

Análisis costo-efectividad de la telepresencia con robots en áreas críticas durante la pandemia de influenza AH1N1

Acela Marlen Santamaría Benhumea,* Gilberto Felipe Vázquez de Anda,†
Sebastián Larraza Rico,‡ Nora P González Carbajal,§ Roberto I Camacho Beiza,||
Lilia Alicia de la Cruz Ávila,¶ Ángel Salinas Arnaut**

RESUMEN

Objetivo: Determinar el costo – efectividad del uso de robot durante la pandemia de influenza AH1N1, en hospitales suburbanos del Estado de México.

Material y métodos: Estudio retrospectivo de costo efectividad. Se incluyeron 61 pacientes con sospecha de influenza AH1N1 atendidos mediante el programa de robótica durante el segundo brote de influenza en México en el 2009 que comprendió del 01 octubre al 31 de diciembre del 2009 en tres hospitales generales del Estado de México. Variables independientes: Costo total del proyecto de telepresencia con robots (CTPTR), costo por proceso influenza AH1N1 (CPINFLUENZA AH1N1), costo unitario por minuto de transmisión (CUMT).

Variables dependientes: Se calculó de acuerdo a fórmulas estándar de Murray: Suma de años de vida ajustados por discapacidad evitados (AVADE), años de vida perdidos evitados por muerte prematura (AVPE), años vividos con discapacidad evitados ponderados en función del grado de severidad (AVDE), costo total (AVADEt) y por paciente de AVADEp.

Resultados: El promedio de edad de los pacientes fue de 47 años (19-82), el costo total de la inversión inicial de telepresencia (CTITR): \$ 21,910,950.00. Costo por procedimiento de influenza AH1N1 (CPINFLUENZA AH1N1): \$213,023.13. Costo unitario por minuto de transmisión (CUMT): \$216.78. Años de vida por discapacidad evita-

SUMMARY

Objective: The main purpose of the study was to determine the cost-effective of the remote presence with robots (Telepresence) during the Pandemic of Influenza AH1N1.

Material and Methods: Retrospective cost-effective study. 61 patients with flu symptoms of Influenza AH1N1 were included. Acute care and isolated areas were rounded every day with an Rp-7i robot in three general hospitals located at distant cities from the capital city. The study period was from October 1st to December 31th 2009. Independent variables were: total cost of Telepresence program (Mexican pesos), cost for Influenza AH1N1 process, and cost per minute of transmission. Dependent variables: years of life adjusted for incapacity avoided, years of life lost due to premature dead, years of live with incapacity avoided adjusted to severity, total cost per years of life with incapacity avoided adjusted to severity, and cost per years of life with incapacity avoided per patient.

Results: The patients mean age was 47 yrs. (from 19 to 82 yrs.). The initial cost for the program of Telepresence was \$ 21,910,950.00, Mexican pesos. The cost per Influenza AH1N1 process was \$213,023.13, Mexican pesos. The cost per minute of transmission was \$216.78 Mexican pesos. Years of life due to incapacity avoided 1084.62, years of live lost avoided 1,083.87, years of life with incapacity avoided 0.65, total cost per years of

* Unidad de Investigación del Hospital Materno Perinatal «Mónica Pretelini» del Instituto de Salud del Estado de México.

† Jefe de Robótica en Áreas Críticas del Instituto de Salud del Estado de México, Hospital Materno Perinatal «Mónica Pretelini». Profesor Investigador del Centro de Investigación en Ciencias Médicas de la Universidad Autónoma del Estado de México.

‡ Departamento de Robótica en Áreas Críticas del ISEM, Hospital Materno Perinatal «Mónica Pretelini».

§ Unidad de Investigación del Hospital Materno Perinatal «Mónica Pretelini» del Instituto de Salud del Estado de México.

|| Director del Hospital Materno Perinatal «Mónica Pretelini» del Instituto de Salud del Estado de México.

¶ Jefa de Investigación del Hospital Materno Perinatal «Mónica Pretelini» del Instituto de Salud del Estado de México.

** Subdirector de Atención Médica del Instituto de Salud del Estado de México.

dos (AVADE); 1084.62. Años de vida perdidos evitados (AVPE); 1,083.87. Años de vida con discapacidad evitados (AVDE); 0.65. Costo por AVADE; \$448,178.52 y costos por AVADEp; \$413.21.

