

Avance y Perspectiva

Revista de divulgación del CINVESTAV

Exergames y biorretroalimentación, aliados en el desarrollo de soluciones personalizables para la rehabilitación de músculos respiratorios

Karina Galache · Monday, October 10th, 2022

Categorías: [Covid-19](#)

Durante la época de crisis de la pandemia de COVID-19, la mayoría de las instituciones de rehabilitación en México y en otros países del mundo cerraron como medida sanitaria para evitar la propagación del virus del SARS COV-2 entre los pacientes, familiares y el cuerpo de profesionales que intervienen en el proceso rehabilitador, como médicos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales y logopedas. En los centros que permanecieron abiertos durante este periodo de pandemia, se redujo el acceso a intervenciones de rehabilitación, eliminando los tratamientos grupales y las reuniones de equipos multidisciplinares optando por teleconferencias, e implementando la estrategia de telesalud (asesoramiento por teléfono o medios en línea). En muchos centros los servicios de rehabilitación se transformaron en espacios asistenciales y de ingreso a los pacientes con COVID-19; así como la incorporación de médicos especialistas a los equipos asistenciales de pacientes COVID-19. Esto provocó que muchos pacientes suspendieran sus terapias e impidió que nuevos pacientes iniciaran un tratamiento, agravando su salud. Ello conlleva, en el mejor de los casos, a la disminución de las funciones motrices en los pacientes y en el peor de ellos, a secuelas más largas que continuarán requiriendo de servicios de rehabilitación más especializados.

Algunos pacientes pudieron recibir terapias con la estrategia de telesalud, sin embargo, no es una prestación que deba considerarse viable a largo plazo, debido a la limitada interacción verbal-visual en pantalla, y a la imposibilidad de proporcionar instrumentos o dispositivos a los pacientes que auxilien sus ejercicios o evalúen su desempeño y progreso a distancia. Respecto a la demanda de los servicios de rehabilitación pulmonar, aumentó debido al incremento del 10% de los ingresos hospitalarios de personas con una enfermedad crónica respiratoria después del COVID-19 [1]. Todo ello implica la necesidad de soluciones alternativas y efectivas para iniciar o continuar con las fisioterapias respiratorias desde casa si hay algún impedimento para asistir o encontrar citas disponibles en los centros de rehabilitación. Para que sean efectivas, es necesario que ayuden a evaluar y guiar de manera personalizada las terapias respiratorias, además de lograr que sean atractivas, de bajo costo y fácil de usar. Para ello se puede hacer uso de herramientas como los “exergames” y la retroalimentación corporal, mejor conocida como “biofeedback”. Estos mecanismos fueron creados con fines diferentes pero que juntos son una alternativa para ofrecer soluciones que motiven y mantengan la atención de los pacientes y generen métricas de

evaluación. Además, se pueden desarrollar con sensores y tecnologías de video juegos de bajo costo y reconfigurar para personalizar las terapias respiratorias.

Los exergames son un tipo de video-juego en que el usuario comanda con su movimiento corporal, o de alguna función fisiológica, la interacción con los diferentes elementos y lógica de los juegos.

