USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA ATENCIÓN EN SALUD

INFORME FINAL

Estudio de Costos y Costo-Efectividad de Neumonía Asociada a Ventilador Mecánico en los hospitales Bertha Calderón e Infantil Manuel de Jesús Rivera de Managua

Agosto 2011

Este estudio fue realizado por University Research Co., LLC (URC) para la revisión de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID. Con la autoría de Sergio López, Edward Broughton, María Nela Aguilar, María Mercedes Somarriba, Magaly Pérez y Nieves Sánchez.

INFORME FINAL

Estudio de Costos y Costo-Efectividad de Neumonía Asociada a Ventilador Mecánico en los hospitales Bertha Calderón e Infantil Manuel de Jesús Rivera de Managua

Agosto 2011

Este estudio fue realizado por University Research Co., LLC (URC) para la revisión de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID. Con la autoría de Sergio López, Edward Broughton, María Nela Aguilar, María Mercedes Somarriba, Magaly Pérez y Nieves Sánchez.

Informe final del Estudio de Costos y Costo-Efectividad de Neumonía Asociada a Ventilador Mecánico en los hospitales Bertha Calderón e Infantil Manuel de Jesús Rivera de Managua

Dr. Sergio López,
Asesor QI. USAID/HCI Nicaragua

Dr. Edward Broughton,
Senior QI Advisor. USAID/HCI Bethesda

Lic. María Nela Aguilar, Dra. María Mercedes Somarriba,
Comité de Infecciones Nosocomiales del Hospital Infantil Manuel de Jesús Rivera

Dra. Magaly Pérez, Dra. Nieves Sánchez,
Departamento de Neonatos Hospital Bertha Calderón

Agradecemos a la dirección, personal y administración de los hospitales Bertha Calderón e Infantil Manuel de Jesús Rivera, así como al Ministerio de Salud de Nicaragua (MINSA) por el apoyo y asistencia en este estudio.

El Proyecto de Mejoramiento de la Atención en Salud (HCI) de USAID es posible gracias al apoyo del pueblo de los Estados Unidos de América a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. El programa es administrado por University Research Co., LLC (URC) bajo el acuerdo cooperativo número GHN-1-01-07-00003.

El punto de vista expresado por los autores de esta publicación, no necesariamente refleja la opinión del Gobierno de los Estados Unidos de América o de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.

Tabla de contenidos

Glosario 8

Resumen ejecutivo 9

Introducción 11

Objetivo y preguntas en el estudio de costo efectividad 12

Metodología 13

Resultados 15

- Exceso de costos de NVM en el HBC 15
- Exceso de costos de NVM en el HIMJR 15
- Costo efectividad de las intervenciones de mejora 16

Discusión de los hallazgos 17

- Exceso de costo en cada hospital 17
- Costo efectividad de las Intervenciones de mejora 17

Conclusiones 19

Desafíos 19

Anexos 20

- Tabla 1. Sexo, peso o edad de casos y controles en HBC y HIMJR 20
- Tabla 2. Promedios de días estancia, número de cultivos y uso de antimicrobianos en casos y controles de HBC y HIMJR 20
- Tabla 3. Exceso de costos por caso, días cama, antimicrobianos y cultivos en HBC y HIMJR 21
- Tabla 4. Distribución porcentual del exceso de costo por días cama, antimicrobianos y cultivos en HBC y HIMJR 21
- Tabla 5. Costos de las medidas de intervención de mejora y costos de los insumos en las UCI 21
- Tabla 6. Otras variables de entrada para el análisis de costo-efectividad 22
- Tabla 7. Efecto del incremento del 1% en las variables de insumos en la razón del incremento de costo-efectividad 22
- Figura 1. Marco de análisis para comparar las intervenciones de mejora 23
- Gráfico 1. ICER de las intervenciones de mejora con diferentes niveles de efectividad 24

Referencias 25

Glosario

DALYs (disability adjusted life years): Años de vida por discapacidad

DDD: dosis diaria definida de antibióticos

Costo del día cama para sala general: es el resultado de dividir los gastos operacionales (A) durante un año (salarios, medicamentos, luz, agua, teléfono, internet, combustible, gases medicinales, materiales de reposición periódica, otros pagos especiales que tenga la unidad por alguna característica de su especialidad) entre el número de camas habilitadas (B). A su vez, el resultado anterior, dividido en 365 días (C): (A/B)/C.

Costo del día cama para las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI, UCIN o UTI): Cuando no existen estudios específicos de costo en las UCI, éste se calcula multiplicando por 4 el costo de día cama en sala general, en base a estudios comparativos que se han realizado[12]

Exceso de costos de NVM: costo adicional resultante de comparar el costo de los casos con NVM vs los controles sin NVM

Exceso de estadía: tiempo adicional de los casos de NVM resultante de comparar los días de estancia hospitalaria entre casos y controles

Exceso de costos por antimicrobiano o cultivos: costo adicional para los casos de NVM resultante al comparar los costos por uso de antimicrobianos o cultivos

HBC: Hospital Bertha Calderón

HIMJR: Hospital Infantil Manuel de Jesús Rivera

HCI: Proyecto de Mejoramiento de la Atención en Salud

ICER (incremental cost-effectiveness ratio): Incremento en la razón costo efectividad

ITSa/CV: Infección del torrente sanguíneo asociada a catéter venoso

NVM: Neumonía asociada a ventilador mecánico

MINSA: Ministerio de Salud

OPS: Organización Panamericana de la Salud

Punto Neutral de Costos: Es el punto donde el costo de la intervención es igual al costo ahorrado por la disminución de la incidencia de NVM. En este caso, el costo de la intervención fue de alrededor de $US 7,000. Si la intervención es lo suficientemente eficaz para disminuir la incidencia de NVM en un 0.5% (por ejemplo, de 220 casos por 1.000 días ventilador a 215 casos por cada 1000 días ventilador), el dinero ahorrado al no tener tantos casos de NVM será igual al costo de la intervención.

UCIN, UTI, UCI: Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales, Unidad de Terapia Intensiva, Unidad de Cuidados Intensivos

Definición de neumonía asociada a ventilador mecánico: Niños en cuyos rayos X de tórax se observa al menos alguna de las siguientes imágenes: 1) nuevos o progresivos infiltrados 2) consolidación, 3) cavitación, 4) derrame pleural MAS una de las siguientes: 1) esputo purulento o cambio en sus características, 2) incremento en la producción de exudado (válido solo para menores de 1 año) 3) hemocultivo positivo[19].

Resumen ejecutivo

En los hospitales del Ministerio de Salud de Nicaragua no existe un sistema organizado para la vigilancia de las infecciones nosocomiales. A partir del año 2008 con la asistencia técnica brindada por el Proyecto de Mejoramiento de la Atención en Salud de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID/HCI, se logró organizar la vigilancia de neumonías asociadas a ventilador mecánico (NVM) e infecciones del torrente sanguíneo asociadas a catéter (ITSa/CV) en la Unidad de Terapia Intensiva pediátrica (UTI) del hospital Infantil Manuel de Jesús Rivera y en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) del hospital Bertha Calderón. Ambos de referencia nacional y localizados en la capital, Managua.

