

ESTUDIANTES-INVESTIGADORES

JOSÉ FREITES Y ENRIQUE RODRÍGUEZ, TESISISTAS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UC

No producimos sólo una tesis de grado, también damos respuesta a problemas de salud pública

RAFAEL SIMÓN HURTADO / FOTOS DE JOSÉ ANTONIO ROSALES



ENRIQUE RODRÍGUEZ Y JOSÉ FREITES, TESISISTAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD DE CARABOBO EXAMINAN EL DISPOSITIVO CREADO POR ELLOS.

La intoxicación por monóxido de carbono es una importante causa de morbimortalidad a nivel mundial. Consiste en un conjunto de signos y síntomas que se derivan de la entrada de este gas al organismo, habitualmente por las vías respiratorias. El CO, como también se le conoce, al no emitir olor, sabor y color, es absorbido por el organismo de forma inadvertida. Algunas estadísticas estiman que en los Estados Unidos se producen 600 muertes al año, y en Inglaterra, alrededor de 50, por su aspiración. La muerte ocurre principalmente por toxicidad cardíaca y neurológica, depresión respiratoria y acidosis metabólica.

En Venezuela no existe una cultura de prevención y examen para este tipo de afecciones de la salud. La detección, con antelación, de los padecimientos

causados por las fuentes productoras del perjudicial gas, no se revela sino hasta que ya han causado daño o producen algún síntoma.

José Freites y Enrique Rodríguez, tesisistas de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Carabobo, teniendo en consideración estos antecedentes, decidieron orientar su trabajo de tesis de grado en la búsqueda de un mecanismo que pudiese desarrollar un sistema detector de monóxido de carbono, en seres humanos, de uso fácil y económico, que prescindiera de la necesidad de recurrir a laboratorios especializados, y de exponer al paciente a exámenes con técnicas invasivas.

Para ello consultaron al Dr. Jesús Rodríguez, profesor asociado a dedicación exclusiva de la asignatura Fisiología Respiratoria, del Departamento de

Ciencias Fisiológicas de la Facultad de Ciencias de la Salud, y tutor de su tesis, para que los orientara en esta idea. La experiencia desarrollada por el Dr. Rodríguez en líneas de investigación relacionadas con la función pulmonar y la fisiología bronquial, le permitieron a los tesisistas, aspirantes al título de ingenieros electricistas, ponerse en el camino correcto.

El Dr. Jesús Rodríguez, quien además es profesor del postgrado de Salud Ocupacional en Neumología Ocupacional, y director del Centro de Investigaciones Ergológicas de la UC (CIERUC.), relata las motivaciones médicas:

-“Cuando se quema de manera incompleta cualquier producto orgánico, se libera una serie de sustancias. Una de esas sustancias es el monóxido de carbono (CO). Al fumar, por ejemplo, quemamos de manera incompleta la picadura del tabaco. Este material orgánico libera monóxido de carbono que, al penetrar en nuestras vías respiratorias, se difunde a través de los alvéolos pulmonares, hacia la sangre 200 veces más rápido que el oxígeno, combinándose con el hierro de la hemoglobina, hasta 300 veces más rápido. Este proceso forma lo que se denomina carboxihemoglobina (COHb) en lugar de la oxihemoglobina (HbO₂), lo que genera una serie de efectos dañinos al organismo”.

Para conocer las consecuencias que ocasiona este proceso, dice el Dr. Rodríguez, hay que medir la concentración de monóxido de carbono que queda fijo en la hemoglobina y que demora en expulsarse al exterior, luego de la exposición humana a la inhalación

de humo por incendios, por consumo de cigarrillos, o por aspiración del monóxido emanado de los automóviles y maquinarias de trabajo en lugares pobres en ventilación.

Relata el especialista en fisiología pulmonar que fue, precisamente, el conocimiento de esta situación lo que determinó la necesidad de desarrollar un dispositivo que, de manera rápida, fácil y confiable, permitiera cuantificar los niveles de monóxido de carbono en la hemoglobina de las personas sometidas a estos procesos contaminantes.

Cuando los tesisistas Freites y Rodríguez analizaron las posibilidades de su trabajo, respiraron profundo, sopesaron el aire de las fortalezas y las debilidades del proyecto, y luego de diez meses de intenso trabajo, exhalaban sobre el papel el resultado de sus investigaciones. Un dispositivo que examinaría no sólo el nivel tóxico de los consumidores de cigarrillos, sino de todo aquel que estuviese expuesto a ambientes contaminantes por monóxido de carbono.

El aire que expiramos

El nombre del proyecto es "Diseño y Construcción de un Medidor de Monóxido de Carbono". Y la intención, explican Freites y Rodríguez, es crear un sistema que sirviese para detectar y cuantificar los niveles de monóxido de carbono contenidos en el aire expirado por un fumador, o por una persona expuesta a un ambiente contaminado.

