

## UDC- COVID 19: herramienta digital para predecir el retiro de la ventilación mecánica invasiva de pacientes con COVID-19

UDC -COVID19: digital tool to predict the withdrawal of invasive mechanical ventilation in patients with COVID-19

José Cabrales Fuentes<sup>1\*</sup>

[0000-0002-9029-174X](tel:0000-0002-9029-174X)

Alejandro Luis Mendoza Cabalé<sup>1</sup>

[0009-0004-5148-6423](tel:0009-0004-5148-6423)

Susana Verdecia Barbié.<sup>1</sup>

[0000-0003-4450-027X](tel:0000-0003-4450-027X)

<sup>1</sup>Hospital Clínico Quirúrgico “Lucía Íñiguez Landín”. Holguín, Cuba.

\*Autor para la correspondencia: [jcabrales698@gmail.com](mailto:jcabrales698@gmail.com)

### RESUMEN

En diciembre de 2019 las Autoridades de la República Popular China, comunicaron a la OMS varios casos de neumonía de etiología desconocida en Wuhan, una ciudad situada en la provincia china de Hubei. Una semana más tarde confirmaron que se trataba de un nuevo coronavirus que fue denominado SARS-CoV-2, este virus causa diversas manifestaciones clínicas englobadas bajo el término COVID-19. El presente trabajo presenta un prototipo de aplicación con el nombre **UDC-COVID19** que propone una herramienta digital sobre la base de una revisión actualizada de la evaluación ultrasonográfica del diafragma como elemento predictivo para retirar la ventilación mecánica invasiva en pacientes con COVID-19, proporcionando una excelente herramienta digital para la evaluación de la estructura y función dinámica diafragmática, es precisa, reproducible, sin radiación ionizante, fácil de realizar a la cabecera del paciente y costo efectiva en pacientes críticamente enfermos.

**Palabras Clave:** COVID19; ultrasonido; diafragma; predictivo; ventilación mecánica.

### ABSTRACT

In December 2019, the Authorities of the People's Republic of China reported to the WHO several cases of pneumonia of unknown etiology in Wuhan, a city located in the Chinese province of Hubei. A week later, they confirmed that it was a new coronavirus called SARS-CoV-2, which causes various clinical manifestations encompassed under the term COVID-19. The present work presents an application prototype with the name UDC-COVID19 that proposes a digital tool based on an updated review of the ultrasonographic evaluation of the diaphragm as a predictive element to withdraw invasive mechanical ventilation in patients with COVID-19, providing an excellent digital tool for the evaluation of the diaphragmatic structure and dynamic function since it is precise, reproducible, without ionizing radiation, easy to perform at the patient's bedside and cost effective in critically ill patients; mechanical ventilation.

**Keywords:** COVID-19; ultrasound; diaphragm; predictive.



**Recibido:** 15/02/2023

**Aprobado:** 28/08/2023

## Introducción

El diafragma es el principal músculo respiratorio; su disfunción predispone a complicaciones respiratorias, prolongando la duración de la ventilación mecánica. La evaluación diafragmática ha tomado popularidad en unidades de cuidados intensivos principalmente en pacientes con lesión en nervio frénico, enfermedades neuromusculares, trauma de tórax, en el seguimiento posterior a cirugías de abdomen, cardíacas y en pacientes críticamente enfermos bajo ventilación mecánica; y recientemente constituye una herramienta más en la evaluación del paciente con COVID19.<sup>(1)</sup>

La observación de la cinética del diafragma en estas condiciones clínicas es esencial; la determinación de la excursión diafragmática, espesor diafragmático, velocidad de contracción diafragmática, tiempo inspiratorio y duración del ciclo respiratorio pueden ser medibles, diagnosticando de manera temprana parálisis diafragmática, determinando el momento ideal para retiro de ventilación mecánica exitosa.

