

IMPACTO FARMACOECONÓMICO DE LA IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE BOTIQUÍN AUTOMATIZADO EN LA UNIDAD DE URGENCIAS DE UN HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO

Pérez Ruixo, J. J., *Doctor en Farmacia, Especialista en Farmacia Hospitalaria;*
Martínez Romero, G., *Residente II, Servicio de Farmacia;* **Quintana Vargas, M.^a I.**, *Residente II, Servicio de Farmacia;* **Juan Colomer, J.**, *Doctor en Farmacia, Jefe de Sección del Servicio de Farmacia, Profesor Asociado del Departamento de Farmacia y Tecnología Farmacéutica;*
Jiménez Torres, N. V., *Doctor en Farmacia, Jefe del Servicio de Farmacia, Catedrático del Departamento de Farmacia y Tecnología Farmacéutica.*

Servicio de Farmacia. Hospital Universitario Dr. Peset. Valencia.
Departamento de Farmacia y Tecnología Farmacéutica. Universidad de Valencia.

Palabras clave:

Botiquín de urgencias. Botiquín automatizado.

Resumen:

Objetivo. Evaluar el impacto farmacoeconómico de la implantación de un sistema de botiquín automatizado en la unidad de urgencias de un hospital universitario.

Método. Desde enero de 1993 hasta marzo de 2000 se recogieron mensualmente los datos correspondientes a las urgencias atendidas y al coste de medicamentos asignado a la unidad de urgencias de un hospital general de 550 camas. La dispensación de medicamentos se realizó mediante un sistema de botiquín con existencias fijas hasta mayo de 1995 y desde enero de 1996 se realiza mediante un sistema de dispensación automatizado. Desde la perspectiva de la unidad de urgencias se realiza un análisis de minimización de costes con los datos obtenidos hasta diciembre de 1998. Para ello se desarrolla un modelo de regresión lineal múltiple cuya variable dependiente es el coste mensual en medicamentos, actualizado hasta el año 2000, con una tasa de descuento del 6%. El impacto de la implantación del sistema automatizado se ajustó por las urgencias atendidas, el tiempo transcurrido desde

el inicio del estudio (años) y el mes del año. Adicionalmente se realizó un análisis de sensibilidad sobre la tasa de descuento y el coste de la medicación utilizada en los pacientes ingresados en la Unidad Médica de Corta Estancia (UMCE) a partir de marzo 1996, que con anterioridad se asignaba a la unidad de urgencias. Los datos obtenidos entre enero de 1999 y marzo de 2000 permitieron evaluar la capacidad predictiva del modelo.

Resultados. Durante el período de tiempo estudiado (87 meses) se atendieron en promedio (desviación estándar) 9.422 (1.186) urgencias mensuales, y el coste mensual actualizado de la medicación fue de 3,70 (0,89) millones de pesetas. El sistema de botiquín automatizado de dispensación de medicamentos permite disminuir significativamente ($p = 0,031$) el coste mensual de la medicación en 692.000 pesetas (IC95%: 65.000 a 1.319.000 pesetas). El análisis de sensibilidad establece que, independientemente de la tasa de descuento, la tendencia a disminuir el coste en medicación asignado a la unidad de urgencias se mantiene mientras el coste de la medicación que la UMCE asume de la unidad de urgencias sea menor a 6.387 pesetas por paciente. El modelo desarrollado posee un error relativo medio del 2,32% (IC95%: -8,30 a 12,90) y la raíz cuadrada del error cuadrático medio es 19,15%. Estos resultados validan la exactitud y la precisión del modelo desarrollado.

Conclusión. La implantación de un sistema de botiquín automatizado de medicamentos en la unidad de urgencias disminuye el coste en la medi-

Correspondencia: Joaquín Juan Colomer. Servicio de Farmacia. Hospital Universitario Dr. Peset. Avda. Gaspar Aguiar, 90. 46017 Valencia. E-mail: juan-joa@gva.es

Fecha de recepción: 16-6-00

cación utilizada. Asimismo, el modelo matemático desarrollado es capaz de predecir el coste mensual en medicamentos, por lo que se convierte en un instrumento de trabajo fiable para comparar externamente el impacto económico de cualquier actuación farmacoterapéutica continuada en la referida unidad.

