

Medicina especializada presencial remota mediante el uso de robots en áreas críticas

Gilberto Felipe Vázquez de Anda,^{*,†} Sebastián Larraza Rico,^{*} Nora P González Carbajal,^{*} Óscar González,^{*} Ángel Salinas Arnaut,[‡] Roberto I Camacho Beiza^{*}

RESUMEN

Existe un déficit de especialistas en medicina crítica y terapia intensiva, tanto en México como en países del primer mundo. Ante este déficit, se han organizado equipos de especialistas en cuidados intensivos que brindan atención médica en áreas críticas a través de robots teledirigidos. A esta práctica se le conoce como «Telepresencia». La Telepresencia en áreas críticas se apoya en las telecomunicaciones, principalmente en el internet de alta velocidad, lo que permite la interacción entre grupos de médicos, distantes unos de otros, mediante una teleconferencia. El equipo necesario para realizar la teleconferencia se encuentra ensamblado en un dispositivo móvil – un robot – el cual se conduce de manera remota hasta el sitio donde se encuentra el paciente. De esta manera se proporcionan interconsultas, evaluaciones como segunda opinión y se incrementa el apego a las guías y recomendaciones de buenas prácticas. Entre los beneficios de la práctica de la Telepresencia se encuentran: el acortamiento en la distancia y el tiempo de acceso a los médicos especialistas en Cuidados Intensivos; el incremento en la calidad de la atención médica y en la seguridad del paciente; la disminución de la mortalidad y estancia hospitalaria; la reducción en el tiempo del diagnóstico especializado e inicio del tratamiento específico; lo cual conlleva al ahorro en los costos por hospitalización y atención médica.

Palabras clave: Telepresencia, robótica, UCI.

SUMMARY

It is known that there is a shortage of specialists in critical care medicine around the world. Innovation in telecommunications with audio and video in real time along with robotics at the Intensive Care Unit (ICU) has been more accepted as a way to satisfy the shortage of specialists. Telepresence has improved communication face to face between doctors from suburban hospitals with critical care medicine specialists from high care hospitals. Through this new practice (Telepresence) among with Tele-ICU is possible to make medical attention closer, reducing distances and time to start specialist care to critically ill patients in places where there are not specialists' available 24/7. Robots have capabilities to move freely around acute care facilities and are operated by a physician who is placed in a distant high care hospital. There is an improvement in quality of care, decrease in mortality rate, length of stay, reduction of time leg specialized diagnostics and specific treatment, decreasing the cost of medical attention. Recently, in Mexico a new program about Telepresence Robotics in Critical Care started in five suburban hospitals at the State of Mexico. The program includes rounds at the ICU and other advance life support processes.

Key words: Telepresence, robotics, ICU.

www.medigraphic.org.mx INTRODUCCIÓN

* Hospital Materno Perinatal «Mónica Pretelini» (MPH) del Instituto de Salud del Estado de México.

† Profesor Investigador del Centro de Investigación en Ciencias Médicas de la Universidad Autónoma del Estado de México.

‡ Coordinación de Salud del Instituto de Salud del Estado de México.

El progreso científico y tecnológico en la medicina crítica ha llevado a crear un nuevo orden en la estructura organizacional de las Unidades de Cuidados Intensivos (UCIs). Entre los cambios esperados se encuentran: promover y practicar el trabajo en equipo, incrementar la calidad y la seguridad en la atención médica de pacientes con enfermedad aguda grave e incorporar el monitoreo a distancia

(Telemedicina) mediante las Tecnologías de la Información (TI).^{1,2} Las UCIs representan el 10% de las camas hospitalarias y consumen el 35% del presupuesto hospitalario. Además, requieren de personal médico y de enfermería altamente capacitado para la atención de pacientes con disfunción multiorgánica y un elevado riesgo de muerte. Sin embargo, existe un déficit de especialistas en cuidados intensivos, no sólo en México sino en todo el mundo, el cual se observa principalmente en hospitales generales de ciudades distantes a las capitales y en los hospitales de alta especialidad.^{3,4} Ante este déficit se ha propuesto crear equipos de cuidados intensivos que brinden atención médica especializada presencial remota mediante el uso de robots, también conocida como «Telepresencia» en UCI.⁵ La Telepresencia puede ser vista como una solución innovadora para compensar la falta de médicos especialistas en áreas críticas ubicadas en los hospitales de segundo nivel, distantes a los centros de alta especialidad o en hospitales donde se observe un déficit importante de especialistas en medicina crítica en su plantilla laboral.⁶