Con el propósito de demostrar que cuando se invierte en forma adecuada en medidas preventivas se disminuyen los costos, la morbilidad y letalidad por infecciones nosocomiales, es que se realizó este estudio de costo-efectividad el que consta de dos partes. En la primera se determinó el exceso de costo (costo adicional resultante de comparar el costo de los casos con NVM vs los controles sin NVM) en la UCIN del hospital de Bertha Calderón (HBC) y la UTI del hospital infantil Manuel de Jesús Rivera (HIMJR); en la segunda parte se analizó la inversión realizada para implementar la organización y monitoreo de los cambios en la prevención y control de NVM vs el exceso de costos del total de las NVM en ambos hospitales. El protocolo utilizado para el estudio fue el de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) con el diseño de casos y controles. Los casos se obtuvieron del sistema de vigilancia de ambos hospitales y los controles fueron obtenidos de los pacientes que recibieron asistencia ventilatoria con ventilador mecánico pero no desarrollaron la NVM en el mismo período. El cálculo del total de exceso de costo se hizo con base al exceso de días estancia, exceso de uso de antimicrobianos y exceso en el número de cultivos entre los casos y controles.

En el HBC el estudio se realizó en 15 casos (de 29 ocurridos) e igual número de controles que abarcó el período de enero a septiembre del 2009 y en el HIMJR en 10 casos (de 32 ocurridos) e igual número de controles durante el período de enero 2009 a enero 2010. El exceso de estadía (tiempo adicional de los casos de NVM resultante de comparar los días de estancia hospitalaria entre casos y controles) para los casos de NVM en ambos hospitales fue de 17 días. El exceso de estadía representó el 99.5% del total del exceso de costo en el HBC y 97.3% en el HIMJR. Tanto el exceso de costo por antimicrobianos como por cultivos (costo adicional para los casos de NVM resultante al comparar los costos por uso de antimicrobianos o cultivos) fueron menores a 0.5% en el HBC y menores a 3% en el HIMJR. El exceso de costo por cada caso en el HBC fue de $US 6,351.00 y en el HIMJR de $US 6,023.00. Aplicando este costo a todos los casos ocurridos en ese período para cada hospital, el exceso de costo para los 29 casos ocurridos en el HBC ascendió a $US 184,179.00 y a $US 192,736.00 para las 32 NVM en el HIMJR. Se estima que con esos costos se hubiera podido contratar a 60 enfermeras por un período de un año en cada hospital.

En la segunda parte (costo-efectividad) el costo de las intervenciones de mejora fueron aproximadamente de $US 7,000 en un año. Haciendo proyecciones de los datos obtenidos se puede estimar que al disminuir la tasa de NVM en 0.5% , el dinero ahorrado al no tener tantos casos de NVM serían iguales al costo de la intervención. Si la intervención fuera mas eficaz que 0.5% el costo ahorrado sería mucho mayor.

Los estudios de costos de las infecciones nosocomiales están dirigidos a evidenciar que la inversión en prevención es de más bajo costo que tratar los casos. Parte de las acciones para cortar la cadena de transmisión de NVM cuando se utilizan ventiladores mecánicos es el uso de insumos descartables (sondas de aspiración de calibre adecuado, guantes, filtros de aspiración) algunos reutilizables de forma limitada (circuitos del ventilador) o de uso vital y constante (alcohol gel para antisepsia de manos). Con éste estudio los hospitales participantes pretenden brindar argumentos suficientes y consistentes para justificar la asignación presupuestaria, que permita abastecer de forma regular las cantidades suficientes de insumos para evitar la reutilización de dispositivos descartables, los que se convierten en la fuente de NVM cuando, siendo destinados a un solo uso o de reuso limitado, se empleen indefinidamente.

Introducción

El Hospital de Maternidad Bertha Calderón y el Hospital Infantil Manuel de Jesús Rivera "La Mascota", debido a su nivel de resolución, están clasificados dentro de la red de servicios del Ministerio de Salud como de segundo nivel, son de referencia nacional y atienden los casos de mayor complejidad del país. Ambos cuentan con salas de terapia intensiva, cuyos índices de ocupación se mantienen elevados, para el caso del Hospital Bertha Calderón es de 118% y para el Hospital Infantil de 91%. El presupuesto anual asignado para el Bertha Calderón es de $US 6.150,308.31 y para "La Mascota" de $US 6.807,318.10. (Al tipo de cambio del 30/06/09 del Banco Central. 1$US= 20.33 córdobas)

USAID/HCI ha apoyado al Ministerio de Salud en la organización de la vigilancia de infecciones del torrente sanguíneo asociadas a catéteres (ITSa/CV) y las neumonías asociadas a ventilador mecánico (NVM) a partir del 2008. Desde entonces, las siguientes intervenciones de mejora fueron implementadas en ambos hospitales: Uso adecuado de antisépticos y desinfectantes e higiene de manos, elaboración y seguimiento de un algoritmo para la prevención de NVM y una guía para la aspiración de secreciones endotraqueales. La implementación de las mejoras se acompañó del seguimiento de indicadores, hojas de monitoreo para los indicadores y listas de chequeo para el cumplimiento del algoritmo para la prevención de NVM. El objetivo de las intervenciones de mejora fue disminuir el riesgo de NVM en neonatos y niños. La primera medida de mejora fue capacitar a los equipos coordinadores en el uso racional de antisépticos, desinfectantes e higiene de manos (ADeHM) con énfasis en el empleo de alcohol gel para antisepsia de manos.

Los equipos coordinadores fueron responsables de reproducir los contenidos al personal de salud y monitorear los indicadores acorde a la Norma de ADeHM del MINSA. Luego fueron capacitados en vigilancia y control de NVM y otras infecciones nosocomiales. Estos equipos fueron responsables de monitorear los indicadores de NVM.

La asistencia técnica de USAID/HCI fue brindada de forma sistemática y consistió en apoyar a los equipos coordinadores en el análisis de los resultados y proponer acciones de mejora cuando se identificaran brechas. Ambos equipos se encontraron periódicamente para compartir los resultados de los cambios e intervenciones de mejora implementados

Las infecciones nosocomiales incrementan la morbilidad, mortalidad, y los costos de la atención hospitalaria, siendo la neumonía asociada a ventilador mecánico (NVM) la infección nosocomial más frecuente que se presentan en las unidades de cuidados intensivos (UCI) y la principal causa de muerte de infecciones nosocomiales[1]. Los pacientes que tienen períodos de estancia prolongados son los que tienen mayor riesgo de adquirirla[2]. La tasa de infección va de 4.7 casos por cada 1000 días ventilador en EEUU a 43-63 casos por cada 1000 días ventilador en varios países incluyendo 5 de Latinoamérica (México, Colombia, Perú, Brasil y Argentina)[3-7]. La mortalidad es de 20-45%[3,8-10]. La estancia en las UCI suele prolongarse 4-30 días [8,11] y los excesos de costo[8,12] suelen ser entre $US 2,000.00 a $US 40,000.00 por caso. Recientemente se calculó el costo total de las infecciones nosocomiales y el costo de la prevención en EEUU[13]. Aplicando el índice de precios al consumidor con ajuste al porcentaje de la tasa de inflación a los precios de hospitalarios del año 2007, el costo directo anual fue de 35.7 a 45 billones de dólares. Los beneficios de la prevención mostró rangos de 25 a 31.5 billones de dólares (70% de infecciones prevenibles).

En pacientes pediátricos la tasa de NVM reportada en EEUU va de 1.4 a 3.5 neumonías X 1000 días ventilador y las tasas más altas ocurren en los niños con pesos menores a 1500 gramos[14], en los neonatos con peso bajo al nacer, pretérminos, ruptura prematura de membranas y malformaciones congénitas[15-17]. Sin embargo, las infecciones nosocomiales, entre ellas la NVM son prevenibles en al menos un tercio de los casos[18].