Muchos son los factores que pueden influir en el retiro de la ventilación mecánica y a raíz de esto se han buscado diversos criterios objetivos para realizar este procedimiento con éxito. Actualmente hay más de 50 pruebas para el retiro de ventilación mecánica. La medición del engrosamiento diafragmático y el cambio de grosor en espiración e inspiración del mismo pueden igualmente utilizarse como medición para predecir el éxito o fracaso en la extubación.<sup>(2)</sup>

## Método

Las tecnologías utilizadas para la construcción de la aplicación fueron las siguientes:

Lenguajes: HTML5<sup>(3,4,5)</sup> ; CSS3, JavaScript, Java<sup>(5)</sup>

IDE: Visual Studio Code<sup>(6)</sup> ; Android Studio<sup>(7)</sup>

Herramientas: Adobe Photoshop (Tratamiento de imágenes)<sup>(8)</sup>

Se aplicó el método de Análisis y Síntesis que permitió el estudio de las tendencias actuales para la construcción de la aplicación, la disponibilidad en la región de América Latina, el Caribe y en Cuba, la revisión, selección y disposición más adecuada de los contenidos y las imágenes.

Además se determinaron las herramientas y lenguaje de programación más apropiados para el desarrollo de la propuesta de solución. Se construyeron propuestas de modelos de diseños para seleccionar aquel que permitiera una interacción fácil con el usuario, mayor aceptación por parte del público meta y se ajustara más a sus



patrones actuales. Se realizaron pruebas de calidad que favorecieron la validación de la solución, pruebas de funcionamiento en favor de la validación de la aplicación móvil y técnicas de programación que permitieron la codificación de la solución.

Se realizaron entrevistas con expertos para determinar la aceptación de la aplicación, sujetas a procesos de revisión por equipos de expertos en salud y comunicación para la revisión de los contenidos, imágenes y la interactividad de la aplicación con los usuarios.

La aplicación estuvo sujeta a varias pruebas de software de aplicaciones para teléfonos móviles tales como: funcionamiento de la interfaz de usuario: en esta prueba se constató la alineación de las pantallas, los colores y el patrón de lectura. Consistencia de la interfaz en toda la aplicación y entre dispositivos disímiles, la posición, tamaño, datos de entradas y acciones. Pruebas de acciones del usuario para probar las distintas acciones de la aplicación como tocar, doble tocar, arrastrar, rotar, entre otras. Pruebas de recursos de bajo nivel para comprobar la cantidad de memoria que consume la aplicación y pruebas de caja blanca con el objetivo de indagar sobre la estructura interna del código, omitiendo detalles referidos a datos de entrada o salida.

## Resultados

La tecnología móvil se impone como principal candidato para generar y difundir información a los grupos poblacionales en un corto período de tiempo. Es una poderosa herramienta al alcance de todos incluso desde las zonas rurales debido a características como la movilidad y ubicuidad que lo identifican. La tendencia actual es incrementar el acceso a los servicios desde el móvil.<sup>(9)</sup>

Se obtuvo la aplicación para móviles **UDC-COVID19**, cuyo nombre tiene su origen en el uso de las siglas de la palabra ultrasonido diafrágico y enfermedad por coronavirus según siglas en inglés de esta última; la figura 1 muestra el icono de como se ve reflejado el concepto.



Fig.1- Icono de UDC-COVID19.

Sobre la base de este concepto se consideró UDC-COVID19 como una zona segura en conocimientos, información, datos actualizados sobre la base de una revisión exhaustiva de la evaluación ultrasonográfica del diafragma como elemento predictivo para retirar la ventilación mecánica invasiva en pacientes con COVID-19. En la figura 2 se muestra la pantalla principal.