TELEPRESENCIA

La idea de enviar y recibir información a distancias considerables del hospital fue concebida por investigadores a principios del siglo pasado.⁷ En países del primer mundo, las telecomunicaciones tienen un papel importante en la transferencia de información desde la UCI a puntos dentro y fuera del hospital, lo que constituye una realidad aplicable a la práctica médica diaria.⁸ Se calcula que el 60% de los médicos tienen acceso a la información de sus pacientes a través de PDAs (Personal Digital Assistant, de sus siglas en inglés) y teléfonos celulares. Por lo tanto, además de tener acceso a bases de datos, libros, Internet entre otros, se puede obtener la información de un paciente (signos vitales, resultados de laboratorio, notas del expediente clínico, estudios radiológicos) la cual puede ser consultada de manera remota prácticamente en el momento que es generada.

La Telemedicina se apoya en el uso de las telecomunicaciones para permitir al médico interactuar en tiempo real con pacientes, familiares u otro personal profesional de la salud en dos o más instalaciones remotas. En el caso particular de la UCI, la Telemedicina o propiamente Tele-UCI,⁹ es un servicio que puede utilizar sistemas fijos y/o sistemas móviles para intercambiar información.

Los teléfonos móviles y PDAs son el medio de comunicación más común entre los miembros de un equipo de trabajo cuando no es posible la comunicación interpersonal. Cuando el equipo de trabajo está formado por médicos pertenecientes a diferentes departamentos inter o intrahospitalarios, el proceso de comunicación «no interpersonal» (o vía telefónica) es utilizado con frecuencia. Por lo general el mensaje enviado mediante este proceso de comunicación pasa por diferentes etapas antes de llegar al médico especialista, además de superar las barreras lingüísticas y la subjetividad de los interlocutores. Por ejemplo, si la condición de un paciente en particular se agrava, la comunicación inicia cuando la enfermera que atiende al paciente notifica al médico (becario o general) encargado del área. Éste a su vez notifica vía telefónica al especialista el estado del paciente y recibe indicaciones de manera retroalimentación verbal.

El inconveniente de este proceso de comunicación es que el especialista no tiene acceso visual al paciente ni a su expediente clínico. El proceso de comunicación se simplifica cuando se incorpora un robot con capacidades para transmitir audio y video en tiempo real como parte del equipo de la UCI. De este modo, cuando la enfermera detecta un cambio en las condiciones del paciente, notifica al médico especialista localizado en una «Central Remota» (CR), más aún, el mismo especialista puede ser quien detecte el cambio e inicie las medidas necesarias para mejorar las condiciones del paciente. Mediante las TI es posible integrar un sistema para consultar el expediente clínico y radiológico, además de realizar un examen físico a distancia. Incluso, se puede integrar una *interface* para captar la información proveniente de equipos como monitores y ventiladores (*figura 1*).¹⁰

La Telepresencia no sustituye ni reemplaza al personal médico, sino es una medida innovadora para reducir el impacto del déficit de intensivistas y otros especialistas y subespecialistas en áreas remotas, a fin de mejorar la calidad de la atención médica en hospitales distantes a los centros de alta especialidad.¹¹⁻¹⁵ Por ejemplo, este sistema permite al intensivista ver, interactuar y sentirse parte del equipo de trabajo en la UCI *en un ambiente más «humano»*. La Telepresencia acorta la distancia geográfica y el tiempo de acceso de los intensivistas al paciente en estado crítico, lo que ha permitido incrementar la calidad de la atención médica y disminuir la mortalidad en pacientes con elevado riesgo de muerte.¹¹ Los objetivos primordiales de la



Figura 1. Proporción del robot RP7-i (IntouchHealth®, Santa Barbara, California, USA) en comparación con una persona de 1.70 m de estatura. Las flechas señalan las partes de la que se compone el robot. 1. Cámaras. 2. Micrófono direccional. 3. Antena. 4. Pantalla LCD. 5. Bocinas. 6. Cuerpo del robot. 7. Sistema de locomoción. 8. Sensores de distancia.

Cuadro I. Sitios en el hospital en donde se lleva a cabo la medicina especializada presencial remota.