PHARMACOECONOMIC IMPACT OF THE IMPLEMENTATION OF AN AUTOMATED DISPENSING SYSTEM IN THE EMERGENCY DEPARTMENT OF A UNIVERSITY HOSPITAL

Key words:

Emergency dispensing. Automated dispensing.

Summary:

Aim. The evaluate the pharmacoeconomic impact of the implementation of an automatic dispensing system in the emergency department of a university hospital.

Method. The data corresponding to emergency visits and to the cost of medication assigned to the emergency department of a general hospital with 550 beds was collected monthly from January 1993 to March 2000. Until May 1995 medication was dispensed through a dispensing system with fixed supply and from January 1996 through an automatic dispensing system. Using data obtained up to December 1998, a cost minimization analysis was performed from the perspective of the emergency department. To do this, a multiple linear regression model was developed, with monthly medication costs, updated to the year 2000 and a discount rate of 6%, as the dependent variable. The impact of the introduction of the automated system was adjusted by the emergencies treated, the time between the start of the study (years) and month. In addition, a sensitivity analysis was carried out on the discount rate and the cost of the medication used in patients admitted to the short-stay medical unit since March 1996, which had previously been assigned to the emergency department. The data obtained between January 1999 and March 2000 enabled evaluation of the model's predictive power.

Results. During the period studied (87 months) an average (standard deviation) of 9,422 emergencies were attended per month and the updated monthly medication cost was 3.70 (0.89) million pesetas. The automated dispensing system significantly reduced ($p = 0.031$) the monthly cost of medication by 692,000 pesetas (95% CI: 65,000-3,319,000 pesetas). Sensitivity analysis established that, independently of the discount rate, the tendency to reduce the cost of medication assigned to the emergency unit was maintained as long as the cost of the medication that the short-stay medical unit accepted from the emergency department was less than 6,387 pesetas/patient. The mean relative error of the model developed was 2.32% (95% CI: 8.30-12.90) and the square

root of the mean square error was 19.15%. These results validate the accuracy and precision of the model developed.

Conclusion. The implementation of an automated dispensing system in the emergency unit reduced the cost of the medication used. Likewise, the mathematical model developed was able to predict the monthly medication cost and consequently it can be used as a reliable tool to compare, externally, the economic effect of any continued pharmacotherapeutic activity carried out in the emergency unit.

Farm Hosp 2000;24(6):390-397

INTRODUCCIÓN

La dispensación de medicamentos en los hospitales ha evolucionado acorde al progreso científico, a las necesidades terapéuticas y a la situación económico-sanitaria existente en cada momento. Desde la introducción de los primeros sistemas de dispensación de medicamentos en dosis unitarias a finales de los años setenta se ha pasado a la implantación de los sistemas automatizados de dispensación individualizada de medicamentos (1). Estos sistemas aparecen en los hospitales de EE. UU. con la finalidad de simplificar las actividades implicadas en el proceso de dispensación de medicamentos. Su implantación exigió el desarrollo de los procedimientos normalizados de trabajo y la redistribución de las actividades del personal del equipo de salud con el objetivo de garantizar la calidad de la dispensación de medicamentos (1). De esta forma fue posible disminuir los errores de medicación inherentes al proceso de utilización de medicamentos, disminuir el tiempo empleado en la dispensación de medicamentos y alcanzar una eficiencia comparable a la obtenida con los sistemas de dosis unitarias (2, 3). En los últimos años la amplia difusión del sistema se debe tanto a su validez y eficiencia como a la credibilidad alcanzada entre los facultativos. En este marco los sistemas automatizados de dispensación individualizada de medicamentos se presentan como una herramienta necesaria para racionalizar los recursos, mejorar la gestión de la información y la calidad de la dispensación de medicamentos (4).