Los estudios de costos de las infecciones nosocomiales están dirigidos a evidenciar que la inversión en prevención es de más bajo costo que tratar los casos[12]. En el caso de los HBC y HIMJR, algunos insumos requeridos en la prevención de NVM no están en la lista básica del MINSA (circuitos de ventilador, filtros de inspiración), otros están incompletos (sondas de aspiración de calibre indicado para neonatos y niños), y todos ellos son abastecidos en cantidades insuficientes o el abastecimiento es irregular (alcohol gel para antisepsia de manos) para poder cumplir con el Algoritmo de Prevención de NVM y Guía de Aspiración de Secreciones. Se pretende con este estudio brindar argumentos consistentes que demuestren que es mejor invertir en la prevención de las infecciones nosocomiales, incluyendo el abastecimiento satisfactorio y regular de los insumos para todas las unidades hospitalarias que brindan asistencia ventilatoria con ventiladores mecánicos, ya que resulta en un costo mucho mas bajo que invertir en la curación de las NVM.

Objetivo

Determinar el exceso de costo de las neumonías asociadas a ventilador mecánico y el costo-efectividad de las intervenciones para su prevención, en dos hospitales de Managua.

Preguntas en el estudio de costo efectividad

¿Cuánto es el costo de la implementación de las medidas de mejora para la prevención de NVM?

¿Cuán efectivas son las intervenciones de mejora en relación a un punto neutral de costos?

¿Cuál de las variables de intervención del modelo de costo-efectividad es la más importante?

Metodología

El estudio fue realizado en los hospitales Bertha Calderón (HBC) e Infantil Manuel de Jesús Rivera (HIMJR), con los datos de neumonía asociada a ventilador mecánico que ocurrieron durante 2009, a excepción del HIMJR que incluyó el mes de enero del 2010. El método utilizado fue el de casos y controles acorde al protocolo de OPS para el estudio de costos de infecciones intrahospitalarias[12]. Las variables fueron: Motivo inicial de ingreso, mes de ingreso, asistencia ventilatoria por ventilación mecánica, sexo, edad, peso, días estancia, dosis diaria definida de antibióticos y número de cultivos.

Los costos de la intervención se determinaron a partir de los archivos de registro que los equipos llevaban para la vigilancia de las infecciones, los registros de insumos en los departamentos de Abastecimiento Técnico Material (ATM) de cada hospital y el tiempo empleado por personal de UCIN y UTI. Se utilizó el análisis del árbol de decisiones para calcular el costo-efectividad. Los casos fueron seleccionados a partir de las bases de datos de registro de las infecciones nosocomiales de cada hospital, y en base al protocolo de OPS, se estableció que el mínimo de casos sería de 10 y el máximo de 30. En el caso del UCIN-HBC fueron elegidos 15 casos reportados durante 2009 y en el caso de UTI-HIMJR fueron 10 reportados de enero 2009 a enero 2010. Para el procesamiento de los datos se utilizó Epi Info. La información fue obtenida directamente de los expedientes clínicos. La definición de NVM fue tomada del Sistema Nacional de Vigilancia de Infecciones Nosocomiales (NNIS) de EEUU[19].

Se seleccionó un control por cada caso. Los criterios de selección de los controles fueron: el procedimiento invasivo (asistencia ventilatoria por ventilador mecánico), haber estado internado en la misma sala y en el mismo período, el rango de edad en los mayores de 28 días fue de ±10 años, para los menores de 28 días, fue el peso con un rango de ± 500 gramos, sexo, número de diagnósticos y diagnóstico principal que motivó el ingreso.

Para el cálculo del exceso de costos de NVM se consideraron los costos directos con los siguientes indicadores: Exceso sobre el promedio de estancia entre casos y controles en las correspondientes unidades de cuidados intensivos, exceso de gramos de antimicrobianos convertidos a dosis diarias definidas (DDD)[20], y exceso del promedio de cultivos. El costo por uso de antimicrobianos se calculó en base al total de gramos registrados en el expediente médico de cada paciente y luego convertidos a dosis diaria definidas (DDD). Calculado el costo por gramo de cada antimicrobiano se multiplicó por el total de gramos administrado a todos los casos y controles y luego el total se dividió por el número de pacientes de cada grupo, con lo cual se obtuvo el costo por caso y por control.

Los costos por cultivo se obtuvieron del Centro Nacional de Diagnóstico y Referencia en base costos del año 2005 calculados en esa institución y fueron de $US 4.88 por cultivo.

Los cálculos del costo de un día cama se hizo en base al protocolo de OPS[12] sumando los gastos del total de salarios del personal, gastos de farmacia y gastos por abastecimientos y consumos básicos (agua, luz, teléfono, internet, combustible) durante un año. El total de los gastos se dividió entre el número total de camas y el resultado, entre 365 días. Para calcular los costos de cada sala de intensivos, el resultado anterior se multiplicó por cuatro (acorde al protocolo que cuando no existen cálculos específicos de las UCI, el costo de sala general se debe multiplicar por 4). Los datos fueron proporcionados por la administración de cada hospital.

El cálculo de costo efectividad de las intervenciones de mejora se hizo a través de una revisión de los registros de HCI y aproximaciones hechas del tiempo dedicado por el personal del hospital que participó en las sesiones de capacitación y monitoreo. Los gastos pagados por HCI para la ejecución de la intervención se determinaron mediante el examen de los registros contables del proyecto e incluyeron el

tiempo del personal requerido para diseñar e implementar las intervenciones de mejora, los gastos de viaje, administración y otros gastos. Los costos realizados para la intervención por parte de ambos hospitales fueron calculados en función del tiempo que dedicaron a las actividades de la intervención y los costos directos como se describe anteriormente en los cálculos de exceso de costos.

Se utilizó el análisis de árbol de decisiones para comparar los costos y la eficacia entre las dos estrategias: con las intervenciones de mejora y las prácticas actuales (Figura 1). Para los resultados fueron utilizadas tres medidas: los años de vida por discapacidad (DALYs por sus siglas en inglés), días adicionales de hospitalización evitados, y muertes evitadas. Para los cálculos de DALYs, se aplicó una tasa de disminución del 3% anual utilizando la edad o el peso según aplicara en cada hospital. Asumimos la estancia hospitalaria de un mes para los neonatos o niños sobrevivientes de NVM y de tres semanas para los que recibieron ventilación mecánica pero no desarrollaron la neumonía.

El resultado se midió como un incremento en la razón costo-efectividad (ICER por sus siglas en inglés), cuya fórmula se proporciona en la ecuación 1. Cuanto menor es el ICER, más efectiva es la intervención de mejoramiento de la calidad para disminuir la incidencia de NVM. Un ICER negativo significa que la intervención de mejora podría costar menos que el dinero ahorrado por el menor costo hospitalario en la atención de pacientes con ventilación mecánica debido a la disminución en la incidencia de NVM. Dado que previo a las intervenciones de mejora no había vigilancia y control de NVM en ambos hospitales, en el período previo se carecía de datos confiables. En consecuencia, fueron introducidos una serie de niveles de efectividad en el modelo del árbol de decisiones para determinar cómo cambió el incremento costo-efectividad. A partir de estos cálculos, se determinó el punto en el que el ahorro de costos es igual a los costos de las intervenciones de mejora a causa del menor número de casos de NVM (punto neutral de costos). La eficacia en un nivel más alto que este punto de costo neutral podría conducir a costos más bajos y a mejores resultados de salud, definidos como la disminución en la incidencia de NVM en esta población.