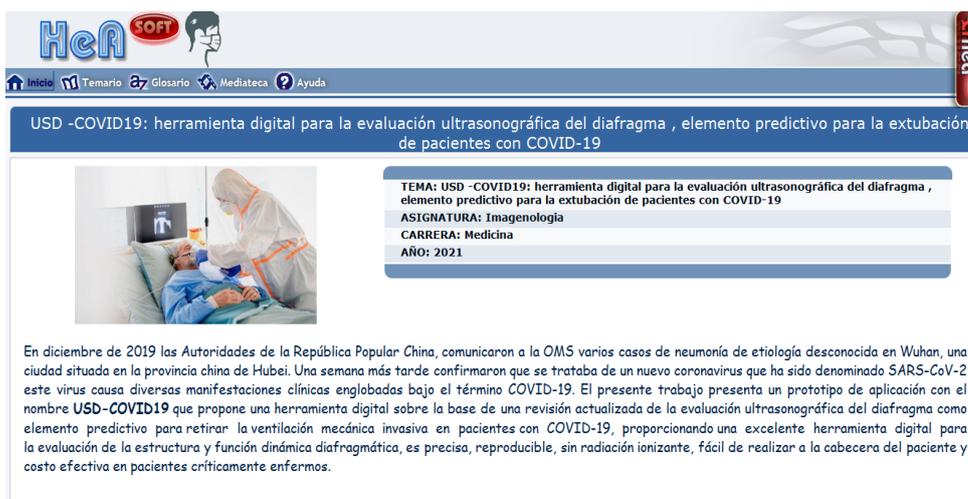


Fig.2.- UDC-COVID19. Pantalla inicial.

UDC-COVID19 contiene 3 secciones. La primera de ellas es una breve introducción al contexto actual del uso del ultrasonido diafragmático en el paciente grave. La segunda sección muestra la técnica y procedimientos para la realización adecuada del estudio y finalmente, la tercera muestra las modalidades de escaneo: modalidad referida a los diferentes métodos cuantitativos y cualitativos como predicción de la extubación en un paciente grave con COVID 19.

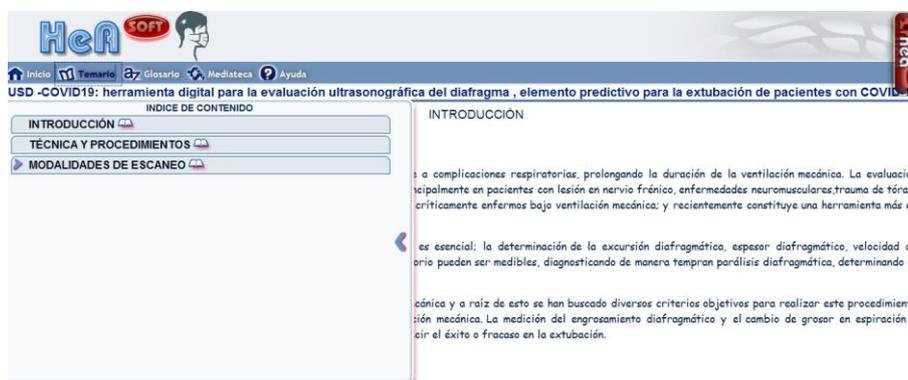


Fig.3- UDC-COVID19 pantallas temáticas.

Existe otra sección referida a recomendaciones en el uso correcto de algunos términos referentes a la actual pandemia por COVID19 realizadas en el año 2021 por la Fundación del Español Urgente (FundéuRAE) conjuntamente con la Real Academia Española (RAE) son los encargados de promover la formación lingüística de los redactores de los medios de comunicación que se editen en español en el mundo. Figura 4.





**Fig.4-** UDC-COVID19. Pantalla glosario.

Dentro de los criterios de efectividad para esta investigación se analizaron los principales impactos.

Esta aplicación tiene como elemento significativo que puede ejecutarse sin estar conectado a la red. Puede transferirse de un teléfono a otro, para aquellas personas que tienen poco a ningún acceso a Internet.

## Discusión

Desde la casuística reportada al inicio del brote por COVID 19, hasta tan sólo un poco más de dos meses después, las cifras de casos identificados como positivos y la presencia del virus en muchos países del planeta aumentó dramáticamente, por lo que, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró el COVID-19 como una pandemia el 11 de marzo de 2020.<sup>6</sup> Esta declaración alertó principalmente a la comunidad científica, puesto que, desde los servicios sanitarios se conocen de primera mano las limitaciones asistenciales y administrativas que podrían derivarse de una propagación rápida y múltiple de la enfermedad, en particular para el grupo de pacientes tributarios de atención en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), puesto que, la escasez de insumos y la carencia de suficientes UCI y ventiladores mecánicos son factores que tuvieron que ver con el incremento de la mortalidad.