Por otro lado, el biofeedback al constituir una herramienta que habilita al individuo a comandar el exergame con sus actividades fisiológicas y motrices, se puede programar el objetivo del video-juego con el propósito de mejorar su salud y su rendimiento [3]. En la década actual, los exergames se han utilizado como biofeedback en diversas áreas, como la educación, salud, entrenamiento y deportes, ya que permiten aumentar la adherencia al tratamiento al incrementar la atención, el interés y motivación en los usuarios [4]. Su diseño reside en el área de interfaces hombre-máquina que requiere de sensores de alta precisión, de algoritmos de procesamiento de datos y de una interfaz gráfica. En el área de rehabilitación, se han desarrollado exergames para mejorar diferentes funciones corporales conscientes, como caminar y manipular objetos, o inconscientes como respiración, frecuencia cardíaca y deglución. Desde hace 8 años, investigadores del Laboratorio de Interfaces hombre-Máquina (LabIM) en la Unidad Saltillo del CINVESTAV, trabajan en el desarrollo de sistemas de biofeedback basados en exergames enfocados al área de la rehabilitación física [3-5]. Su diseño parte de sensores no invasivos de grado médico para medir bioseñales como la cerebral y muscular, parámetros biomecánicos como la posición corporal y fuerzas; fisiológicos como la presión del aire y frecuencia cardíaca. Sus estudios confirman la utilidad de los exergames no solo como un procedimiento lúdico y motivacional para los pacientes, sino también como una herramienta que guía e incentiva la ejecución de los ejercicios en tiempo y forma, logrando resultados satisfactorios, pues se realizan con menor desviación respecto a la fisioterapia [5]. Recientemente, y debido a la emergencia sanitaria de la pandemia de COVID-19, los exergames emergen como un mecanismo de biofeedback aliado para combatir la vida sedentaria por aislamiento y fortalecer el sistema musculo-esquelético de individuos con alguna comorbilidad.

Seis meses después de la irrupción de la pandemia de COVID-19, investigadores del LabIM del Cinvestav, en conjunto con personal médico e infraestructura del Centro de Rehabilitación y Educación Especial (CREE) del DIF-Saltillo, empezaron a desarrollar un sistema de biofeedback basado en exergames para mejorar los síntomas de una de las secuelas del COVID-19 más reportadas: Disnea, que es la sensación de “falta de aire” o “urgencia desagradable por respirar”. Es un síntoma complejo y los factores que la ocasionan son multifactoriales. El entrenamiento de los músculos respiratorios alivia la disnea, aumenta la capacidad de caminar y mejora la calidad de vida, por lo tanto se introdujo en los programas de rehabilitación para mejorar su fuerza y su resistencia [2]. El sistema desarrollado por investigadores del LabIM del Cinvestav y financiado por el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Coahuila, no solo coadyuva en la evaluación de la condición de los músculos respiratorios; también ayuda a fortalecerlos con terapias personalizadas basadas en exergames y biofeedback. El funcionamiento de los músculos respiratorios se evalúa de forma indirecta y a través de la medición de las presiones máximas de inhalación y exhalación de la boca. Este sistema emerge en tiempos de pandemia para apoyar la medición de las presiones máximas respiratorias, que son rara vez evaluadas en las consultas médicas de rehabilitación por la falta de equipamiento o conocimiento necesario. La medición de las presiones máximas respiratorias es una práctica indispensable para la correcta prescripción de un programa de fortalecimiento muscular respiratorio.



Figura 1. Sistema desarrollado para medir la condición de los músculos respiratorios y entrenarlos con

exergames controlados con la presión del aire de inhalación y exhalación.

El sistema consiste en una aplicación para computadora y dos instrumentos portátiles con tres funciones (ver Figura 1): la primera es medir la presión máxima de inhalación y exhalación de la boca; la segunda es guiar a través de exergames los ejercicios de inhalación/exhalación con una carga de presión ajustable para fortalecer los músculos de la respiración; y la tercera es registrar y mostrar el historial de las presiones máximas de inhalación/exhalación. La lógica y dinámica de los videojuegos está programada para realizar series de ejercicios de inhalación y exhalación con una frecuencia e intensidad establecida previamente por el fisioterapeuta y en función de la máxima presión del aire de inhalación o exhalación detectada en cada paciente. El objetivo de los video-juegos es controlar de forma continua el movimiento de su personaje principal, por ejemplo un barco o un ave, con la presión del aire de la boca, para evitar o lograr que impacten o tomen otros elementos como rocas o frutas. No existe un dispositivo comercial que realice el fortalecimiento de los músculos de la respiración de manera lúdica y guiada, un concepto muy conocido, pero poco logrado en rehabilitación, para que el paciente mantenga su motivación y compromiso con la fisioterapia. El sistema se probó, con protocolo clínico, durante tres semanas en 15 individuos post-COVID-19. El procedimiento fue aprobado por el Comité de Ética del CREE y supervisado por un médico especialista en rehabilitación pulmonar. Los involucrados en el estudio realizaron terapias diarias de 20 min en su hogar con el sistema y cuya aplicación fue instalada en su computadora personal. Los participantes asistieron al CREE, al inicio y después de cada semana, para una revisión médica de control, medición de su presión máxima de inhalación y ajuste de la presión de carga del sistema. Los resultados reportaron en promedio una mejora del 20% en la presión máxima de inhalación en la primera semana; 30% en la segunda, y 40% en la tercera semana. El sistema mide los porcentajes, lo que minimiza la apreciación subjetiva del médico, es decir, se reduce el sesgo que pudiera introducir la experiencia o inexperiencia del personal médico. Así, estos resultados preliminares muestran la potencial utilidad del prototipo basado en exergames y el biofeedback como aliados para fortalecer los músculos respiratorios.