Áreas críticas intrahospitalarias

- Cardiología
- Unidad de Cuidados Intensivos
- Urgencias
- Neurología
- Neonatología
- Quirófano
- Cirugía
- Valoración preanestésica

Telepresencia son: disminuir los tiempos en atención, diagnóstico y en el inicio de tratamiento especializados. Así mismo incrementar la seguridad en la atención del paciente en estado crítico.¹³

Al día de hoy es posible proporcionar atención médica especializada las 24 horas de los 365 días del año a través de la telepresencia. Dentro de los beneficios de contar con un robot se encuentran el desplazamiento teledirigido dentro de las instalaciones del hospital hasta el sitio en donde se requiera

la atención (*cuadro I*). Este tipo de atención médica es un ejemplo de los mejores usos del Internet en beneficio de la sociedad.¹⁰ En la actualidad es posible proporcionar atención médica especializada mediante computadoras portátiles (laptops) que tengan acceso a Internet. El robot permite al intensivista localizado en la CR estar «presente» e interactuar con los médicos tratantes de los hospitales de segundo nivel, incluso hay softwares que permiten la interacción entre los usuarios de diferentes CRs en un mismo robot. Por otra parte, también es posible mantener una comunicación con el personal de trabajo social, se pueden proporcionar tratamientos con participación directa del paciente y sus familiares.¹⁵

Con el uso de robots es posible incrementar el apego a las guías y recomendaciones de buenas prácticas clínicas y llevar a la medicina especializada a un hospital general en áreas suburbanas.¹² Además se permite promover la capacitación a través de conferencias académicas de educación a distancia, compartir datos, proyectos de mejora hospitalaria y manejo de pacientes con patología compleja, quienes por sus condiciones no pueden ser trasladados a un hospital de alta especialidad.¹⁶ Una ventaja en la organización de la Telepresencia tanto en el sistema público como en el privado es que un solo equipo de trabajo médico puede atender varias UCIs al mismo tiempo, generando ahorros en los gastos por plantilla de personal.

El equipo de telepresencia puede incluir a intensivistas certificados y con amplia experiencia clínica, enfermeras especialistas en cuidados intensivos, neurólogos, cardiólogos, especialistas en urgencias médicas, farmacólogos clínicos, neumólogos, entre otros.

EL ROBOT

Uno de los objetivos de la medicina crítica es proporcionar una atención especializada al enfermo en estado crítico.¹⁷ Paul Vespa introdujo el concepto de telepresencia con robots. El sistema de telepresencia consta de una estación central, antenas inalámbricas en las áreas para desplazamiento dentro del hospital y el robot que funcionará como interface, requiriendo de internet inalámbrico de banda ancha (*figura 1*).

El robot funciona como interface entre el paciente y el médico, quien es visto y escuchado a través de una pantalla que despliega audio y video en tiempo real. El Robot es un dispositivo *Mobile* (Intouch

Health®, Santa Barbara CA, USA) que tiene una cámara digital de dos vías, audio y video que permite la observación e interacción cara a cara entre dos grupos de médicos y/o enfermeras distantes unos de otros. El robot tiene un diseño antropométrico que consiste en cabeza (pantalla plana de TV) y un cuerpo cilíndrico montado sobre un marco móvil que es capaz de desplazarse alrededor de la UCI de lado a lado y mueve la cabeza hacia la cara de las personas en UCI. Las dimensiones del robot son 5.7 pulgadas de alto con una base de 20 de ancho (figura 1). La información es de mejor calidad y comprensión que la proporcionada vía telefónica, ya que el robot permite ver al paciente, datos del monitor, ventilador mecánico o la hoja de enfermería y permite mejorar la comunicación directa con la familia y el paciente. A través del sistema se puede realizar el interrogatorio, una valoración neurológica, hemodinámica y pulmonar.^{13,14}

La computadora que se utiliza en la estación central (Intouch Health Santa Barbara) está integrada con un sistema de informática denominado Global Care quest (GCQ, Aliso Viejo Calif) global Care Quest es un sistema que puede integrar la información proveniente de varios sistemas como el sistema electrónico hospitalario incluyendo radiografías, laboratorios y expedientes clínicos, la cual es desplegada sobre una pantalla de fácil uso. Se puede desplegar al mismo tiempo y de manera simultánea la información del sistema hospitalario y la videoconferencia en tiempo real proveniente del robot localizado remotamente en una UCI. La pan-

talla del robot aparece en el panel izquierdo y la GCO en el derecho, lo que facilita la intervención médica por telepresencia (figura 2).