Conclusión: Con los resultados obtenidos se muestra que la telepresencia mediante el uso de robots RP7i resultó ser una estrategia efectiva a un costo razonable que permitió la comunicación en tiempo real entre dos equipos médicos distantes, llevando asistencia especializada a hospitales generales con déficit de especialistas y un ahorro significativo en la contratación de los mismos. Además de un costo efectividad por AVAD evitado en pacientes con sospecha de influenza AH1N1.

Palabras clave: Telepresencia, costo-efectividad, costos, poniente del estado de México.

INTRODUCCIÓN

La pandemia de influenza AH1N1 tuvo un elevado costo para México afectando a todo tipo de actividades de comercio y servicios. De acuerdo a la Secretaría de Salud, de marzo a diciembre del 2009, el país erogó el equivalente al 0.7 del producto interno bruto (PIB) lo que representa un aproximado de 57 mil millones de pesos. En el sector Salud los hospitales se vieron excedidos en su capacidad debido a la alta demanda de atención por parte de pacientes con sospecha de influenza AH1N1. Además, la mano de obra calificada para proporcionar los servicios de salud de manera eficiente fue limitada por un déficit de médicos especialistas, por lo que ante la carencia el Instituto de Salud del Estado de México introdujo en tres hospitales generales (Atlacomulco, Tejupilco y Valle de Bravo) el programa de presencia remota con robots en áreas críticas también conocida como telepresencia, para proporcionar atención especializada en hospitales de primero y segundo nivel al norte, poniente y sur del estado, para garantizar una cobertura de atención a una población de aproximadamente 193,280 habitantes.

La idea de enviar y recibir información a distancias considerables del hospital fue concebida por investigadores a principios del siglo pasado. 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. 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 ma-

life with incapacity avoided \$448,178.52 Mexican pesos; cost per years of life with incapacity avoided per patient \$413.21 Mexican pesos.

Conclusion: The present study shows that Telepresence using robots in distant hospitals from the capital city, was an effective strategy for the care of patients with AH1N1 flu symptoms. Additionally, there was a cost-effective benefit with this strategy.

Key words: Telepresence, robots, cost-effective.

nera remota prácticamente en el momento que es generada.

La telepresencia permite la comunicación de audio y video en tiempo real entre dos equipos de salud distantes mediante el uso de un robot RP-7i el cual cuenta, entre otras funciones, con la capacidad de ser teledirigido y desplazado por las áreas del hospital con antenas para internet inalámbrico.

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. 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 de 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.

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 cardiaco 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 requie-

ren traslado aéreo en condiciones críticas y plan de contingencia en casos de Influenza AH1N1.

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 computadora portátil (laptop) durante los fines de semana. 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 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 (Vázquez de Anda y cols, 2009, 2010).

Cada hospital cuenta con un sistema de telepresencia que incluye conectividad con red inalámbrica (Prodigy Telmex, un robot RP7i INTOUCH HEALTH, Santa Bárbara California EUA), tres computadoras tipo *Lap Top* por robot y una computadora de escritorio con doble de pantalla que funciona como estación central, la cual está ubicada en el Hospital Materno Perinatal «Mónica Pretelini» del ISEM, en la capital del estado de México.

En este trabajo los pacientes que recibieron el procedimiento de influenza AH1N1 utilizando el robot fueron atendidos por el médico especialista desde la base central del Hospital Materno Perinatal con visita diaria, evaluando y ajustando las condiciones generales y esperando en su caso determinación de traslado, con una base de registro diario para el obtener el número de procedimientos contabilizados, en consenso los métodos utilizados de recopilación de datos, (Vella y cols. 2000).

Debido a la importancia que tienen los costos en tecnología las evaluaciones de los proyectos de transferencia de tecnológica comienzan a ser estudiadas (Bozeman 2000) y en consecuencia hay una carencia de información sobre métodos de evaluación. Incluso en el campo de la telepresencia, no existe un acuerdo general sobre la forma de evaluar sus costos y beneficios (Haliley et al. 1999). Un aspecto importante de cualquier evaluación económica es encontrar un diseño en el que se puedan

asignar los costos y los beneficios para la intervención que se está evaluando.