Figura 2. Participante realizando ejercicios de inhalación con el sistema

Los exergames y el biofeedback son instrumentos muy poderosos que usados en conjunto permiten a investigadores del LabIM desarrollar un sistema novedoso, portátil y de bajo costo para evaluar y guiar de manera personalizada ejercicios de rehabilitación respiratoria. Las pruebas clínicas realizadas en individuos post-COVID-19 demuestran que el sistema desarrollado es una solución viable para fortalecer los músculos respiratorios desde casa. El siguiente paso es convertir el prototipo en un producto médico; el camino para lograrlo es muy incierto y complejo, pues las instituciones de investigación o universidades en México carecen por lo general de mecanismos claros y efectivos para lograr que un prototipo de laboratorio se convierta en un producto. Además de que se requiere del concierto virtuoso de la Academia, Industria y Gobierno para instrumentar el camino hacia la tan demandada ruta de la independencia tecnológica del sector salud a través del desarrollo de dispositivos médicos. Concluimos señalando los continuos esfuerzos de los investigadores del LabIM del Cinvestav, Saltillo, en esta dirección desde la academia en vinculación con el sector salud, y hacia uno de los sectores poco conocidos y socorridos en México, el sector de rehabilitación pulmonar.

Referencias

- [1] El impacto del Covid-19 en los sistemas de salud frágiles y comunidades vulnerables y el papel de los fisioterapeutas en las tareas de rehabilitación, World Physiotherapy Respuesta Mundial de la Fisioterapia al COVID-19, Informe 5
- [2] María Rosa Güell Rous, Salvador Díaz Lobato, Gema Rodríguez Trigo, Fátima Morante Vélez, Marta San Miguel, Pilar Cejudo, Francisco Ortega Ruiz, Alejandro Muñoz, Juan Bautista Galdiz Iturri, Almudena García, Emilio Servera, Rehabilitación respiratoria, Archivos de Bronconeumología, Volume 50, Issue 8, 2014, pp 332-344.
- [3] Garcia-Hernandez N, Huerta-Cervantes K, Muñoz-Pepi I, Parra-Vega V. Personalized Touch-Based Exergame System for Unilateral and Bilateral Rehabilitation Training. Games Health J., vol. 3, pp. 157-167, 2022.
- [4] Garcia-Hernandez, N., Garza-Martinez, K., & Parra-Vega, V. (2018). Electromyography Biofeedback Exergames to Enhance Grip Strength and Motivation. Games for health journal, 7(1), pp 75–82.
- [5] Nadia Garcia-Hernandez, Karen Garza-Martinez, Vicente Parra-Vega, Armando Alvarez-Sanchez, Laura Conchas-Arteaga, Development of an EMG-based exergaming system for isometric muscle training and its effectiveness to enhance motivation, performance and muscle strength, International Journal of Human-Computer Studies, Volume 124, pp 44-55, 2019.

This entry was posted on Monday, October 10th, 2022 at 11:23 am and is filed under [Covid-19](#). You can follow any responses to this entry through the [Comments \(RSS\)](#) feed. Both comments and pings are currently closed.