Para determinar la importancia relacionada a las variables de entrada, se incrementaron los valores individualmente alrededor del 1% y se registró el efecto que esto tuvo en los resultados. A más alto porcentaje de cambio en los resultados, más importante el cambio en la variable de entrada.

Con el propósito de realzar los beneficios entre el exceso de costos de las NVM y el ahorro que se obtiene cuando se comparan los costos del exceso y las intervenciones de mejora, en el estudio de exceso de costos los resultados se presentan y analizan por separado para cada hospital, en tanto que en el estudio de costo efectividad los resultados se presentan juntos.

Se utilizó la prueba de *t de student* para establecer la significancia estadística entre la estancia hospitalaria de casos y controles. Para establecer la diferencia entre el número de cultivos realizados, así como la letalidad entre casos y controles se utilizó la *Prueba Exacta de Fisher.*

Los costos indirectos (gastos realizados por los familiares en el cuido de su paciente durante el curso de la enfermedad, las horas no laboradas, etc) no fueron determinados.

Resultados

Exceso de costos de la NVM en la UCIN del Hospital Bertha Calderón

Durante 2009 fueron detectadas 29 NVM de las cuales fue posible parear 15 con sus respectivos controles. El promedio del peso entre casos y controles fue de 1933 g y 1951g respectivamente (Tabla 1). En promedio, los casos de NVM estuvieron hospitalizados 17 días más que los controles. Por otro lado, se realizaron 1.8 más cultivos y se les administró 0.5 más dosis diaria definidas (DDD) de antimicrobianos a los casos que a los controles (Tabla 2).

En el HBC el día cama en sala general durante el año 2009 fue de $US 93.00, por tanto el costo de un día cama en UCIN fue de $US 372.00. El exceso total de días cama durante el período fue de 493 (resultante de multiplicar el promedio de exceso de estancia de 17 días x 29 NVM que ocurrieron durante 2009). Este costo en días cama equivaldría a la hospitalización de 86.4 pacientes, tomando en cuenta que el promedio de estancia en UCIN durante ese mismo período fuese de 5.7 días.

Por tanto el exceso de costo por exceso de días estancia fue de $US 6,324.00, por exceso de uso de antimicrobianos de $US 18.4 y por exceso de cultivos de $US 8.60. En total, el exceso de costo por caso de NVM fue de $US 6,351.00 (Tabla 3). El mayor exceso de costo fue el de días cama, seguido por el costo de antimicrobianos y por último el de cultivos (Tabla 4).

Tomando en cuenta las 29 NVM ocurridas durante ese período, el exceso de costo total fue de $US184,179.00 lo que constituyó el 2.8 % del presupuesto anual del hospital ($US 6,585,781.00). Pero cuando se calcula el porcentaje del costo de las intervenciones de mejora ($US 6,682.00, ver tabla 5), sólo alcanza el 0.09% del presupuesto anual.

Exceso de costos de NVM en la UTI del Hospital Infantil Manuel de Jesús Rivera

Durante 2009 fueron detectadas 32 NVM de las cuales fue posible parear 10 con sus respectivos controles. El promedio de edad para los casos fue de 2.6 años y 2.5 años para los controles (Tabla 1). En promedio, los casos de NVM estuvieron hospitalizados 17 días más que los controles. Por otro lado, se realizaron 5 cultivos más y se les administró 31 dosis diarias definidas (DDD) más de antimicrobianos a los casos que a los controles (Tabla 2).

El costo por día cama para el hospital durante el año 2009 fue de $US 79.19. Los costos para UTI fueron de $US 316.76. (79.19 x 4). El promedio de estancia durante 2009 fue de 10.5 días, por lo que el exceso total de días cama para el período estudiado fue de 544 (resultante de multiplicar el promedio de exceso de estancia de 17 días x 32 NVM que ocurrieron durante 2009-enero 2010), lo que equivaldría a la hospitalización de 52 pacientes.

El exceso de costo por exceso de días cama fue de de $US 5,385.00, por exceso de uso de antimicrobianos de $US 614.00 y por exceso de cultivos, de $US 24.00. En total, el exceso de costo por caso fue de $US 6,023.00 (Tabla 3). Similar al HBC, el mayor exceso de costo fue el de días cama, seguido por el costo de antimicrobianos y por último el de cultivos (Tabla 4).

El exceso de costo por las 32 NVM ocurridas durante ese mismo año fue de $US 192,736.00 lo que constituyó el 2.8% del presupuesto anual del hospital ($US 6 807,318.00). Sin embargo, el costo de las intervenciones de mejora ($US 6,682.00) representaron el 0.1% del presupuesto anual.

Resultados de costo efectividad de las intervenciones de mejora

El costo de las capacitaciones en los dos hospitales constituyó el mayor gasto en las intervenciones de mejora, representando el 73% del costo total. El tiempo que el personal de las UCI (un médico y una enfermera en cada hospital) dedicó a las intervenciones de mejora fue estimado en 3 horas cada mes. Aunque esto no generó gastos adicionales para los hospitales, el tiempo en estas acciones se valora porque en ese período no pudieron cumplir con sus obligaciones clínicas. El costo total de la intervención de un año de duración fue de $US 6,682.00 (ver Tabla 5).

Sumando los datos de los dos hospitales, el número promedio de días de hospitalización fue de 17 días mayor entre los pacientes con NVM que aquellos sin diagnóstico NVM ($p<0.001$). Hubo una tasa de letalidad de forma estadísticamente significativa del 40% mayor entre los pacientes con NVM ($p = 0.02$). El número medio de cultivos de laboratorio también fue superior en un 2.9 entre los pacientes con NVM ($p = 0.01$). El costo promedio de hospitalización de un paciente con NVM fue $US 9.686.00. Mientras que el costo promedio para un paciente sin NVM ventilado fue de $US 3,779.00 por paciente (ver Tabla 6).

Se modeló las ICER de las intervenciones de mejora para diferentes niveles de eficacia con una disminución de 0.3% en la prevalencia de la NVM, y para los denominadores de los DALYs, días de hospitalización evitados, y muertes evitadas (Gráfica 1). Para todos los denominadores de resultado, el punto de equilibrio se produce cuando el efecto de la intervención de mejora disminuye la prevalencia de NVM en 0.5%. Ejemplo: si el efecto de la intervención de mejora disminuyó la prevalencia de 227 casos por 1000 días ventilador a 222 casos por cada 1000 días ventilador. Habría un ahorro cada vez más grande para el sistema de salud en tanto la eficacia de la intervención se hace progresivamente más alta que 0.5% en la reducción de la prevalencia del NVM.

Como se muestra en los tres gráficos de la Gráfica 1, las ICER parecen alcanzar un punto de rendimiento decreciente en términos de ahorro de costos debido a las intervenciones de mejora de la calidad en un nivel de efectividad de alrededor de un 2.5% de disminución de la prevalencia de la NVM. La duración de la hospitalización de los casos de NVM tuvieron el mayor efecto de todas las variables de entrada sobre la relación costo-efectividad en relación a las intervenciones de mejora, con un incremento de 1% en la duración de la estancia causando un incremento de 1.82% en el ICER. Las variables que tuvieron poco efecto en el resultado de la relación costo-efectividad fueron el costo de los antibióticos, el número y costo de los cultivos de laboratorio, y su respectivo costo de intervenciones de mejora (Tabla 7).