ESTUDIOS CLÍNICOS

La posibilidad de proporcionar un apoyo a distancia a médicos en la terapia intensiva «cara a cara» fue realizada por primera vez por Gundy y colaboradores.¹⁸ Este grupo utilizó una conexión audiovisual de dos vías entre un hospital privado pequeño y un centro médico universitario; los autores concluyeron que es posible proporcionar una consulta regular en la terapia intensiva y que la conexión audiovisual es superior a la comunicación telefónica. Además, estos dispositivos permiten el acceso a bases de datos tales como expedientes electrónicos, bases de datos de medicamentos, y libros de texto. El programa eUCI (viscull Baltimor MD) consiste en tener un centro de monitoreo central y monitoreo a pacientes en múltiples ICU de manera simultánea y en tiempo real. Este estudio demostró que existe un incremento en la calidad de atención médica en la Unidad de Cuidados Intensivos y una reducción en la mortalidad hospitalaria ajustada a severidad de 12.9 a 9.4% después de implementar el sistema.

Los resultados han demostrado un incremento significativo de terapia endovascular en los pacientes con EVC, en donde 83% de los pacientes con indicación para trombólisis recibieron el tratamiento.¹¹ El tiempo de intervalo transcurrido entre que el paciente se encontraba normal y el arribo al Departamento de Urgencias fue de 67 minutos. El tiempo de intervalo entre el arribo del médico hasta la llamada de respuesta fue de 8.5 minutos, tiempo de intervalo de la valoración neurológica a la administración del TPA (en el sitio de recepción del paciente) 33 minutos. Tiempo de la puerta a la aguja 8.5 minutos (de 33 a 41.5 minutos). Uno de los beneficios observados fue que 18 hospitales administraron TPA por primera vez. Se documentó que 30% de los pacientes fueron trasladados a Cuidados Intensivos, de los cuales 25% de los transferidos fueron a cateterismo, y de éstos el 50% recibieron intervención. El promedio de la escala de *STROKE* del *National Institute of Health* de los Estados Unidos de América (NIH, de sus siglas en inglés) al ingreso fue de 10 puntos y al egreso de 3 puntos.

Se documentó que entre más rápido se proporciona atención especializada a los pacientes con EVC, mejores son las posibilidades para iniciar un tratamiento temprano. El 99% de los pacientes con



Figura 2. Central remota: 1. Computadora de escritorio. 2. Pantalla doble. 3. Bastón de mando. 4. Teclado. 5. Micrófono. 6. Cámara. 7. Bocinas.

EVC pueden ser vistos y tratados oportunamente en el Departamento de Urgencias. Más aún, en una ciudad pequeña distante, de difícil acceso, es conveniente tener una segunda opinión de un especialista, por lo que la telepresencia tiene un valor agregado. La telepresencia incrementa la sobrevivencia en el Servicio de Urgencias¹¹ y determina el mejor curso de acción del paciente, dando la mejor oportunidad de sobrevivencia y proporciona el mejor tratamiento para EVC, proporcionando de manera más rápida, eficiente y bajo el cuidado de un subespecialista.

En otras series⁹ se observó el beneficio de este tipo de programas en pacientes con trauma grave, en donde el tratamiento especializado fue de mejor calidad cuando fue asistido por un cirujano de manera remota desde un centro de trauma.

Vespa y colaboradores realizaron un estudio en pacientes neuroquirúrgicos, quienes se encontraban en una terapia intensiva neurológica. El objetivo del estudio fue para responder al llamado del personal en la UCI (enfermera) utilizando las ventajas de la videoconferencia a través de los robots. La hipótesis fue que el uso de la telepresencia con robots disminuye el tiempo de respuesta del médico ante enfermos inestables. Se recabó información del paciente, días de estancia y mortalidad, monitorizaron variables fisiológicas como presión intracraneal, objetivos del tratamiento, control glucémico, etc.