La telepresencia con robots es una nueva forma de atención médica, que consiste en el uso de audio y video en tiempo real entre dos equipos de salud a través de la internet de banda ancha. Para llevar a cabo este servicio se requiere de un robot que funciona como interface entre el equipo especializado en medicina crítica y el equipo de salud distante, una estación central, antenas inalámbricas para transmisión de la señal de internet para el desplazamiento del robot dentro del hospital. El ISEM es pionero en el uso de esta nueva tecnología en Latinoamérica por lo que hasta el momento no se cuenta con evaluaciones económicas de telepresencia (Lamminen y cols 2001).

Este trabajo describe el uso de la telepresencia como un modo de comunicación en tiempo real que se obtuvo con pacientes con síndrome parecido a la influenza e influenza AH1N1 y determina el costo efectividad del uso de robots en casos de pandemia.

OBJETIVO GENERAL

1. Determinar el costo – efectividad del uso de telepresencia con robots en áreas críticas durante la pandemia de influenza AH1N1, en tres hospitales generales del Instituto de Salud del Estado de México.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar el número de pacientes atendidos durante la pandemia de influenza AH1N1 en tres hospitales generales del Instituto de Salud del Estado de México.
2. Determinar el tiempo promedio de transmisión por paciente durante la atención con telepresencia.
3. Determinar el costo unitario por minuto de transmisión durante la telepresencia.
4. Determinar los años de vida ajustados por discapacidad en los pacientes con síndrome de influenza o influenza AH1N1.
5. Determinar los años de vida ajustados por discapacidad evitados en los pacientes con síndrome de influenza o influenza AH1N1.
6. Determinar los años de vida perdidos y los años de vida evitados perdidos evitados en los pacientes con síndrome de influenza o influenza AH1N1.
7. Determinar el costo por AVADE.

HIPÓTESIS

La telepresencia mediante el uso de robots RP7i es una opción viable en relación al costo-efectividad en pacientes con síndrome de influenza o influenza AH1N1 durante una pandemia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio retrospectivo de costo - efectividad. Límite de tiempo: Octubre a diciembre del 2009.

Lugar: Áreas Críticas y zona de aislamiento de los Hospitales Generales de Atlacomulco, Valle de Bravo y Tejupilco del ISEM.

Hospital General de Atlacomulco: Localizado a 60 km de la ciudad de Toluca, con capacidad de 60 camas censables, 10 camas de Urgencias, una sala de choque.

Hospital General de Tejupilco: Localizado a 90 km de la ciudad de Toluca, con capacidad de 60 camas censables, 10 camas de Urgencias, una sala de choque, cuatro camas de Terapia Intensiva y una zona de aislamiento para pacientes con influenza.

Hospital General de Valle de Bravo: Localizado a 62 km de la ciudad de Toluca, con capacidad de 60 camas censables, 10 camas en Urgencias, una sala de choque y cuatro camas de Terapia Intensiva (*cuadro I*).

Se utilizó una base de datos con los procedimientos realizados y el tiempo de transmisión para estimar los costos y beneficios. El tiempo de transmisión lo definimos como el tiempo que empleó un especialista en realizar consultas vía telepresencia en los hospitales remotos. El costo inicial del proyecto de telepresencia con cinco robots RP7i en el estado de México fue de \$21,910,950.00. El 70% de la inversión inicial recae sobre el robot, el resto se distribuye en Hardware, Software, periféricos y base.

Cuadro I. Costo Inicial del proyecto de telepresencia.

| Insumo | Costo unitario | Us. | Costo total inversión inicial |
|-------------------|-----------------|-----|-------------------------------|
| Sistema de robots | \$ 3,152,234.71 | 5 | \$ 15,761,173.57 |
| Hardware | \$ 577,909.70 | 5 | \$ 2,889,548.49 |
| Software | \$ 44,948.53 | 5 | \$ 224,742.66 |
| Periféricos | \$ 443,647.85 | 5 | \$ 2,218,239.24 |
| Base | \$ 163,449.21 | 5 | \$ 817,246.04 |
| Total | \$ 4,382,190.00 | 5 | \$ 21,910,950.00 |

Fuente: Oficina central del ISEM

Fórmulas y definiciones

Las definiciones y las fórmulas aplicadas para este trabajo fueron las siguientes:

AVADE. Años de vida ajustados por discapacidad evitados. Son la suma de AVPE y AVDE.

$$\text{AVADE} = \text{AVPE} + \text{AVDE}$$

AVAD. Suma de años de vida ajustados por discapacidad de pacientes que presentaron sospecha de influenza AH1N1 durante la pandemia de 2009.