Discusión de los hallazgos

Excesos de costo de NVM en cada hospital

La principal causa de exceso de costo de las NVM en ambos hospitales se debe al exceso de días cama, lo cual ha sido reportado en otros estudios[12]. En ambos hospitales el costo por antimicrobianos y laboratorio fue menor del 2.2% del total del exceso de costos. Sin embargo el impacto y costo del uso de antimicrobianos, no tiene tanta repercusión por el volumen sino porque el uso irracional se asocia al aparecimiento de cepas multirresistentes. Las infecciones nosocomiales asociadas a bacterias multirresistentes, se asocian a mayor mortalidad, mayor estancia hospitalaria y finalmente mayores costos[21]. Estos costos son inferiores a los $US 30,931.00 reportados en EEUU[14].

Sin embargo, al comparar los porcentajes de costos de las NVM en relación al presupuesto anual de cada hospital y el porcentaje de costos de las intervenciones de mejora en un año, se comprueba que en cada hospital el costo de las intervenciones fue muy inferior. En el HBC las medidas de intervención representaron el 3.3% del total del porcentaje del exceso de costo de las neumonías, en relación al presupuesto; en el HIMJR, representaron el 3.8%

Para tener una idea del impacto del costo invertido para las NVM ocurridas durante 2009 se puede estimar que, en base al promedio del salario mensual de una enfermera en la UCIN o la UTI de ambos hospitales ($US 250.00), se hubiera podido contratar y pagar 60 enfermeras durante un año en ambos hospitales, o se hubieran podido adquirir 75,000 litros de alcohol gel para antisepsia de manos en cada hospital, lo cual hubiera servido para abastecer a 8 hospitales durante un año respectivamente (a partir de un consumo mensual estimado en 800 litros).

El costo anual de mantener un programa de prevención y control de infecciones nosocomiales es menor a los costos de tratamiento[12]. Cuando se relaciona el indicador de consumo de alcohol gel[22] (mL de alcohol gel/días paciente x 1000 días paciente) y la tasa de NVM se puede notar que hay una estrecha relación entre los volúmenes de consumo y la tasa de NVM. En la UTI del HIMJR se puede notar en el período del estudio que cuando el consumo disminuye de cierto punto crítico, las NVM se elevan, pero son necesarias además otras mejoras para prevenir la NVM. A partir de enero 2010 en la sala de UTI del HIMJR se profundizó en la prevención aplicando un paquete de mejoras[23-25] que, además de la antisepsia de manos con alcohol gel, incluye la vigilancia de los grados de inclinación de la cuna (30°), eliminación de la condensación de agua en los circuitos, aplicación de una técnica estandarizada de aspiración de secreciones y administración de bloqueadores H2 (si aplica). Como resultado la tasa de NVM se ha mantenido en un rango de 5-8 neumonías x 1000 días ventilador mecánico, por debajo de la mediana (12.5) y con 6 puntos por debajo de ella, lo que indica un cambio sostenido (estadísticamente significativo con un intervalo de confianza del 95%) como resultado de las medidas de prevención.

Los resultados obtenidos en estos dos hospitales refuerzan la importancia de mantener y profundizar la vigilancia y control de infecciones nosocomiales basados en intervenciones de prevención, ya que los costos son menores que la curación. El abordaje de costo efectividad de este estudio así lo demuestra.

Costo efectividad de las intervenciones de mejora

Con una inversión menor de $US 7,000 durante 1 año, las intervenciones de mejora podrían tener un punto neutral de costos si disminuyeran la prevalencia de NVM en 0.5%, resultando, por ejemplo en 5 casos menos por cada 1000 pacientes en ventilación mecánica en las unidades de cuidados intensivos. Si las medidas de intervención disminuyeran la prevalencia en más de 0.5%, eso podría significar un ahorro significativo de costos, y mejores resultados en la salud de los pacientes en ventilación mecánica.

La prevalencia de la NVM en la población estudiada fue de 22.7% que es comparable a la prevalencia del 20% reportada por Punjab[26] y similar a los 22 a 37 (dependiendo del protocolo de gestión) reportado en Taiwán[27]. Taira y col.[28] reportó estancias en pacientes con NVM y sin NVM en las UCI, de 28.7 y 12 respectivamente, las cuales son muy parecidas a las encontradas en este estudio. La magnitud de la diferencia de costos de los cuidados hospitalarios entre NVM y sin NVM ($US 5,907.00) fue ligeramente superior a la diferencia de $US 4,890.00 que se encuentran en la Argentina a partir de datos recogidos en 2001[29]. Fue inferior a la diferencia de $US 30,931.00 que los reportados en EE.UU. Sin embargo, teniendo en cuenta los gastos considerablemente más bajos en materia de salud en Nicaragua en comparación con los EE.UU., nuestros resultados representan una mayor diferencia práctica[14].

En el modelo de análisis, el exceso de estancia fue la variable con mayor impacto de costos en el resultado global. El promedio de estancia de los casos sin NVM y las tasas de mortalidad de ambos, con NVM y sin NVM también tuvo un impacto significativo en el resultado. Esto es consistente con el hallazgo de una gran diferencia en las muertes de casos de NVM y la estancia hospitalaria entre los casos y controles. El hallazgo de que con un bajo costo en las intervenciones de mejora en relación al costo invertido para el tratamiento de las NVM ocurridas en ambos hospitales durante el período de estudio, sostienen que aunque el costo de las intervenciones de mejora hubieran sido mayores, siempre resultaría que invertir en la prevención tendría un significativo menor costo que tratar los casos. Por lo tanto, es más conveniente invertir en la prevención que en la curación de los casos, desde todos los ángulos que se analicen.

El hallazgo de que con pequeñas mejoras se logran ahorros importantes en los costos es consistente con los hallazgos de Dubose et al.[30], quien informó de que un mayor cumplimiento de las medidas profilácticas basadas en evidencia conducen a una disminución en los casos de NVM.

Antes de las intervenciones de mejora, los hospitales participantes no estaban organizados para la vigilancia y detección de los casos de NVM. Los casos de NVM no se distinguían de forma confiable de otro tipo de infecciones, incluyendo otras infecciones nosocomiales.

Por lo tanto, los datos de referencia, con los cuales se podría haber medido la efectividad de la intervención comparándolos con los del final de las intervenciones de mejora, no estuvieron disponibles. Debido a que los cambios en las prácticas de control de infecciones se realizaron con rapidez en el inicio de la intervención, se consideró inválido utilizar los datos de NVM registrados al mismo tiempo al inicio de la intervención.

Otros investigadores han cuantificado los cambios en la frecuencia de infecciones nosocomiales asociadas a un mejor cumplimiento con las normas de higiene de las manos. Pittet y cols.[31] encontraron una disminución en las infecciones nosocomiales en una amplia intervención en un hospital de Suiza, de 16.9 a 9.9% en el transcurso de un año. En los EE.UU, Winston et al.[32] encontraron una reducción en la incidencia de NVM de 28 casos por cada 1.000 días ventilador a 13.2. Si el impacto en la reducción de la incidencia de NVM en los hospitales participantes en Nicaragua es parecido los efectos que figuran en estos otros estudios, la relación costo-efectividad de las intervenciones de mejora sería considerable. Dado que la reducción en la prevalencia de la NVM necesaria para el ahorro de costo es igual al costo de las intervenciones de mejora es sólo de 0.5%, es altamente probable que estas intervenciones se puedan asociar con importantes resultados positivos para los hospitales participantes.

Los costos invertidos por las familias o personas que ayudaron a cuidar a los pacientes no fueron incluidos en este estudio. Las intervenciones de este estudio fueron parte de una estrategia con plazos definidos diseñadas para implementar cambios y conseguir mejoras en los procesos de atención y en última instancia, lograr resultados de salud sostenibles, mas allá de las intervenciones realizadas. Si las mejoras son institucionalizadas y los equipos coordinadores abordan otras brechas en el desempeño de calidad, las intervenciones costo-efectividad se incrementarán en períodos posteriores en comparación con los resultados que se muestran aquí.