Los resultados mostraron que las principales circunstancias que motivaron la llamada del médico son: paciente inestable con presión intracraneal (PIC) elevada o alteración de la onda de PIC, sospecha de isquemia cerebral, deterioro en la escala de coma de Glasgow, hipotensión refractaria, hipoxemia, decisiones médicas que requerían una supervisión a la cabecera del enfermo o situaciones de triage. Se documentó que la respuesta fue alcanzada a los 15 minutos y se observó una reducción significativa en el tiempo de atención del médico cara-cara para con el robot de 9.2 ± 9.3 minutos vs convencional 218 ± 186 minutos. Disminución del tiempo de latencia de 7.8 ± 2.8 contra 152 ± 85 y ICP elevada 11.7 ± 14 vs 100.8 ± 55 $p < 001$. Hubo una reducción de estancia en UCI en pacientes con hemorragia subaracnoidea de dos días y 1 reducción de un día de estancia en UCI en pacientes con trauma craneoencefálico. Hubo ahorro de 1.1 millones atribuibles al uso del robot.

Uno de los usos potenciales de la telemedicina a distancia con robots es la conformación de equipos de respuesta rápida intrahospitalaria. Algunos equipos de respuesta rápida son conformados por

enfermeras y terapeutas respiratorios debido a la limitada disponibilidad de médicos para proporcionar este cuidado. Youn BA¹⁹ propuso el uso de robots como equipo de respuesta rápida. En su estudio reportó una cobertura de 44 camas de UCI en 5 hospitales. Con una capacidad combinada de 752 camas. Se atendieron 66 llamadas de los pisos de medicina y cirugía. En 16 semanas del programa los resultados reportan que la telemedicina con robots proporciona atención inmediata y dio órdenes médicas en 70% de los casos y 55% de estos casos requieren transferirse a otro hospital. Disminuyó el número de códigos azules (paros cardiorrespiratorios) en un promedio de 10% (de 38 a 28%) y las llamadas a los mismos disminuyeron de 11 a 8.7%. La satisfacción de los usuarios (enfermeras) fue muy positivo mejorando la comunicación con el hospital y mejor colaboración con el paciente.

En otro estudio Young BA¹² utilizó los robots para mejorar la calidad de los pacientes en ventilación mecánica, basado en la dificultad para monitorear las recomendaciones en la práctica diaria, principalmente las órdenes médicas incompletas o faltantes de dosis de medicamentos, el uso de dispositivos y la falta de documentación previa para tratamientos aplicados o contraindicados. Observó que a pesar de los esfuerzos académicos y auditivos la falta de documentación rara vez alcanza el 100%. La metodología utilizada fue la de realizar un seguimiento con robots a través de telepresencia, las variables: elevación de la cabecera, profilaxis para trombosis venosa profunda y profilaxis para úlcera péptica. El estudio comprendió tres fases: La primera el pase de visita con el robot, la segunda que el médico mediante telepresencia tuviera la capacidad y respaldo para prescribir medicamentos y la tercera fase comprendió la comunicación entre la enfermera y el médico a distancia. Se realizaron dos visitas al día para realizar la documentación. El autor concluyó que el apego a las recomendaciones en tres componentes de las mediciones de calidad en el paciente ventilado mostró mejor cumplimiento cuando se apoyó la visita mediante telepresencia con robots.

EXPERIENCIA EN MÉXICO DEL USO DE ROBOTS EN MEDICINA PRESENCIAL REMOTA

En México existe experiencia con el uso de robots en procedimientos quirúrgicos y de telemedicina.²⁰ Sin embargo, el uso de robots como herramienta para la práctica de telepresencia en áreas críticas ha sido recientemente incorporado por el Instituto

de Salud del Estado de México (ISEM) como una medida innovadora y aceptado para contrarrestar el déficit de médicos especialistas en ciudades distantes a la capital del estado.²¹

El programa de Robótica en Medicina Crítica fue sugerido hace poco más de dos años para contrarrestar el déficit de médicos especialistas en cuidados intensivos en ciudades distantes. El programa incluye a cuatro hospitales y se atienden 9 procesos. Los procesos hasta ahora incluidos son los siguientes: Proceso de atención a la paciente embarazada complicada con enfermedad aguda y el cual está encaminado a disminuir la mortalidad materna, el proceso de atención de pacientes con trauma, proceso de atención a pacientes que requieren de apoyo vital cardíaco avanzado, proceso de atención de pacientes en estado crítico, proceso de atención a pacientes con enfermedades neurovasculares, proceso de urgencias, proceso de atención como equipos de respuesta rápida, pacientes que requieren traslado aéreo en condiciones críticas y plan de contingencia en casos de influenza AH1N1.^{21,22}