Esta situación no ha pasado inadvertida en los hospitales españoles, donde la dispensación automatizada de medicamentos surge ante la creciente necesidad de mejorar la eficiencia del proceso de dispensación de medicamentos, aumentar el ámbito de servicios farmacéuticos, especialmente en las unidades de hospitalización, donde no es posible la implantación del clásico sistema de dispensación de medicamentos en dosis unitarias, y facilitar el acceso del fármaco a parcelas del contexto clínico en las que no estaba plenamente integrado en el equipo de salud (5-9). En este sentido, la dispensación individualizada de medicamentos permite tomar parte en la

mejora de procesos que son causa primaria de errores de medicación (prescripción, transcripción, dispensación y administración de medicamentos (10) y participar activamente en la prevención, identificación y resolución de los problemas relacionados con la medicación (2).

Por otra parte, la aplicación de nuevas tecnologías sanitarias, como son los sistemas de botiquín automatizado, requiere tanto el análisis de su efectividad y seguridad como la evaluación del impacto económico de su implantación y la optimización de los escasos recursos disponibles. En este contexto, el objetivo principal del presente trabajo es evaluar el impacto farmacoeconómico de la implantación de un sistema de botiquín automatizado para la dispensación de medicamentos en una unidad de urgencias de un hospital universitario. Como objetivo secundario se plantea el desarrollo de un modelo matemático con capacidad para predecir el coste de los medicamentos asignado a la unidad de urgencias.

MÉTODO

La evaluación del impacto de la implantación del sistema de botiquín automatizado de dispensación sobre el coste de los medicamentos en la unidad de urgencias se ha realizado con la metodología utilizada en las evaluaciones farmacoeconómicas. Así, el análisis se ha desarrollado desde la perspectiva de la unidad de urgencias de un hospital general universitario de 550 camas que atiende un área sanitaria de 321.361 personas (año 1996). La descripción de la unidad de urgencias, así como el proceso de implantación del sistema de botiquín automatizado de dispensación de medicamentos han sido descritos previamente por Porta et al (6).

En este análisis se han comparado dos alternativas: la dispensación de medicamentos realizada desde enero de 1993 hasta mayo de 1995 mediante un sistema de botiquín con existencias fijas y la dispensación realizada desde enero de 1996 hasta marzo de 2000 mediante el sistema de botiquín automatizado (SureMed®, versión 5.2.1, Baxter®, S. A.). En el período comprendido entre mayo de 1995 y diciembre de 1996 coexistieron ambos sistemas con el fin de garantizar la disponibilidad de medicamentos en la unidad de urgencias, facilitar el aprendizaje del personal sanitario y alcanzar la credibilidad necesaria entre los usuarios del nuevo sistema de dispensación de medicamentos.

La comparación entre ambos sistemas se ha realizado mediante un análisis de minimización de costes. Es decir, se asume que la efectividad y seguridad de los tratamientos farmacoterapéuticos dispensados a partir de un botiquín de existencias fijas es similar a la obtenida con el sistema de botiquín automatizado de dispensación. Durante el período de estudio se han recogido prospectivamente los datos mensuales correspondientes al coste de la medicación asignada a la unidad de urgencias y las urgencias atendidas en el hospital. Los costes de la medicación se han actualizado al año 2000 con una tasa de descuento del 6% (11).

Con los datos obtenidos hasta diciembre de 1998 se ha construido un modelo de regresión lineal multivariante cuya variable dependiente es el coste mensual actualizado en medicamentos. Las urgencias atendidas mensualmente, el tiempo transcurrido desde el inicio del estudio y el mes del año considerado han sido las variables independientes. La estimación de los parámetros del modelo se realizó a través de la minimización de la suma de cuadrados de los residuales. Se realizaron las pruebas pertinentes para identificar posibles interacciones (cambios significativos en la suma de cuadrados de los residuales al introducir las posibles interacciones en el modelo) y factores de confusión (método de la proporción de cambio de los coeficientes del modelo) entre las variables independientes utilizadas en el análisis.