El Medidor de Monóxido de Carbono es un sistema de diagnóstico para la determinación de daños producidos por el CO, y consiste en el desarrollo de un medio capaz de tomar el aire expirado, procesarlo y determinar cuál es la concentración de CO contenido en él.

-"Es una prueba rápida, segura y confiable, afirman los tesisistas, que se puede hacer tanto en el consultorio como en la calle, la industria, o el centro de trabajo en general, y permite conocer el grado de contaminación de la hemoglobina por monóxido de carbono. El equipo diseñado es una herramienta que puede ser usada por

médicos especialistas o no, y permite hacer labores de prevención sobre el hábito de fumar y sus efectos sobre la salud. Es un mecanismo que garantiza la efectividad de la detección, el tiempo de respuesta, la selectividad, el costo, la facilidad de traslado, la capacidad en el procesamiento de datos y la presentación de los resultados".

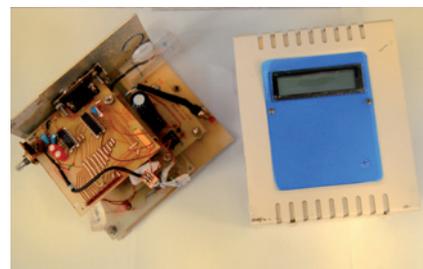
Además, según relatan, es un proyecto factible, es decir, técnica y financieramente posible; original, pues cumple con una función social, en este caso, médica; amigable y sencillo, en razón de que, al contrario, de los exámenes realizados hasta ahora, mediante una muestra de sangre, no se valen de pruebas invasivas que involucran instrumentos que penetran físicamente el cuerpo.

-"Ahora, con el detector de CO, los niveles de carboxihemoglobina en la sangre, que es la hemoglobina resultante de la unión con el monóxido de carbono, dicen los entrevistados, pueden determinarse directamente midiendo el monóxido de carbono en el aire expirado. Porque si bien es cierto, afirman, que el análisis de hemoglobina en el laboratorio para medir la carboxihemoglobina, es un método de alta precisión, hay investigaciones que demuestran la alta especificidad y correlación entre el monóxido de carbono expirado y el contenido del mismo en la hemoglobina".

Este aspecto, agregado a las ventajas comparativas de ambos procedimientos, llevan a los noveles investigadores a inclinarse por la conveniencia del dispositivo creado por ellos.

Añaden como razones para defender su propuesta, el alto costo, tanto en su adquisición como en su mantenimiento, de los equipos de laboratorio con los que se realiza la prueba de la carboxihemoglobina, (como el gasómetro arterial, prueba cuantitativa que consiste en tomar una muestra de sangre y procesarla en un equipo especial); en contraposición de los bajos costos del mecanismo producido en el Laboratorio de Bioelectrónica de la UC.

Otro inconveniente advertido es el



EL MEDIDOR DE MONÓXIDO DE CARBONO ES UN DISPOSITIVO QUE EXAMINA EL NIVEL TÓXICO DE TODA PERSONA EXPUESTA A AMBIENTES CONTAMINANTES POR MONÓXIDO DE CARBONO.



"ES UNA PRUEBA RÁPIDA, SEGURA Y CONFIABLE, AFIRMAN LOS TESISISTAS, QUE SE PUEDE HACER EN EL CONSULTORIO, EN LA CALLE, O EN LA INDUSTRIA".



EL EQUIPO DISEÑADO ES UNA HERRAMIENTA QUE PERMITE HACER LABORES DE PREVENCIÓN SOBRE EL HÁBITO DE FUMAR Y SUS EFECTOS SOBRE LA SALUD.

de la imposibilidad de control entre el tiempo en el que el paciente estuvo expuesto al gas, y el de realización de la prueba. "Aun si se realizara la extracción de sangre en el consultorio, aseguran, habría que trasladarla hasta el laboratorio, lo que hace que la prueba pierda confiabilidad sino se hace con una serie de medidas de control".

En el país, señalan, el problema de la contaminación por monóxido de carbono es abordado de manera indirecta, ya que los médicos se abocan a analizar los efectos producidos por el CO en el organismo, -como por ejemplo, los daños producidos en el sistema cardiovascular y respiratorio-, sin tomar en cuenta las concentraciones

de CO en el paciente en un determinado instante. Si esta acción se llevara a cabo con prontitud, el control sería más riguroso. “Esta es una de las consecuencias de los elevados costos que tienen los equipos que, hasta ahora, realizan estos exámenes”.