AVP. Años de vida perdidos por muerte prematura.

$$AVP = \frac{KC e^{\gamma \alpha}}{(\gamma + \beta)^2} \left[e^{-(\gamma + \beta)(L + \alpha)} [-(\gamma + \beta)(L + \alpha) - 1] - e^{-(\gamma + \beta)\alpha} [-(\gamma + \beta)\alpha - 1] \right] + \frac{1 - K}{\gamma} (1 - e^{-\gamma L})$$

AVD. Años vividos con discapacidad ponderados en función del grado de severidad.

$$AVD = D \left(\frac{KC e^{\gamma \alpha}}{(\gamma + \beta)^2} \left[e^{-(\gamma + \beta)(L + \alpha)} [-(\gamma + \beta)(L + \alpha) - 1] - e^{-(\gamma + \beta)\alpha} [-(\gamma + \beta)\alpha - 1] \right] + \frac{1 - K}{\gamma} (1 - e^{-\gamma L}) \right)$$

AVAC. Años de vida ajustados por calidad producidas por la intervención de telepresencia teniendo en cuenta la calidad de vida al egreso del paciente.

$$\text{AVAC} = (\text{Estado de salud útil}) \times (\text{años ganados})$$

Equipo de telepresencia

El sistema de telepresencia consta de una estación central, antenas inalámbricas en las áreas para desplazamiento del robot dentro del hospital y un 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. El médico es visto y escuchado a través de un sistema de telepresencia montado en el robot que permite la comunicación en tiempo real. El robot es un dispositivo Móvil (*Intouch Health®*, Santa Bárbara CA, USA) que tiene un sistema de cámaras digitales, que permiten tener una visión panorámica y realizar acercamientos; una pantalla que permite la interacción cara a cara entre dos grupos de médicos y/o enfermeras distantes unos de otros. El robot tiene un diseño antropomórfico que consiste en cabeza (pantalla plana) y un cuerpo cilíndrico montado sobre un marco móvil que es capaz de desplazarse alrededor del hospital siempre y cuando haya red inalámbrica. Las dimensiones del robot son 1.65 m de alto con una base de 0.61 m de ancho y 0.747 m de largo.



Figura 1. Robot Rp-7i (Intouch Health®) teledirigido mediante internet de banda ancha (para características ver texto).

El uso de los RP7i permite un intercambio de información de mejor calidad y comprensión que el logrado vía telefónica ya que el robot permite ver al paciente, los datos y tendencias del monitor, ventilador mecánico u hoja de enfermería, así como una situación de comunicación frente a frente. Más aún, el uso del sistema robótico permite mejorar la comunicación directa con la familia y el paciente. A través del sistema robótico se puede realizar el interrogatorio, una valoración neurológica, hemodinámica y pulmonar (Vepsa 2005).

La computadora que se utiliza en la estación central (Intouch Health®, Santa Bárbara CA, USA) permite desplegar de manera simultánea la información de un sistema hospitalario y la videoconferencia en tiempo real proveniente del robot localizado remotamente. La pantalla del robot aparece en el panel izquierdo y en el derecho el sistema hospitalario (*figura 2*).

Costos del programa

Realmente el objetivo primordial de la tecnología es crear valor en cada interacción. La telepresencia se refiere a un conjunto de tecnologías que permiten a una persona sentirse como si estuviera presente, o tener un efecto, en un lugar distinto de su verdadera ubicación. Además, el usuario (s) puede tener la capacidad de afectar a la ubicación remota. Telepresencia-videotelefonía es un nivel más alto de la videoconferencia, el despliegue de una mayor



Figura 2. Estación de control, panel izquierdo y derecho.

sofisticación técnica y la fidelidad de la mejora tanto de video y de audio.

Se denomina costo al montante económico que representa la fabricación de cualquier componente o producto, o la prestación de cualquier servicio, que en este caso es el servicio otorgado por el Programa de Robótica a través de nueve procesos de la atención del paciente en estado crítico en tres hospitales generales del ISEM.

Se determinó el costo unitario por minuto de transmisión así como la determinación de costos imputables a la telepresencia en términos de costo por procedimiento que realiza el robot. Los costos de establecimiento de telepresencia en el Instituto de Salud del Estado de México (Hardware, software, periféricos y base); instalación de comunicación, conectividad con red inalámbrica y los costos de formación (capacitación). El costo del robot RP7i se basó en precio pagado (NTOUCH HEALTH), Santa Bárbara California EUA.