El análisis de sensibilidad se ha realizado sobre dos variables: la tasa de descuento y el impacto de la implantación de la unidad médica de corta estancia (UMCE) sobre el coste de los medicamentos asignado a la unidad de urgencias. En este último caso la necesidad del análisis de sensibilidad se deriva a partir de marzo de 1996, donde es necesario considerar la influencia de la implantación de la UMCE sobre el coste de la medicación asociada a la unidad de urgencias, puesto que el coste de la medicación asignado a los pacientes ingresados en la UMCE procede de los pacientes que con anterioridad se atendían tanto en urgencias como en las unidades de hospitalización. Como el análisis de minimización de costes se realiza desde la perspectiva de la unidad de urgencias, es necesario conocer el porcentaje del coste de medicación de la UMCE debido a los pacientes que con anterioridad se atendían en la unidad de urgencias. La imposibilidad de obtener esta información obliga a realizar un análisis de sensibilidad sobre el coste de la medicación que la UMCE desde su establecimiento asume de la unidad de urgencias.

La validación del modelo desarrollado se ha realizado con los datos obtenidos entre enero de 1999 y marzo de 2000. La valoración de la exactitud y precisión en la estimación del coste mensual en medicamentos de la unidad de urgencias se realizó mediante la teoría de errores de predicción (12). Como medida de exactitud se utilizó el error relativo medio de predicción (ERM) y la medida de precisión fue la raíz cuadrada del error cuadrático medio de predicción (RECM). El ERM y RECM del modelo se calcularon mediante las ecuaciones 1 y 2, respectivamente:

$$ERM = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \frac{Q_i - Q^*}{Q^*} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$RECM = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \left[\frac{Q_i - Q^*}{Q^*} \right]^2} \quad \text{Ecuación 2}$$

donde Q_i representa la estimación del coste actualizado en medicamentos obtenido en el i -ésimo mes y Q^* representa el verdadero valor del coste actualizado en medi-

camentos obtenido en ese mismo mes en la unidad de urgencias. El análisis estadístico se realizó en el programa SPSS versión 9.0 (SPSS Inc, Chicago, IL) (13).

RESULTADOS

Durante el período de tiempo estudiado (87 meses) se atendieron en promedio (desviación estándar) 9.422 (1.186) urgencias mensuales, el coste mensual actualizado de la medicación fue de 3,70 (0,89) millones de pesetas y el coste actualizado por urgencia atendida se situó en 316 (77) pesetas. En la figura 1 se representa la evolución mensual del coste actualizado en medicamentos y su media móvil anterior con periodicidad anual. En la figura 2 se representa la evolución mensual de las urgencias atendidas y su media móvil anterior con periodicidad anual.

La tabla 1 recoge los parámetros estadísticos del modelo de regresión lineal múltiple desarrollado para valorar el impacto de la implantación del sistema de botiquín automatizado de dispensación de medicamentos sobre el coste mensual de los medicamentos. El sistema automatizado de dispensación de medicamentos permite disminuir significativamente ($p = 0,031$) el coste mensual de la mediación en 692.000 pesetas (IC95%: 65.000 a 1.319.000 pesetas). Este resultado, obtenido con una tasa de descuento del 6%, no considera el coste en la medicación asignada a la unidad de urgencias, que a partir de marzo de 1996 asume la UMCE.

En el modelo matemático desarrollado no se identificaron interacciones significativas entre la implantación del sistema automatizado y el resto de variables inde-