El programa dio inicio el primero de Agosto del 2009 en una fase piloto, el cual incluyó a tres hospitales generales localizados a no menos de 60 km de la capital del Estado (Toluca), entre los que se encuentran: Hospital General de Atlacomulco, Hospital General de Tejupilco y el Hospital General de Valle de Bravo. Se contó con la presencia de un médico especialista que atendió los distintos procesos del programa durante turnos diurnos de lunes a viernes y en caso necesario a través de una compu-

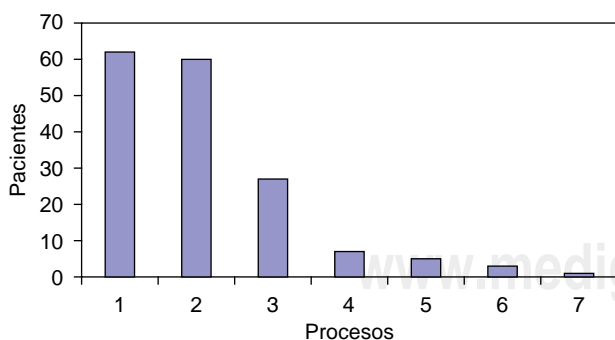
tadora portátil (laptop) durante los fines de semana. Como se puede observar en la *figura 3* los procesos más atendidos fueron la atención de pacientes en la Unidad de Cuidados Intensivos y la atención a los pacientes con influenza durante el segundo pico de la pandemia de influenza AH1N1 en México (ICU management influenza). Se han realizado cinco traslados aéreos de pacientes con trauma grave y pacientes con complicaciones del embarazo, parto o puerperio. Se ha proporcionado asistencia en la programación, monitoreo y ajuste de la ventilación mecánica, colocación de catéteres intravenosos, intubación endotraqueal y medición de la presión intraabdominal.²²

Hasta el momento al programa se han incorporado dos hospitales: Tenancingo y el Hospital General Nicolás San Juan, localizado en la ciudad de Toluca, este último con un programa paralelo, el cual atiende a niños con quemaduras graves y a pacientes pediátricos en estado crítico. Se cuenta ya con la cobertura las 24 horas del día los siete días de la semana con médicos intensivistas repartidos en seis turnos.

El programa ha tenido una respuesta favorable por parte de las enfermeras y médicos de los hospitales generales de ciudades pequeñas en el Estado de México. Al término de la primera fase se espera incluir otros dos procesos: el proceso de atención de padecimientos neurovasculares y el proceso para la prevención de trombosis venosa profunda en pacientes hospitalizados con alto riesgo de trombosis.

CONCLUSIÓN

La medicina especializada presencial remota ha emergido como una necesidad en el déficit de médicos intensivistas en ciudades distantes para proporcionar atención especializada a pacientes en estado crítico. La telepresencia hace uso de las telecomunicaciones, la robótica y la Internet para que un equipo localizado en un hospital de tercer nivel pueda integrarse de manera simultánea y en tiempo real con otro equipo de salud localizado remotamente. El objetivo de la telepresencia es mejorar la calidad de la atención médica, acortar los tiempos de diagnóstico, atención especializada y disminuir la mortalidad de pacientes en estado crítico. A pesar de que hasta ahora la experiencia es limitada se ha podido observar un beneficio directo en pacientes obstétricas con enfermedad aguda grave, pacientes que presentan complicaciones graves intrahospita-



1) Influenza AH1N1; 2) UCI; 3) Urgencias; 4) Equipo de respuesta rápida; 5) Soporte avanzado de vida en trauma grave; 6) Traslado aéreo; 7) Código MATER.

Figura 3. Pacientes atendidos por el Programa de Medicina Especializada Central Remota (Telepresencia) por procesos. Periodo 1º de agosto al 31 de diciembre del 2009.

larias, pacientes con trauma múltiple, pacientes con EVC, y en pacientes que son ingresados a la UCI. El uso de robots en áreas críticas permite la integración del equipo médico de alta especialidad a los equipos de salud, pacientes y familiares localizados remotamente. Con esta práctica es posible eliminar las distancias y optimizar los recursos especializados de salud de manera simultánea a más de una localidad. Esperamos que con esta práctica se dé una mejor atención a pacientes con riesgo elevado de enfermedad aguda grave o que se encuentren en estado crítico, en ciudades distantes a hospitales de alta especialidad.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a las autoridades del Instituto de Salud del Estado por su entusiasta participación e implementación del programa de Medicina Especializada Presencial Remota. A los Directores, personal médico, de enfermería, paramédicos, trabajo social y administrativo de los Hospitales Generales de Atlacomulco, Valle de Bravo, Tejupilco, Tenancingo y Nicolás San Juan, Toluca, por todas las facilidades y apoyo para el éxito del programa. Al Fondo de Fomento y Desarrollo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONDICT) de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex) por la asistencia técnica para el programa.