Los costos primos incluyen el costo por procedimiento del robot RP7i y el sueldo del especialista que maniobra el robot RP7i. El costo unitario por minuto de transmisión se basó en horas de transmisión registradas por el RP7i y fueron calculados al tiempo aplicado. El tiempo del médico especialista que maniobró el robot durante la pandemia fue de 600 horas y en esto se basa el costo por mano de obra. Los costos de funcionamiento de telepresencia comprenden los costos por proceso otorgado, energía eléctrica (Equipo de cómputo, robot RP7i, internet inalámbrico), mano de obra (sueldo del médico especialista que maniobra el robot RP7i).

El personal involucrado y la duración de cada teleconsulta se registran en el momento de cada sesión (*figura 3*).

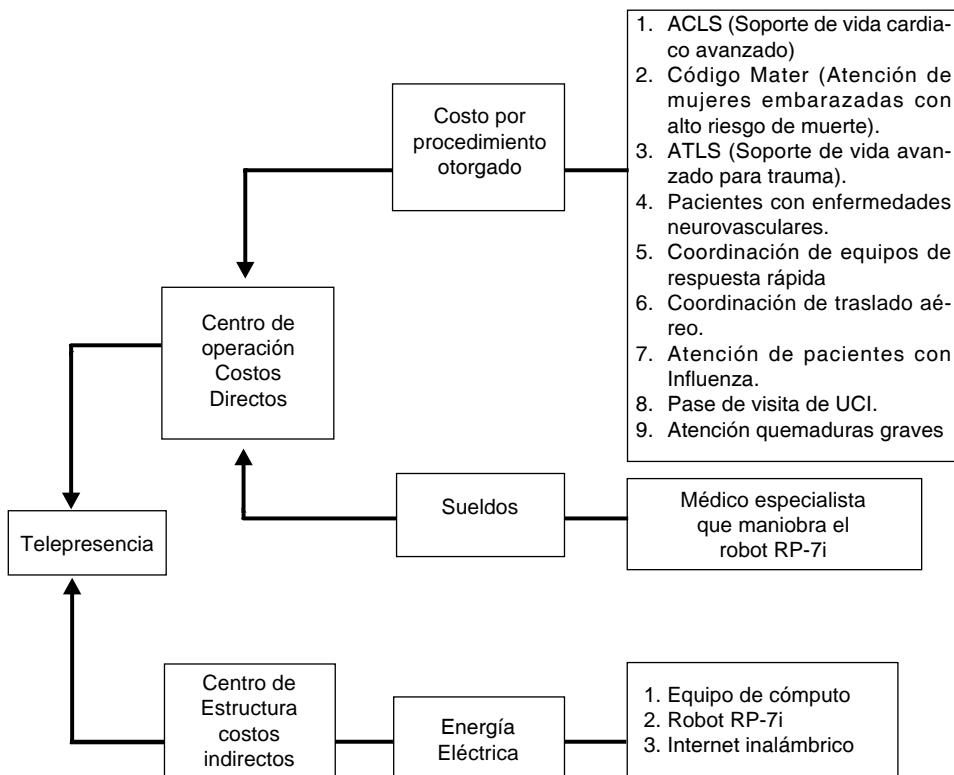


Figura 3. Esquema de costos de telepresencia.

Esquemas de costos de telepresencia

Como muestra el esquema de telepresencia se divide en dos: 1) el centro de operación que son los costos directos, son los que intervienen en la atención del paciente y en la determinación del costo primo (costos por procedimiento otorgado y los sueldos o mano de obra directa del especialista) y 2) los costos indirectos que representa la energía eléctrica del equipo de cómputo, equipamiento para telepresencia y el internet inalámbrico.

Costo-efectividad

En el análisis de costo-efectividad, la efectividad se mide en unidades naturales de resultado, tales como años de vida ganados o eventos clínicos evitados. (INSP 2008) Ver fórmulas.

En este trabajo el costo efectividad se midió en términos de costo por años de vida ajustados por discapacidad (AVAD o DALY, fórmula 1) que representan la suma de años de vida perdidos (AVP) y años de vida vividos con discapacidad (AVD). El impacto de las intervenciones en los AVAD (es decir, los AVAD evitados por intervención de telepresencia).