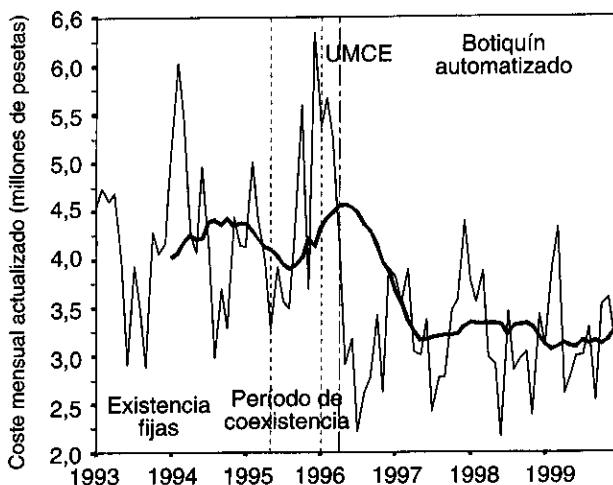


Figura 1.—Evolución temporal del coste mensual en medicamentos. La línea fina representa el coste mensual en medicamentos, actualizado con una tasa de descuento del 6%, y la línea gruesa representa la media de los últimos doce meses. Las líneas punteadas marcan el período de coexistencia entre el sistema de botiquín de existencias fijas y sistema de botiquín automatizado, y la línea alternada representa el establecimiento de la unidad médica de corta estancia (UMCE).

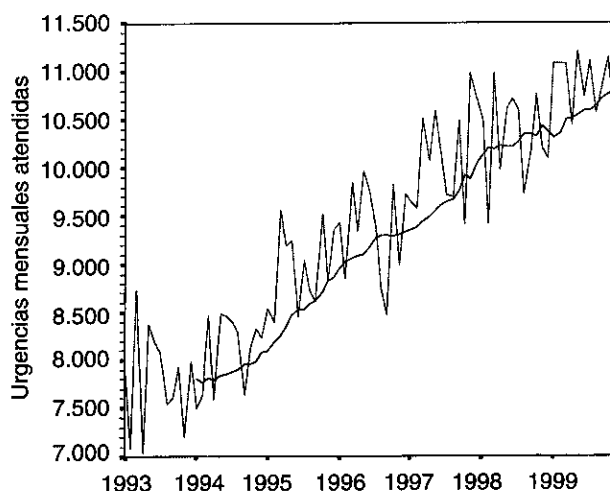


Figura 2.—Evolución temporal de las urgencias atendidas. La línea gris representa las urgencias mensuales atendidas y la línea negra representa la media de los últimos doce meses.

pendientes, que, sin embargo, se comportaron como variables de confusión, puesto que su eliminación del modelo producía una modificación de la estimación del efecto de la implantación del sistema automatizado superior al 15%, valor fijado previamente como error má-

Tabla 1. Parámetros estadísticos del modelo desarrollado para valorar el impacto farmacoeconómico del sistema de botiquín automatizado en la dispensación de medicamentos

Item	Coefficiente	Intervalo de confianza 95%	p
Constante (millones de pesetas).....	3,059	-0,332 a 6,450	0,076
Sistema automatizado (millones de pesetas)	-0,692	-1,319 a -0,065	0,031
Urgencias atendidas (millones de pesetas/10 ⁴ urgencias)	2,504	-1,911 a 6,920	0,261
Tiempo (millones de pesetas/año)	-0,195	-0,490 a 0,101	0,192
Mes del año* (millones de pesetas):			
— Febrero	0,400	-0,357 a 1,157	0,294
— Marzo	-0,072	-0,879 a 0,735	0,858
— Abril	-0,602	-1,336 a 0,132	0,106
— Mayo	-1,260	-2,044 a -0,476	0,002
— Junio	-1,134	-1,886 a -0,382	0,004
— Julio	-1,251	-1,995 a -0,506	0,001
— Agosto	-1,388	-2,124 a -0,653	< 0,001
— Septiembre	-1,176	-1,910 a -0,441	0,002
— Octubre	-0,695	-1,444 a 0,054	0,068
— Noviembre	-1,038	-1,775 a -0,300	0,007
— Diciembre	-0,174	-0,932 a 0,583	0,646

*Referido al mes de enero.