Esta es la primera evaluación económica en la que se examinan los costos y efectividad de una intervención de mejora para la prevención de infecciones nosocomiales en el segundo nivel de atención en un país de bajos ingresos. La incidencia de NVM en las UCI de países en

desarrollo se reporta cuatro veces mayor que las UCI de los EE.UU.[33]. Es clara la necesidad de intervenciones efectivas para disminuir la frecuencia de NVM en las UCI, y determinar su costo y eficiencia es fundamental para informar los tomadores de decisiones políticas en salud y facilitar la asequibilidad y sostenibilidad de estrategias con respecto a la competencia de necesidades en los recursos de salud. Este estudio indica que gastos pequeños en intervenciones de calidad es probable que produzcan un significativo ahorro de costos, incluso con sólo una modesta disminución en la prevalencia de la NVM.

Conclusiones

Los enfoques de mejora continua de la calidad pueden disminuir la incidencia de NVM en hospitales de países en vías de desarrollo como Nicaragua. El hallazgo de que la intervención requiere solamente un nivel modesto de inversión en la mejora de la calidad brindada que conlleve a mejorar la efectividad sin agregar costos adicionales, tiene el potencial para generar ahorros sustanciales, derivados de la prevención de NVM.

El costo social por las secuelas que derivan de la enfermedad misma o de la asistencia ventilatoria, el sufrimiento de los afectados y sus familiares y el impacto que tendrá en el futuro educativo o productivo de estos niños, es incalculable.

En resumen, las medidas de mejora y prevención implican un bajo costo de inversión en relación al exceso del costo por el abordaje de los casos, son factibles de implementar efectivamente con un enfoque de mejora continuo de la calidad y vale la pena su aplicación para la prevención de NVM

Desafíos

Invertir más en las acciones preventivas e institucionalizar los procesos de mejora continua de la calidad en el abordaje clínico y terapéutico de los casos de NVM.

Promover la aplicación de las metodologías de mejoramiento continuo de la calidad para reducir las brechas en la calidad y disminuir las tasas de infecciones nosocomiales.

Facilitar las sesiones de intercambio entre los equipos de mejoramiento de las terapias intensivas con el propósito de compartir los éxitos en las mejoras aplicadas.

Difundir el algoritmo de prevención de neumonía asociada a ventilador mecánico y la guía para la aspiración de secreciones, como herramientas vitales para la prevención de los casos de NVM.

Anexos

Tabla 1.
Sexo, peso promedio o edad promedio de los grupos de casos y controles con NVM en las salas de UCIN y UTI de los Hospitales Bertha Calderón (enero a septiembre 2009), e Infantil Manuel de Jesús Rivera (enero 2009 a enero 2010), Managua, Nicaragua.

	Casos		Controles	
	HBC	HIMJR	HBC	HIMJR
Número pacientes	15	10	15	10
mujeres	3	2	3	2
hombres	12	8	12	8
Promedio de peso* o edad en años	1933	2.6	1951	2.5

* peso en gramos en HBC

Tabla 2.
Comparación del promedio de días estancia, número de cultivos y uso de antimicrobianos (DDD) para casos y controles en las salas de UCIN y UTI de los Hospitales Bertha Calderón (enero a septiembre 2009), e Infantil Manuel de Jesús Rivera (enero 2009 a enero 2010), Managua, Nicaragua.

	Casos (a)	Controles (b)	Exceso (a-b)
		HBC	
Días cama promedio en UCIN	23.9	6.8	17
Número de cultivos*	3.5	1.7	1.8
Antimicrobianos (DDD)*	1	0.5	0.5
		HIMJR	
Días cama promedio en UTI	34	17	17
Cultivos*	10	5	5
Antimicrobianos (DDD)*	47	16	31

*($p = 0.01$)

Tabla 3.
Exceso de costo promedio (en $US) por caso, días cama, antimicrobianos y cultivos en las salas de UCIN y UTI de los Hospitales Bertha Calderón (enero a septiembre 2009) , e Infantil Manuel de Jesús Rivera (enero 2009 a enero 2010), Managua, Nicaragua

	Costo adicional por caso en $US (a+b+c)			
	Días cama (a)	Antimicrobianos (b)	Cultivos (c)	Total $US
HBC	6324	18.4	8.6	6,351
HIMJR	5385	614	24	6,023

Tabla 4.
Distribución porcentual del exceso de costo por caso, días cama, antimicrobianos y cultivos en las salas de UCIN y UTI de los Hospitales Bertha Calderón (enero a septiembre 2009), e Infantil Manuel de Jesús Rivera (enero 2009 a enero 2010), Managua, Nicaragua

	Distribución del costo promedio adicional por caso (%)		
	Días cama	Antimicrobianos	Cultivos
HBC	99.5	0.2	0.1
HIMJR	89.4	10.2	0.4

Tabla 5.
Costos de las medidas de intervención de mejora y costos de los insumos en las UCI de los Hospitales Bertha Calderón (enero a septiembre 2009), e Infantil Manuel de Jesús Rivera (enero 2009 a enero 2010), Managua, Nicaragua

Variables de las intervenciones de mejora	Costo en $US
Intervenciones de mejora (un año):	
Diseño y planificación	922.50
Capacitaciones	4,860.00
Gerencia	540.00
Tiempo del personal del hospital	360.00
Antibióticos por día (NVM)	4.41
Antibióticos por día (sin NVM)	1.69
Cultivos	4.88
Días cama (paciente con ventilación)	343.00

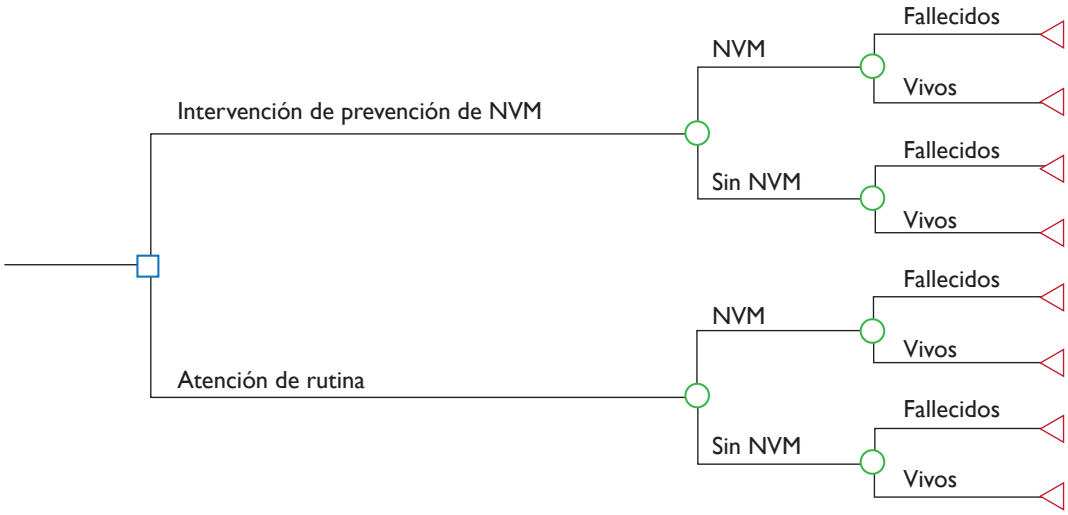
Tabla 6.
Otras variables de entrada en las UCI de los Hospitales Bertha Calderón (enero a septiembre 2009), e Infantil Manuel de Jesús Rivera (enero 2009 a enero 2010), Managua, Nicaragua