La fórmula para calcular el AVAD (Años de vida ajustados por discapacidad) se presentan de acuerdo con (Pereira y cols. 2001) y los métodos utilizados para este estudio son las recomendadas por Fox Rushby y K Hanson (2001). Estos cálculos incorporan ponderaciones de expectativa de vida, edad, vida futura y discapacidad. El cálculo de $AVP(r, K, \beta)$ se usó para representar las suposiciones clave, donde r es la tasa de descuento (0.03), K es la edad ponderación (1) y β es el ponderación de la edad de función (0.04).

El AVAD evitado por telepresencia se estimó en base a los cambios y mejoramiento de los pacientes identificados en la búsqueda de este estudio. La edad de inicio fue equivalente a la edad del paciente cuando se presentó sospecha de influenza AH1N1 en alguno de los centros de salud donde se contaba con telepresencia. Para estimar los AVP se centró en el periodo que va desde la muerte hasta la edad que se hubiera esperado que vivieran los pacientes sin la enfermedad (Fox Rushby y K Hanson 2001).

El AVP y AVD se sumaron para dar AVAD por paciente con sospecha de influenza AH1N1. El método de presentación se ajusta a Fox Rushby y K Hanson (2001). El número de AVAD evitado como

resultado de telepresencia se combinó con la información de costos para estimar el costo por AVAD evitado.

El análisis de sensibilidad sobre el costo de estimación de los AVAD se llevó a cabo para hacer frente a la incertidumbre de la estimación, así como la duración de la discapacidad y el número de pacientes cuyos beneficios eran directamente atribuibles a telepresencia.

Los aspectos más controvertidos como indicador de los AVAD como medida de carga de enfermedad son las valoraciones sociales que se incorporan en el cálculo de este indicador, como la mortalidad se valora en función de esperanza de vida según una tabla de vida a la edad de la muerte de baja mortalidad (West 26 modificada). El uso de esta tabla de esperanza de vida incrementa el peso de las muertes de las personas ancianas que es nulo o más bajo cuando se emplean límites de edad inferiores (Pereira y cols. 2001).

Costo-utilidad

El análisis de costo utilidad mide las ganancias en salud en años de vida ponderados por estados de salud, expresadas en términos de salud, (INSP 2008).

En este estudio el análisis de costo efectividad es completado con el análisis de costo-utilidad expresadas en AVAC o QALYS.

RESULTADOS

Número y edad de los pacientes

Durante el periodo de tres meses comprendido del 1 de octubre al 31 de diciembre de 2009, 61 pacientes con diagnóstico síndrome de influenza o influenza AH1N1 fueron atendidos con telepresencia por el robot RP7i en tres municipios de Toluca. La edad media de los pacientes fue 48 años. Predominó el género femenino sobre el masculino.

Costos

El robot RP7i otorga a los pacientes nueve procesos, y se estima que cada procedimiento tiene un costo de \$213, 023.13, en el periodo estudiado el robot realizó 165 procedimientos de los cuales 61 correspondieron a pacientes con diagnóstico de influenza AH1N1, con un costo por paciente de \$8,299.60.

El tiempo de transmisión durante los tres meses de contingencia de influenza AH1N1 fue de 38 horas 47 minutos 28 segundos, distribuidas en 258 sesiones, lo cual se estima que por paciente visto por el robot RP7i con diagnóstico de influenza es de 14 minutos.

El costo unitario por minuto de transmisión fue de \$216.78 y se estimó en base al costo por proceso realizado por el robot, la mano de obra (Sueldo del médico especialista), los gastos indirectos que es el gasto de la energía eléctrica del robot, equipo de cómputo, internet inalámbrico, que son los gastos que se generan durante la transmisión en tiempo real a las unidades periféricas.

Costo-efectividad

El número de pacientes que presentaron mejoría con atención recibida en tiempo real con el uso del robot RP7i fueron de 54 (89%). El cuadro II muestra que el AVADE por telepresencia fue de 1084.61 (de los 54 pacientes que presentaron mejoría con telepresencia). Cuando el total de AVAD se promedia a través de los 54 pacientes, el promedio de AVAD evitado fue 20.08, el costo por AVAD evitado es de \$413.21 por paciente visto.