BIBLIOGRAFÍA

- Heimreich RI. On error management: lessons from aviation. *BMJ* 2000;320:781-785.
- The Leapfroggroup for patient safety. <http://www.leapfrog-group.org/>.
- Angus DC, Kelley MA, Schmitz RJ, White A, Popovich J Jr. Caring for the critically ill patient. Current and projected workforce requirements for care of the critically ill and patients with pulmonary disease: can we meet the requirements of an aging population? *JAMA* 2000;284:2762-2770.
- Pronovost PJ, Holzmueller CG, Clattenburg L et al. Team care: beyond open and closed intensive care units. *Curr Opin Crit Care* 2006;12:604-608.
- Chung, KK et al. Robotic Telepresence: Past, present, and future. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 2007;21(4):593-596.
- Vázquez de Anda GF. The Mexican healthcare system: The practice of critical care medicine. *ICU Management* 2009;9:36-39.
- Eithoven. Le Telecardiogramme. *Arch Int Physiol* 1906;4:132.
- Pronovost PJ, Angus DC, Dorman T et al. Physician staffing patterns and clinical outcomes in critically ill patients. *JAMA* 2002;288:2151-2162.
- SCCM Tele-ICU Committee. *Telemedicine in the Intensive Care Unit*. http://www.learnicu.org/SiteCollectionDocuments/Telemedicine%20_FINAL.pdf.
- Smith CD, Skandalakis JE. Remote presence proctoring by using a wireless remote-control videoconferencing system. *Surgical Innovation*, 2005;12:T1-T5.
- Vespa PM et al. Intensive care unit robotic telepresence facilitates rapid physician response to unstable patients and decreased cost in neurointensive care. *Surgical Neurology* 2007;67:331-337.
- Young BA. ICU process improvement: using telemedicine to enhance compliance and documentation for the ventilator bundle. *Chest* 2006;130:102s.
- Vespa P. Robotic Telepresence in the intensive care unit. *Journal of Critical Care* 2005;9.
- Vespa P. Robotic Telepresence Rounding. *ICU Management* 2005.
- Thacker PD. Physician-robot makes the rounds. *JAMA* 2005;293(2): Documentation for the ventilator bundle. *Chest* 2006;130:102s.
- Agarwal R et al. The robot consultant: Telementoring and remote presence in the operating room during minimally invasive urologic surgeries using a novel mobile robotic interface. *Urology* 2007;70:970-974.
- Vespa PM. Multimodality monitoring and telemonitoring in neurocritical care: from microdialysis to robotic Telepresence. *Current Opinion in Critical Care* 2005;11:133-138.
- Gundy BL, Jones PK, Lovitt A. Telemedicine in critical care: problems in design, implementation and assessment. *Crit Care Med* 1982;10:471-475.
- Youn BA. Utilizing robots and an ICU telemedicine program to provide intensivist support for rapid response teams. *Chest* 2006;130:102s.
- Miller FHS. Cirugía robótica en México. Los sistemas inteligentes, perspectivas actuales y a futuro en el ámbito mundial. *Rev Mex Cir Endoscop* 2003;4:45-50.
- Vázquez de Anda GF. Experience from the influenza outbreak in Mexico. *ICU Management* 2009;9:39-40.
- Vázquez de Anda GF, Larraza S. Telepresence using robots in acute care facilities. *ICU management* 2010;10:20-23.

Correspondencia:

Dr. Gilberto Felipe Vázquez de Anda.
Departamento de Robótica en Áreas Críticas.
Hospital Materno Perinatal «Mónica Pretelini»
del Instituto de Salud del Estado de México.
Paseo Tollocan SN esquina Matamoros,
Colonia Universidad. Toluca, Estado de México.
México 50130.
Teléfono. 52 722
Dirección electrónica.
Centro de Investigación en Ciencias Médicas
de la Universidad Autónoma del Estado de México.
Av. Jesús Carranza No. 205.
Colonia Universidad. Toluca, Estado de México,
México 50130
Teléfono: 52 722 2194122
Fax 52 722 2194122 ext 104
Correo electrónico: gf_vazquez@hotmail.com