Variables	Estimado	Fuente
Prevalencia de NVN en pacientes con ventilación	0.227	Estudio caso-control
Letalidad en pacientes con NVM	0.5	Estudio caso-control
Letalidad en controles	0.1	Estudio caso-control
Promedio días estancia casos	27.9	Estudio caso-control
Promedio días estancia controles	10.9	Estudio caso-control
Promedio de cultivos en casos	5.96	Estudio caso-control
Promedio de cultivos en controles	3.04	Estudio caso-control
Años de vida de discapacidad en casos (DALYs)	0.056	Murray y López[34]
DALYs en los controles	0.037	Murray y López[34]
DALYs perdidos debido a fallecimiento por NVM	30.5	Murray y López[34]
Esperanza de vida en Nicaragua	73	OPS[35]

Tabla 7.
Efecto del incremento del 1% en las variables de insumos en la razón del incremento costo-efectividad en las UCI de los Hospitales Bertha Calderón (enero a septiembre 2009), e Infantil Manuel de Jesús Rivera (enero 2009 a enero 2010), Managua, Nicaragua

Variable	% de variación	Dirección (costo-efectividad de las intervenciones de mejora)
Promedio de estancia casos	1.82	Incremento
Porcentaje de letalidad en NVM	1.33	Incremento
Costo día cama	1.13	Incremento
Promedio de estancia sin NVM	0.60	Disminución
Tasa de letalidad sin NVM	0.22	Disminución
Incidencia de NVM post intervención	0.22	Disminución
Costo antibióticos	0.10	Incremento
Número de cultivos en NVM	0.08	Incremento
Costo de cultivos	0.08	Incremento
Número de cultivos sin NVM	0.07	Disminución
Costo de las intervenciones de mejora	0.07	Disminución

Figura 1.
Marco de análisis para comparar las intervenciones de mejora vs. las acciones rutinarias en las UCI de los Hospitales Bertha Calderón (enero a septiembre 2009), e Infantil Manuel de Jesús Rivera (enero 2009 a enero 2010), Managua, Nicaragua



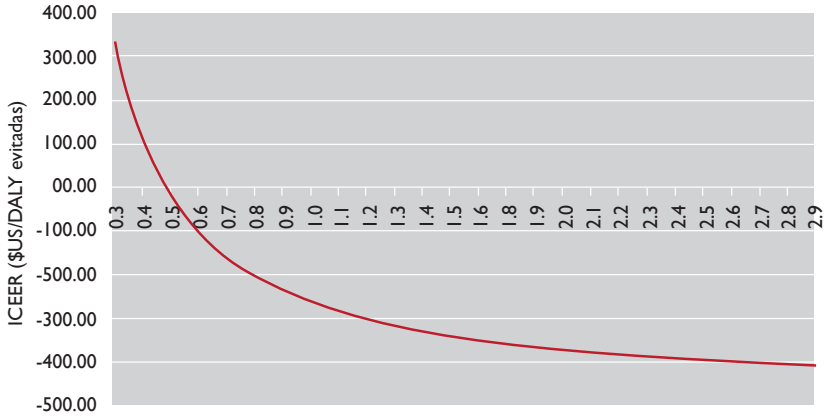
Ecuación 1.
El incremento de la razón costo-efectividad = (costo de las intervenciones de mejora después de la intervención – costo antes de la intervención) / (probabilidad de cumplimiento de las medidas de mejora después de la intervención – probabilidad de cumplimiento antes de la intervención) en las UCI de los Hospitales Bertha Calderón (enero a septiembre 2009), e Infantil Manuel de Jesús Rivera (enero 2009 a enero 2010), Managua, Nicaragua.

$$\text{Costo-efectividad} = \frac{\text{Costo de las intervenciones de mejora después de la intervención – costo antes de la intervención}}{\text{Probabilidad de cumplimiento de las medidas de mejora después de la intervención – probabilidad de cumplimiento antes de la intervención}}$$

Gráfica 1.

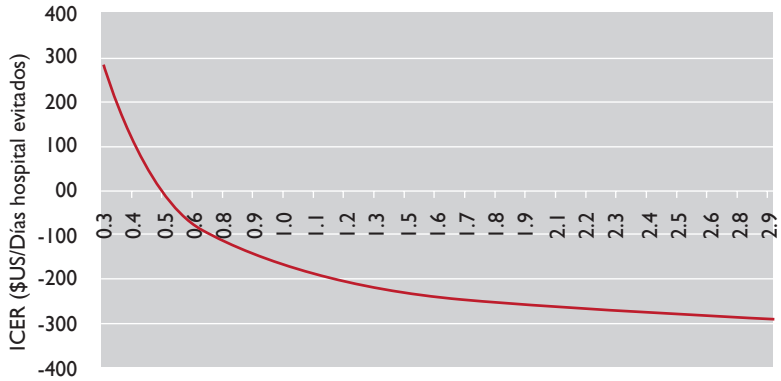
Incremento de la razón costo-efectividad (ICER) de las intervenciones de mejora a diferentes niveles de efectividad en las UCI de los Hospitales Bertha Calderón (enero a septiembre 2009), e Infantil Manuel de Jesús Rivera (enero 2009 a enero 2010), Managua, Nicaragua.

ICER a diferentes niveles de efectividad (DALYs*)

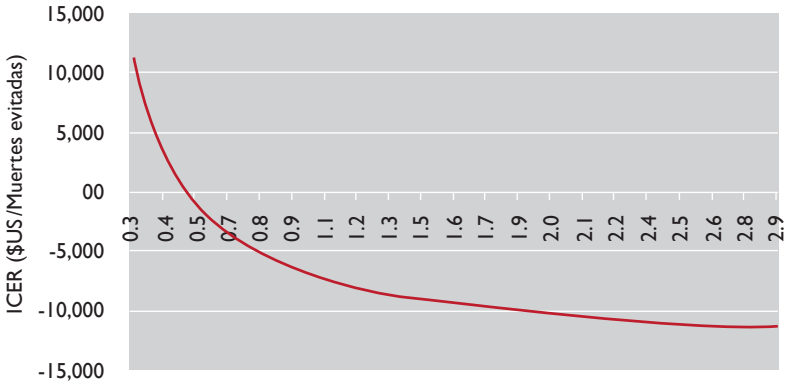


* DALYs: años de vida por discapacidad

ICER a diferentes niveles de efectividad (días hospital evitados)



ICER a diferentes niveles de efectividad (muertes evitadas)



Referencias

1 Ibrahim EH, Tracy L, Hill C, et al. The occurrence of ventilator associated pneumonia in a community hospital: risk factors and clinical outcomes. *Chest.* 2001;20(2):555-561.

2 Merchant S, Gast C, Nathwani D, Lee M, Quintana A, Ketter N, Friedland I, Ingham M. Hospital resource utilization with doripenem versus imipenem in the treatment of ventilator-associated pneumonia. *Clin Ther.* 2008 Apr;30(4):717-33.

3 Rosenthal VD, Maki DG, Salomao R, Moreno CA, Mehta Y, Higuera F, Cuellar LE, Arikan OA, Abouqal R, Leblebicioglu H; International Nosocomial Infection Control Consortium. Device-associated nosocomial infections in 55 intensive care units of 8 developing countries. *Ann Intern Med.* 2006 Oct 17;145(8):582-91.