El cuadro III presenta los datos de acuerdo al método ajustado Fox – Rushby y Hanson 2001. Para ser frente a la incertidumbre sobre el de AVADE se considera una tasa de descuento (r) 0.03, una ponderación de la edad 0.04 (β) y una ponde-

Cuadro II. Datos y resultados de AVP, AVD, AVAD y AVAC para ACE

| | Alternativa con telepresencia |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| * Tasa de descuento (r) | 0.03 |
| * Ponderación de la edad (β) | 0.04 |
| * Ponderación de la discapacidad | 0.6 |
| * Edad promedio de inicio de la discapacidad | 47 |
| * Tipo de AVAD usado | Murray 1996 |
| AVAD (0.03,1,0.04) | |
| Contribución de los AVPE | 1083.87 |
| Contribución de los AVD | 0.75 |
| AVAC o QALY (Años de vida ajustados de calidad) | 1010.78 |
| Total de AVADE evitados | Resultado de intervención de telepresencia |
| * AVADE (0.03,1,0.04) | 1084.62 |

Cuadro III. Datos y resultados de costo efectividad de telepresencia con pacientes de síndrome de influenza e influenza AH1N1.

| | |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Total AVADE de pacientes | 1,084.62 años |
| Total de pacientes con síndrome de influenza o influenza AH1N1 | 61 pacientes |
| AVADE promedio por paciente | 20.09 años |
| Costo total del programa de telepresencia de abril a diciembre del 2009 | \$1,369,434.38 |
| Costo por paciente | \$8,299.60 |
| AVADE Influenza AH1N1 | \$448,178.52 |
| Costo por AVADE evitado | \$413.21 |

ración de discapacidad del 0.6, aplicando la fórmula del AVADE se obtiene un resultado de 1,084.62 años de vida ajustado por discapacidad evitado en 54 pacientes que presentaron influenza estacional e influenza AH1N1.

Es el AVAC o QALY, es decir, años ganados ajustados por calidad de vida que es una unidad de medida de las preferencias de los pacientes, respecto a la calidad de vida se ha producido o evitado de 1,010.78 años de vida respecto al momento del egreso de los pacientes de los hospitales generales del ISEM.

Para estimar el costo de AVADE se convino la información de número de AVADE como resultado de telepresencia.

DISCUSIÓN

Nuestro trabajo muestra el uso de telepresencia con robots en áreas críticas durante la pandemia de influenza AH1N1, resulta ser una práctica médica viable a un costo razonable. Este trabajo demuestra el costo-efectividad, costo-utilidad y beneficios médicos, utilizando telepresencia en un periodo de contingencia para proporcionar asesoramiento especializado a los médicos que se encuentran en comunidades lejanas a las zonas urbanas.

La importancia radica en el hecho de que no existen antecedentes en la literatura médica, sobre el uso de robots durante una pandemia y por tal motivo no se cuentan con estudios de costo efectividad. Con los datos obtenidos se demuestra que la telepresencia (mediante el uso de robots RP7i) permitió la comunicación en tiempo real entre dos equipos médicos distantes, llevando asistencia especializada a hospitales generales con déficit de especialistas y un ahorro significativo en la contratación de los mismos.

Además, resultó ser una estrategia efectiva, dado que de los 61 pacientes atendidos mediante el programa de telepresencia con robots, el 89% obtuvo beneficio directo, obteniendo un AVADE promedio por paciente de 20.09 años.

Los costos de instalación del proyecto de telepresencia en el estado de México fueron en mayor proporción a los costos totales, considerando una inversión inicial de \$21,910,950.00, esto se puede ver como una inversión modesta para un país industrializado pero para un país en desarrollo resulta ser una inversión importante y de gran beneficio en la salud.

El proyecto de telepresencia también dio lugar a beneficios médicos: como el asesoramiento en tiempo real con la telepresencia para los médicos adscritos de los hospitales participantes y se declararon satisfechos con la calidad de las imágenes que transfiere el robot RP7i. Además los casos que refiere telepresencia son de alta especialidad que tiende a sustituir el déficit de médicos especialistas a nivel local y apoya la necesidad de telepresencia para hospitales que no cuentan con la plantilla completa de médicos especialistas. Por otra parte, los procedimientos que realiza el robot RP7i podrían ayudar a futuros en casos de epidemias o pandemias.

La telepresencia se ha practicado desde los 90's y con la innovación tecnológica y el uso de las telecomunicaciones, en particular del internet de banda ancha, hoy en día es posible llevar hasta la cabecera del enfermo a especialistas de manera virtual y colaborar con el equipo de salud en la atención de pacientes graves.