Cuando surgió el tema de la pandemia, nuestro país carecía de ventiladores pulmonares y, por debido al bloqueo era muy difícil su compra, uno de los proyectos para el enfrentamiento de esta situación fue y es el Ventilador de Emergencia Pcuente desarrollado en menos de un año por el Centro de Neurociencias de Cuba (Cneuro), de conjunto con otras instituciones, que le permitió al país, ante una situación crítica, contar con mayor capacidad de respuesta; a la par con esta situación se desarrollaron múltiples propuestas para el seguimiento de pacientes con ventilación mecánica invasiva en aras de su pronta recuperación y racionalización de los ventiladores.

Se propuso el prototipo de aplicación móvil, que refleja los aspectos de la extubación en el paciente grave por COVID 19 mediante el ultrasonido diafragmático, ya que la ultrasonografía (USG) se ha implementado en la evaluación cotidiana del enfermo grave para el abordaje diagnóstico y seguimiento. En este sentido los protocolos de



retiro de ventilación guiados por ultrasonido evalúan, a diferencia de los protocolos meramente mecánicos, la aireación y el colapso alveolar, y la función cardíaca y diafragmática en tiempo real, lo que facilita el seguimiento, ayudando a predecir el éxito de la técnica de retiro o indicando al clínico el detener la maniobra y continuar con la ventilación mecánica.

La construcción de UDC-COVID19 implicó impactos en diferentes ámbitos relacionados a continuación:

**Científico:** Constituye una Investigación-Desarrollo, que aumenta el nivel técnico-didáctico de los profesionales ante el diagnóstico de COVID 19, proporcionando una herramienta digital sobre la base de una revisión actualizada de la evaluación ultrasonográfica del diafragma como elemento predictivo para retirar la ventilación mecánica invasiva en pacientes con COVID-19 y constituye un aporte teórico para la medicina.

**Social:** Nuestra medicina tiene una proyección social importante; el impacto en este ámbito se orienta fundamentalmente a la pertinencia de la aplicación móvil desarrollada para la evaluación ultrasonográfica del diafragma como elemento predictivo para retirar la ventilación mecánica invasiva en pacientes con COVID-19 que se traduce en una notable mejoría en la calidad de la atención.

**Económico:** Esta investigación persigue resultados o impactos económicos en este sentido la resolución 355 del 2006 del Ministerio de Finanzas y Precios sobre las tarifas de los servicios sociales no mercantiles de sectores como la salud establece el monto de atención al grave 659.70 MN. Con la elaboración del prototipo de aplicación móvil se contribuyó a mejorar el manejo del paciente grave y a disminuir los días de estadía, que se revierte en ahorro de recursos e insumos médicos. De lo antes planteado se infiere la factibilidad económica de la investigación realizada.

**Organizativo y administrativo:** La responsabilidad de asegurar una asistencia de alto nivel a nuestra población; así como racionalizar los recursos materiales destinados a estos pacientes.

Las principales contribuciones de esta investigación son:

**Teóricas:** se localiza en las Ciencias de la Salud, precisada en: la modelación de una aplicación móvil para la estandarización del informe radiológico en el contexto actual de la COVID 19 que brinda una evaluación ultrasonográfica del diafragma como elemento predictivo para retirar la ventilación mecánica invasiva en pacientes con COVID-19, no sólo a la luz de los principios fisiopatológicos e imagenológicos, sino también de conceptos epidemiológicos, valorando su utilidad y aplicabilidad.

**Prácticas:** Proporciona una aplicación para dispositivos móviles que expone de forma didáctica el lenguaje para la elaboración de un reporte ultrasonográfico útil en el paciente grave, como elemento predictivo para la extubación del mismo.



Las proyecciones destacan continuar trabajando en el despliegue de tecnologías de este tipo para lograr impacto económico y social en la salud de los pacientes atendidos en nuestro país.

## Conclusiones

Se presenta UDC-COVID19, una aplicación para móviles con sistema operativo Android, de distribución gratuita, a disposición de los médicos cubanos con información sobre la evaluación del diafragma por ultrasonido que se ha convertido en una herramienta necesaria para la valoración del paciente crítico por COVID19 a través de la excursión diafragmática para una extubación exitosa.