ximo aceptable. Por este motivo no fueron eliminadas del modelo final (tabla 1). Así, al considerar el mes del año asociado al coste de la medicación en la unidad de urgencias las urgencias atendidas dejan de alcanzar un nivel de significación estadística y se convierten en una variable de confusión. De forma similar sucede con el tiempo transcurrido desde el inicio del estudio. En este caso la actualización de los costes al año 2000 establece que el coste de la medicación asignada a la unidad de urgencias permanece estable en el tiempo y los cambios existentes durante el período de estudio no se deben a variaciones anuales del coste de la medicación. Finalmente si se considera la periodicidad anual en el coste de las urgencias atendidas y un nivel de significación de 0,1 es posible establecer dos grupos estacionales respecto al coste mensual de la medicación. Así, los meses comprendidos entre diciembre y abril poseen un coste en medicación significativamente superior a los meses comprendidos entre mayo y noviembre (tabla 1). En la figura 3 se observa el diagrama de dispersión entre la predicción del coste mensual actualizado y el coste actualizado mensual obtenido entre enero de 1993 y diciembre de 1998 ($r^2 = 0,62$).

Respecto al análisis de sensibilidad, cuando la tasa de descuento utilizada es del 2%, el sistema automatizado de dispensación de medicamentos permite disminuir el coste mensual de la medicación en 580.000 pesetas (IC95%: -103.000 a 1.037.000 pesetas), y cuando la tasa de descuento utilizada es del 10% el sistema automatizado de dispensación de medicamentos permite disminuir el coste mensual de la medicación en 892.000

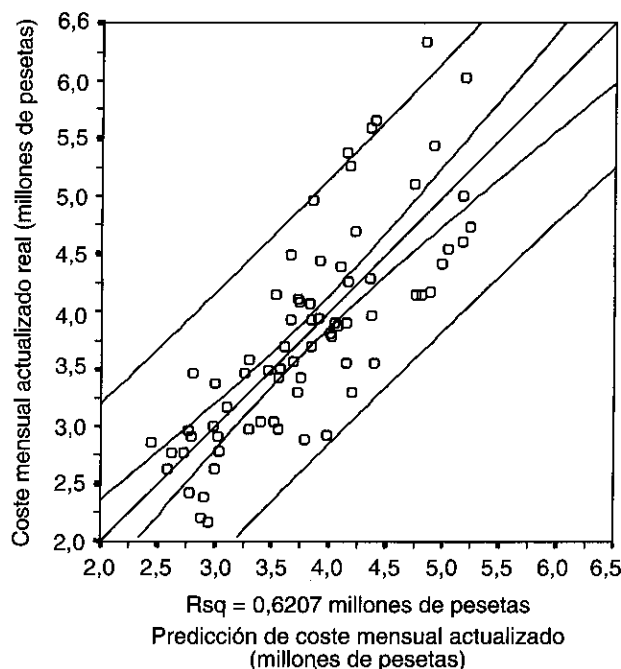


Figura 3.—Diagrama de dispersión entre el coste actualizado mensual real y la predicción del coste mensual actualizado realizada a partir del modelo desarrollado (N = 72)

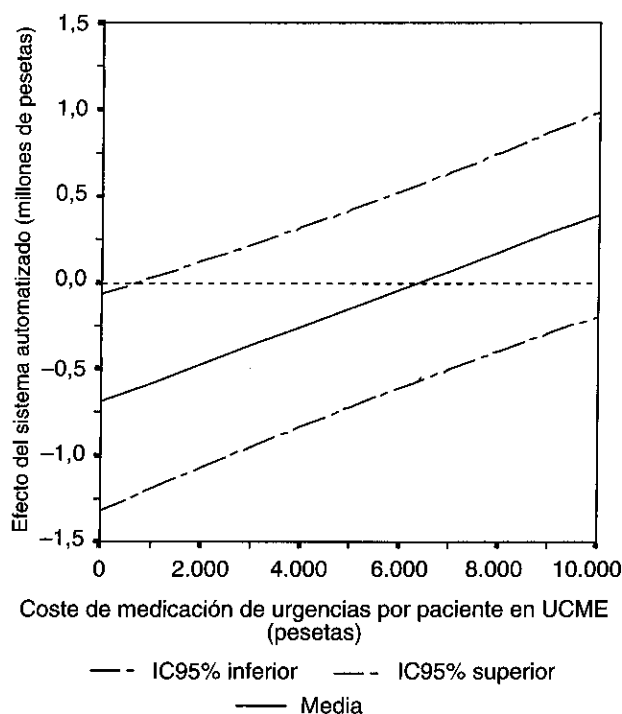


Figura 4.—Análisis de sensibilidad del coste de la medicación de urgencias asumido por cada paciente ingresado en la unidad médica de corta estancia (UMCE).