Ventajas comparativas

Explican los estudiantes-investigadores que “en Venezuela, en muy pocos lugares se realizan las pruebas de detección de monóxido de carbono, y ello por dos razones esenciales: la primera, el elevado costo de los equipos y reactivos existentes; y la segunda, los estudios hematológicos, además de ser onerosos, pueden resultar traumáticos en virtud de su naturaleza invasiva”.

Por lo general, dicen, el método de detección a través de la sangre, causa molestias, debido a que es un procedimiento que irrumpe en el cuerpo para extraer sangre del paciente con una jeringa. Este método puede resultar incómodo, en vista de que el paciente experimenta distintos traumas, como dolor; en algunas oportunidades hematomas, o lesión de algún nervio. Además, esta clase de exámenes debe realizarse en aproximadamente 24 horas, lo que significa, según ellos, una pérdida de tiempo.

De esta manera, los objetivos del proyecto se encaminaron a desarrollar un sistema que permitiera prescindir, por una parte, de los laboratorios especializados, por los elevados costos en la realización de los exámenes; y, por otro, evitar exponer al paciente a técnicas causantes de grandes traumas. Pero, sobre todo, en producir un mecanismo capaz de dar resultados en pocos segundos, y con la mayor precisión posible, señalando fielmente los niveles de concentración de monóxido de carbono en el aire expirado por el paciente.

- “Los efectos del monóxido de carbono en la salud humana, argumentan los entrevistados, son consecuencia de su capacidad para combinarse con la hemoglobina, y producir carboxihemo-

globina, proceso por el cual, la hemoglobina se mezcla con el monóxido de carbono, desplazando al oxígeno. La principal derivación de este proceso es que se disminuye el transporte de oxígeno por la sangre, produciendo diferentes efectos, según la concentración, tales como falta de aliento, náusea y mareos ligeros; dolores de cabeza, confusión mental o desmayo; y a nivel crónico, estrés en el sistema cardiovascular, baja tolerancia al ejercicio y ataque cardíaco”.

De allí la importancia que un dispositivo como el propuesto, tenga la capacidad de alertar, con prontitud, sobre los peligros de gases tóxicos en el organismo. Es innegable, para todo aquel que pueda hallarse en riesgo, por la naturaleza de su trabajo (trabajadores de la construcción de túneles de



“EL LABORATORIO DE BIOELECTRÓNICA DE LA UNIVERSIDAD DE CARABOBO ES UN ESPACIO EN DONDE LOS ESTUDIANTES PODEMOS DESARROLLAR PROYECTOS ÚTILES A LA COMUNIDAD”.

líneas del metro o del ferrocarril; conductores de grandes maquinarias de combustión diesel, empleados en las cabinas de los peajes de las autopistas, consumidores crónicos de cigarrillos, y trabajadores en los incendios forestales), de la necesidad de un mecanismo como éste.

Saber conectado

Luego de diez meses de investigación, los estudiantes-investigadores llegaron a la conclusión de que todo el conocimiento está conectado. El saber humano forma parte de una gran red en cuyo tejido se entremezclan las diferentes disciplinas científicas. En la medicina, por ejemplo, para obtener datos precisos para el diagnóstico

médico, también se requiere de procedimientos electrónicos, mecánicos, acústicos y ópticos, a los que la ingeniería da respuesta.

En el Laboratorio de Bioelectrónica, de la Universidad de Carabobo, “un espacio de trabajo cuya meta principal es el desarrollo tecnológico y la formación técnica para el diseño e implementación de sistemas eléctricos y electrónicos relacionados con el área de la bioingeniería”, José Freites y Enrique Rodríguez encontraron los dispositivos para establecer esa conexión, pues como ingenieros se involucraron en el área de la medicina para diagnosticar las patologías relacionadas con la fisiología pulmonar.

La misión fundamental de este centro de investigación, que es fomentar el desarrollo de sistemas eléctricos y

electrónicos, y estimular el diseño e implementación de nuevas tecnologías, necesarias para la solución de los problemas de salud pública, mediante la bioelectrónica, se cumple dando abrigo a proyectos como los de Freites y Rodríguez.

- “El Laboratorio de Bioelectrónica es un espacio en donde la ingeniería electrónica aplicada a procesos biológicos, encuentra eco, y los estudiantes podemos desarrollar proyectos que, al

tiempo que sirven para cumplir con nuestras tesis de grado, son útiles para solucionar problemas concretos de la comunidad”, afirman.

- “Desde este punto de vista, estamos cumpliendo también con la misión del centro. Estamos haciendo labor social, al dar un gran aporte a la comunidad. No podemos olvidar que hay personas que han muerto por intoxicación de monóxido de carbono. No es únicamente producir una tesis para alcanzar un título; es también darle respuesta a un problema grave de salud pública, desde el punto de vista humanístico. El conocimiento en beneficio de una solución fácil, que permita que cualquier persona pueda tener acceso a esta tecnología”. 🐾