La telepresencia hace uso de las telecomunicaciones y la robótica para que un equipo localizado en una central pueda integrarse de manera simultánea y en tiempo real a otro equipo de salud localizado remotamente. Con ello se espera mejorar la calidad de la atención médica y disminuir la mortalidad. A pesar de que hasta ahora la experiencia es limitada, se ha podido observar un beneficio directo en pacientes que presentaron síntomas de Influenza AH1N1. El uso de robots proporciona confianza y permite la integración del equipo de robótica a los equipos de salud, pacientes y familiares localizados remotamente. El uso de robots en áreas críticas de hospitales geográficamente distantes es un nuevo paradigma en la práctica de la medicina crítica con un creciente y prometedor futuro.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bozeman B. Technology transfer and public policy: a review of research and theory. *Research Policy* 2000;29:627-55.
2. Hailey D, Jacobs P, Simpson J, Doze S. An assessment framework for telemedicine applications. *Journal of Telemedicine and Telecare* 1999;5:162-70.
3. Lamminen H, Lamminen J, Ruohonen K, Uusitalo H. A cost study of teleconsultation for primary-care ophthalmology and dermatology. *Journal of Telemedicine and Telecare* 2001; 7: 167-73.
4. Pereira J, Cañon J, Álvarez E, Génova R. 2001. La medida de la magnitud de los problemas de salud en el ámbito internacional: los estudios de carga de enfermedad. *Revista de Administración Sanitaria* 2001;5(19):441-466.
5. Vella K, Goldfrad C, Rowan K, Bion J, Black N. Use of consensus development to establish national research priorities in critical care. *British Medical Journal* 2000;320: 976-80.
6. Murray CJ, Lopez AD. The utility of DALYs for public health policy and research: a reply. *Bulletin of the World Health Organization* 1997;75: 377-81.
7. Fox-Rushby JA, Hanson K. Calculating and presenting disability adjusted life years (DALYs) in cost effectiveness analysis. *Health Policy and Planning* 2001;16:326-31.
8. Vespa P. Robotic telepresence in the intensive care unit. *Journal of Critical Care* 2005;9.
9. Vespa P. Robotic telepresence rounding. *ICU Management*, April 2005.
10. Capers J. *Administración de Proyectos de Software* Ed. McGraw Hill. Año 2008.
11. 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.
12. Vazquez de Anda GF. Experience from the influenza outbreak in Mexico. *ICU Management* 2009; 9:39-40.
13. Vazquez de Anda GF, Larraza S. Telepresence using robots in acute care facilities. *ICU management* 2010;10: 20-23.

Correspondencia:

MDN Acela Marlen Santamaría Benhumea

gf_vazquez@hotmail.com

Teléfono: 045 722 3776978

EXPOSICIÓN DE MOTIVOS

El constante avance tecnológico conlleva una actualización en todos los sectores y por consecuencia en el sector salud, por lo que el Instituto de Salud del Estado de México con la Universidad Autónoma del Estado de México adquirieron cinco robots que se encuentran ubicados en comunidades alejadas a la Ciudad de Toluca y cuya central de mando se encuentra en el Hospital Materno Perinatal «Mónica Pretelini».

El Programa de Robótica se conformó el 01 de abril de 2009, que coincide con la pandemia de influenza AH1N1, sin embargo fue hasta el segundo brote de la pandemia de influenza AH1N1 que fue incorporado a la atención de pacientes con este padecimiento. La llegada de los robots RP7i a las comunidades como son Atlacomulco, Tejupilco y Valle de Bravo fue de gran ayuda en el manejo de pacientes que presentaron síndrome de influenza o influenza AH1N1 al recibir asesoramiento médico

especializado en tiempo real los médicos adscritos a estas Unidades Hospitalarias.

Por lo anterior, se determinó realizar un estudio de costo-efectividad del uso de robots RP7i durante la pandemia de influenza AH1N1. La inversión inicial del programa fue de \$21,910,950.00 en los cinco robots adquiridos. Sin embargo, cabe aclarar que el proceso de atención a pacientes con influenza AH1N1 es uno de los nueve procesos de atención que actualmente realiza el robot RP7i. Además del ahorro en tiempo de traslados a los centros de salud antes mencionados.

Se atendieron en total 61 pacientes con sospecha de influenza AH1N1, de los cuales 54 presentaron una mejora significativa por lo cual se propuso investigar los años de vida perdidos evitados por cada paciente que recibió atención por medio del robot RP7i, además de cuantificar el costo invertido por cada año de vida perdido evitado.