4 Myny D, Depuydt P, Colardyn F, Blot S. Ventilator-associated pneumonia in a tertiary care ICU: analysis of risk factors for acquisition and mortality. *Acta Clin Belg.* 2005 May-Jun;60(3):114-21.

5 Rosenthal VD, Guzmán S, Crnich C. Device-associated nosocomial infection rates in intensive care units of Argentina. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2004 Mar;25(3):251-5

6 Xu Y, Zhang LJ, Ge HY, Wang DH.. Clinical analysis of nosocomial infection in neonatal intensive care units, *Zhonghua Er Ke Za Zhi.* 2007 Jun;45(6):437-41.

7 Turgut H, Sacar S, Okke D, Kavas ST, Asan A, Kutlu SS. Evaluation of Device Associated Infection Rates in Intensive Care Units of Pamukkale University Hospital. *Infection.* 2008 May 3. Pub Med. ISSN: 0300-8126 (print), 1439-0973 (online). Editor: Urben & Vogel

8 Tablan OC, Anderon LJ, Besser R, Bridges C and Hajjeh R. Guidelines for preventing health-care-associated pneumonia. Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee, *MMWR* March 26, 2004 / 53(RR03);1-36

9 Maenthaisong R, Chaiyakunapruk N, Thamlikitkul V. Cost-effectiveness analysis of chlorhexidine gluconate compared with povidone-iodine solution for catheter-site care in Siriraj Hospital, Thailand. *J Med Assoc Thai.* 2006 Nov;89 Suppl 5:S94-101.

10 Richards MJ, Edwards JR, Culver DH, Gaynes RP. Nosocomial infections in combined medical-surgical intensive care units in the United States. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2000 Aug;21(8):510-5.

11 Jarvis WR. Selected aspects of the socioeconomic impact of nosocomial infections: morbidity, mortality, cost and prevention. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1996. Aug;17(8):552-7.

12 Costo de infección nosocomial en nueve países de América Latina. Roxane Salvatierra González editora, 2003; OPS/DPC/CD/271/03

13 Douglas R. The Direct Medical costs of Healthcare-Associated Infections in U.S. Hospitals and the Benefits of Prevention. Division of Healthcare Quality Promotion National Center for Preparedness, Detection, and Control of Infectious Diseases Coordinating Center for Infectious Diseases Centers for Disease Control and Prevention March 2009. *http://www.cdc.gov/ncidod/dhqp/pdf/Scott_CostPaper.pdf*

14 Foglia E, Dawn M, Elward A. Ventilator-Associated Pneumonia in Neonatal and Pediatric Intensive Care Unit Patients. *Clin Microbiol Rev.* 2007; 20(3):409-25

15 Kawagoe JY, Segre CA, Pereira CR, Cardoso MF, Silva CV, Fukushima JT. Risk factors for nosocomial infections in critically ill newborns: a 5-year prospective cohort study. *Am J Infect Control.* 2001 Apr;29(2):109-14.

16 Mahieu LM, De Dooy JJ, Lenaerts AE, Ieven MM, De Muynck AO. Catheter manipulations and the risk of catheter-associated bloodstream infection in neonatal intensive care unit patients. *J Hosp Infect.* 2001 May;48(1):20-6.

17 Couto RC, Carvalho EA, Pedrosa TM, Pedroso ER, Neto MC, Biscione FM. A 10-year prospective surveillance of nosocomial infections in neonatal intensive care units. *Am J Infect Control.* 2007 Apr;35(3):183-9.

18 Haley RW, Culver DH, White JW et al. The efficacy of infection surveillance and control programs in preventing nosocomial infections in U.S. hospitals. *AM J Epidemiol* 1985;212:182-205

19 Arner JS, Jarvis WR, Emori TG, Horan TC, Hughes JM. CDC definitions for nosocomial infections. In: Olmsted RN, ed.: APIC Infection Control and Applied Epidemiology: Principles and Practice. St. Louis: Mosby; 1996: pp. A-1--A-20.

20 Maxwell M, Heaney D, Howie JGR, Noble S. General practice fundholding: observations on prescribing patterns and costs using the defined daily dose method. BMJ 1993;307:1190-4

21 Siegel J, MD; Rhinehart E, Jackson M, Chiarello L. Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. Management of Multidrug-Resistant Organisms In Healthcare Settings, 2007. *http://www.cdc.gov/ncidod/dhqp/pdf/ isolation2007.pdf*

22 How-to Guide: Improving Hand Hygiene. Institute for Healthcare Improvement (IHI), Centers for Disease Control and Prevention (CDC), Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology (APIC), and the Society of Healthcare Epidemiology of America (SHEA). *www.ihi.org*

23 5 Million Lives Campaign. Getting Started Kit: Prevent Ventilator-Associated Pneumonia How-to Guide. Cambridge, MA: Institute for Healthcare Improvement; 2008. (Available at *www.ihi.org*)

24 How-to-guide. Pediatric supplement Ventilator Associated Pneumonia. Pediatric Affinity Group

25 CDC Guidelines for Preventing Health-Care Associated Pneumonia, 2003. MMWR 2004;53:1 –36. Available at: *http://cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/rr5303a1.htm*

26 Sharma, H., et al., A study of profile of ventilator-associated pneumonia in children in *Punjab. J Trop Pediatr* 2009; 55(6): 393-5.

27 Hsieh, T.C., et al., Frequency of ventilator-associated pneumonia with 3-day versus 7-day ventilator circuit changes. *Pediatr Neonatol* 2010; 51(1): 37-43.

28 Taira, B.R., et al., Ventilator-associated pneumonia in pediatric trauma patients. *Pediatrit Care Med* 2009; 10(4): 491-4.

29 Acosta-Gnass, S.I., et al., Costo de la neumonía nosocomial asociada a ventilación mecánica, Sanatorio Adventista del Plata, Argentina. *Rev Panam Infectol* 2008; 10(4 Supl 1): S78-82.

30 Dubose, J., et al., Measurable Outcomes of Quality Improvement Using a Daily Quality Rounds Checklist: One-Year Analysis in a Trauma Intensive Care Unit With Sustained Ventilator-Associated Pneumonia Reduction. *J Trauma,* 2009. 12/22.

31 Pittet, D., et al., Effectiveness of a hospital-wide programme to improve compliance with hand hygiene. Infection Control Programme. *Lancet* 2000; 356(9238): 1307-12.

32 Winston, L.G., et al., Introduction of a waterless hand gel was associated with a reduced rate of ventilator-associated pneumonia in a surgical intensive care unit. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2004; 25(12): 1015-6.

33 Rosenthal, V.D., et al., International Nosocomial Infection Control Consortium (INICC) report, data summary for 2003-2008, issued June 2009. *Am J Infect Control* 2010; 38(2): 95-104 e2.

34 Murray, C. and A. Lopez, The global burden of disease. 1996, Boston: *Harvard University Press*.

35 Pan American Health Organization. Nicaragua: Demographic indicators. Country profile, 2010; Available from: *http://www.paho.org/english/sha/prflnic.htm*.

USAID | PROYECTO DE MEJORAMIENTO
DE LA ATENCIÓN EN SALUD

University Research Co., LLC
De donde fue la Vicky-1 cuadra abajo, 1 cuadra al sur
Plaza San Ramón, 2do piso, Módulo No. 6
Managua, Nicaragua
Tel: 22-787-112

University Research Co., LLC
7200 Wisconsin Avenue, Suite 600
Bethesda, MD 20814 EE.UU.
Tel: (301) 654-8338
Fax: (301) 941-8427
www.hciproject.org