.). Retrieved March 30, 2020. Available from: <https://thepathologist.com/subspecialties/the-covid-19-pandemic-a-summary>
- Guan W-J, Ni Z-Y, Hu Y, Liang W-H, Ou C-Q, He J-X, et al. Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. *N Engl J Med* 2020. DOI: 10.1056/NEJMoa2002032. [Epub ahead of print]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32109013>
- Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet* 2020;395(10223):497-506.
- Zhou F, Yu T, Du R, Fan G, Liu Y, Liu Z, et al. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. *Lancet (London, England)* [Internet] 2020;6736(20):1-9.
- Van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN, et al. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med* 2020. DOI: 10.1056/NEJMc2004973. [Epub ahead of print]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32182409>
- Lippi G, Simundic A-M, Plebani M. Potential preanalytical and analytical vulnerabilities in the laboratory diagnosis of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Clin Chem Lab Med* 2020. DOI: 10.1515/cclm-2020-0285. [Epub ahead of print]. Available from: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Potential+preanalytical+and+analytical+vulnerabilities+in+the+laboratory+diagnosis+of+coronavirus+disease+2019+\(COVID-19\)](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Potential+preanalytical+and+analytical+vulnerabilities+in+the+laboratory+diagnosis+of+coronavirus+disease+2019+(COVID-19))
- Zhao J, Yuan Q, Wang H, Liu W, Liao X, Su Y, et al. Antibody responses to SARS-CoV-2 in patients of novel coronavirus disease 2019. *Clin Infect Dis* 2020. DOI: 10.1093/cid/ciaa344. [Epub ahead of print]. Available from: <https://doi.org/10.1101/2020.03.02.20030189>
- Coronavirus - semFYC. (n.d.). Retrieved March 30, 2020. Available from: <https://www.semfy.com/coronavirus/>
- Wang W, Xu Y, Gao R, Lu R, Han K, Wu G, et al. Detection of SARS-CoV-2 in Different Types of Clinical Specimens. *JAMA* 2020. DOI: 10.1001/jama.2020.3786 [Epub ahead of print]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32159775>
- Wu C, Chen X, Cai Y, Xia J, Zhou X, Xu S, et al. Risk Factors Associated with Acute Respiratory Distress Syndrome and Death in Patients with Coronavirus Disease 2019 Pneumonia in Wuhan, China. *JAMA Intern Med* 2020. DOI: 10.1001/jamainternmed.2020.0994. [Epub ahead of print]. Available from: <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2020.0994>
- Siddiqi HK, Mehra MR. COVID-19 Illness in Native and Immunosuppressed States: A Clinical-Therapeutic Staging Proposal - The Journal of Heart and Lung Transplantation. *J Heart Lung Transplant* 2020. DOI: 10.1016/j.healun.2020.03.012. [Epub ahead of print]. Available from: [https://www.jhltonline.org/article/S1053-2498\(20\)31473-X/abstract](https://www.jhltonline.org/article/S1053-2498(20)31473-X/abstract)
- Li Z, Yi Y, Luo X, Xiong N, Liu Y, Li S, et al. Development and Clinical Application of A Rapid IgM-IgG Combined Antibody Test for SARS-CoV-2 Infection Diagnosis. *J Med Virol* 2020. DOI: 10.1002/jmv.25727. [Epub ahead of print]. Available from: <https://doi.org/10.1002/jmv.25727>
- Rodríguez-Morales AJ, Cardona-Ospina JA, Gutiérrez-Ocampo E, Villamizar-Peña R, Holguín-Rivera Y, Escalera-Antezana JP, et al. Clinical, laboratory and imaging features of COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *Travel Med Infect Dis* 2020. DOI: 10.1016/j.tmaid.2020.101623. [Epub ahead of print]. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101623>
- Gao Y, Li T, Han M, Li X, Wu D, Xu Y, et al. Diagnostic Utility of Clinical Laboratory Data Determinations for Patients with the Severe COVID-19. *J Med Virol* 2020. DOI: 10.1002/jmv.25770. [Epub ahead of print]. Available from: <https://doi.org/10.1002/jmv.25770>
- Lippi G, Plebani M. Procalcitonin in patients with severe coronavirus disease 2019 (COVID-19): A meta-analysis. *Clin Chim Acta* 2020;505:190-1. DOI: 10.1016/j.cca.2020.03.004. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cca.2020.03.004>
- Fan BE, Chong VCL, Chan SSW, Lim GH, Lim KGE, Tan GB, et al. Hematologic parameters in patients with COVID-19 infection. *Am J Hematol* 2020. DOI: 10.1002/ajh.25774. [Epub ahead of print]. Available from: <https://doi.org/10.1002/ajh.25774>
- Meyer B, Drosten C, Müller MA. Serological assays for emerging coronaviruses: challenges and pitfalls. *Virus Research* 2014;194:175-83. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2014.03.018>
- Henry BM, Lippi G, Plebani M. Laboratory abnormalities in children with novel coronavirus disease 2019. *Clin Chem Lab Med* 2020. DOI: 10.1515/cclm-2020-0272. [Epub ahead of print]. Available from: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0272>
- Mehta P, McAuley DF, Brown M, Sanchez E, Tattersall RS, Manson JJ; HLH Across Speciality Collaboration, UK. Across Speciality Collaboration, UK. COVID-19: consider cytokine storm syndromes and immunosuppression. *Lancet (London, England)* 2020;395(10229):1033-4. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30628-0. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30628-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30628-0)
- Lippi G, Lavie CJ, Sanchis-Gomar F. Cardiac troponin I in patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): Evidence from a meta-analysis. *Prog Cardiovasc Dis* 2020. DOI: 10.1016/j.pcad.2020.03.001. [Epub ahead of print]. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2020.03.001>
- Ruan Q, Yang K, Wang W, Jiang L, Song J. Clinical predictors of mortality due to COVID-19 based on an analysis of data of 150 patients from Wuhan, China. *Intensive Care Med* 2020. DOI: 10.1007/s00134-020-06028-z. [Epub ahead of print]. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00134-020-05991-x>
- Lippi G, Plebani M, Henry BM. Thrombocytopenia is associated with severe coronavirus disease 2019 (COVID-19) infections: A meta-analysis. *Clin Chim Acta* 2020;506:145-8. DOI: 10.1016/j.cca.2020.03.022. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cca.2020.03.022>
- IFCC Information Guide on COVID-19 - IFCC. (n.d.). Retrieved April 3, 2020. Available from: <https://www.ifcc.org/ifcc-news/2020-03-26-ifcc-information-guide-on-covid-19/>
- Pineda D, Prieto S. Interpretación de la Gasometría en el laboratorio clínico. 2ª ed. AEBM-ML. Disponible en: <https://www.aebm.org/imagenes/activos/publicaciones/Manual-Gasometria-AEBM-ML-2ed-2017.compressed.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. Manual de Bioseguridad en el Laboratorio. 3ª ed. Disponible en: https://www.who.int/topics/medical_waste/manual_bioseguridad_laboratorio.pdf
- Recomendaciones de la SANAC para los laboratorios de análisis clínicos/bioquímica clínica relativas al manejo de muestras de pacientes con sospecha de infección por coronavirus 2019-ncov. Disponible en: https://sanac.org/imagenes/site/RECOMENDACIONES_SANAC_MANEJO_MUESTRAS_COVID-19.pdf