## Referencias

1. Carrillo Esper R, Galván Talamantes Y. Evaluación ultrasonográfica del diafragma en el enfermo grave. Medigraphic.com [Internet]. 2014 [Citado 12/01/2022];XXVIII(3):187-94. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medcri/ti-2014/ti143g.pdf>
2. Tanaka Montoya A, Amador Martínez AC, Delgado Mercado LY, Franco Granillo J, Aguirre Sánchez J, Camarena Alejo G. Medición del grosor diafragmático como parámetro predictivo para retiro de ventilación mecánica invasiva en pacientes de terapia intensiva. Med Crít (Mex Med Crít) [Internet]. 2017 [Citado 02/01/2022];31(4):190-7. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-89092017000400190&lng=es](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-89092017000400190&lng=es)
3. Aulaformativa. Definición, usos y ventajas del lenguaje HTML5 [Internet]. Ecuador: Aulaformativa; 2019 [Citado 12/01/2020]. Disponible en: <https://blog.aulaformativa.com/definicion-usos-ventajas-lenguaje-html5/>
4. Bitdegree. Código HTML vs HTML5: Diferentes lenguajes de desarrollo web [internet]. Lithuania: Bitdegree; 2020 [Citado 17/01/2020]. Disponible en: <https://es.bitdegree.org/tutoriales/codigo-html/>



5. Gauchat JD. El gran libro de HTML5, CSS3 y Javascript [Internet]. Barcelona: Marcombo; 2012 [Citado 12/01/2020]. Disponible en: <https://gutl.jovenclub.cu/wpcontent/uploads/2013/10/El+gran+libro+de+HTML5+CSS3+y+Javascrrip.pdf>
  
6. Mclibre. Visual Studio Code. Personalización [Internet]. España: Mclibre; 2019 [Citado 12/01/2020]. Disponible en: <https://www.mclibre.org/consultar/informatica/lecciones/vsc-personalizacion.html>
  
7. Tutoriales en PDF. Manual Básico Android Studio [Internet]. España: Tutoriales en PDF; 2019 [Citado 25/02/2020]. Disponible en: <https://tutorialesenpdf.com/android-studio/previsualizacion/Curso%20Android%20Studio.pdf>
  
6. Academia. Edu. Stephe R. Tratamiento digital de la imagen [Internet]. EE UU: Academia. Edu; 2019 [Citado 23/02/2020]. Disponible en: [https://www.academia.edu/4225105/tratamiento\\_de\\_imagenes](https://www.academia.edu/4225105/tratamiento_de_imagenes)
  
9. Cruz Barragán A, Barragán López AD. Aplicaciones móviles para el proceso de enseñanza-aprendizaje en Enfermería. Rev Salud Administ [Internet]. 2014 [Citado 21/06/2020];1(3): 51-7. Disponible en: <https://revista.unsis.edu.mx/index.php/saludyadmon/article/download/81/78>
  
10. Mederos Villalón L, Flechilla A, Pérez Acuña Y, Hevia Salgebiel A, Ferrer Savigne Y. Xebra: aplicación móvil para la prevención de las infecciones de transmisión sexual en adolescentes. 2019. Rev Cubana Inf Med [Internet]. 2020 [Citado 16/06/2022];12(2):e354. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1684-18592020000200010&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18592020000200010&lng=es)

#### **Conflicto de interés**

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

#### **Declaración de autoría**

Conceptualización: José Cabrales Fuentes; Alejandro Luis Mendoza Cabalé; Susana Verdecia Barbié.

Análisis formal: José Cabrales Fuentes; Alejandro Luis Mendoza Cabalé.

Adquisición de fondos: José Cabrales Fuentes; Alejandro Luis Mendoza Cabalé.



Investigación: José Cabrales Fuentes, Susana Verdecia Barbié.

Metodología: José Cabrales Fuentes.

Administración del proyecto: José Cabrales Fuentes; Alejandro Luis Mendoza Cabalé; Susana Verdecia Barbié.

Recursos: José Cabrales Fuentes.

Software: José Cabrales Fuentes.

Supervisión: José Cabrales Fuentes.

Validación: José Cabrales Fuentes; Alejandro Luis Mendoza Cabalé.

Visualización: Susana Verdecia Barbié.

Redacción-borrador original: José Cabrales Fuentes; Alejandro Luis Mendoza Cabalé; Susana Verdecia Barbié.

Redacción-revisión y edición: José Cabrales Fuentes; Alejandro Luis Mendoza Cabalé; Susana Verdecia Barbié.