pesetas (IC95%: -249.000 a 1.535.000 pesetas). El análisis de sensibilidad del coste de la medicación de urgencias asumido por los pacientes ingresados en la UMCE se muestra en la figura 4.

La evaluación de la capacidad predictiva del modelo se muestran en la tabla 2, tanto para el período comprendido entre enero de 1993 y diciembre de 1998 como para el período comprendido entre enero de 1999 y marzo de 2000 (período utilizado para la validación del modelo). En este último caso tanto el ERM como la RECM ponen de manifiesto la excelente exactitud y precisión del modelo desarrollado. En efecto, el intervalo de confianza del ERM carece de sesgo sistemático ($p = 0,65$) al incluir el valor nulo, y la RECM es inferior al 20%, valor umbral establecido como mínima precisión exigible para los modelos predictivos (14).

Tabla 2. Error relativo (ERM) y raíz cuadrada del error cuadrático medio (RECM) en la predicción del coste mensual actualizado de la medicación de la unidad de urgencias desde enero de 1993 hasta diciembre de 1998

Período	N	ERM (IC95%)	RECM
Enero 1993 a diciembre 1998.....	72	0,02% (-3,34 a 3,38)	14,31%
Enero 1999 a marzo 2000	15	2,23% (-8,30 a 12,90)	19,15%

DISCUSIÓN

La robotización o automatización de los procesos de dispensación de medicamentos en la unidad de urgencias se presenta como una herramienta necesaria para mejorar la calidad en la dispensación de medicamentos. En este sentido la implantación de los sistemas de botiquín automatizados de medicamento (2) debe considerar tanto la evaluación de su eficacia y seguridad (15, 16) como el impacto económico y sobre los recursos humanos (1, 3). En este contexto se enmarca el objetivo principal del presente trabajo.

El análisis de los datos se centra exclusivamente en la unidad de urgencias, ya que la implantación del sistema de botiquín automatizado para la dispensación de medicamentos sólo afecta a los pacientes atendidos en urgencias y no a los pacientes ingresados en las unidades de hospitalización por cuanto que el sistema de dispensación de medicamentos es individualizado (dosis unitarias y terapia intravenosa). Ahora bien, a partir de marzo de 1996 es necesario considerar la influencia de la implantación de la UMCE sobre el coste de la medicación asociada a la unidad de urgencias por ser el lugar que recibe los pacientes atendidos en urgencias y que necesitan ser ingresados para su estudio y/o tratamiento. Para ello se ha realizado un análisis de sensibilidad sobre el coste de la medicación que la UMCE asume de la unidad de urgencias. El análisis de sensibilidad también se ha realizado con la tasa descuento debido a las variaciones que se han producido en los bonos y obligaciones del Estado a medio plazo (aproximación al coste de oportunidad de los recursos públicos) y la tasa de inflación en los últimos años (11).

La estrategia empleada en el análisis de minimización de costes utiliza los datos internos, obtenidos prospectivamente de la unidad de urgencias de un hospital general universitario terciario, para modelizar el impacto de la implantación del sistema de botiquín automatizado de dispensación de medicamentos (17). Por este motivo sólo fue posible comparar la dispensación de medicamentos realizada mediante un sistema de botiquín con existencias fijas y la dispensación realizada mediante el sistema automatizado. No fue posible la comparación con la dispensación individualizada de medicamentos (dosis unitarias y terapia intravenosa) puesto que este sistema no ha sido utilizado en la unidad de urgencias del hospital.

El análisis de minimización de costes asume que la efectividad y seguridad de los tratamientos farmacoterapéuticos dispensados a partir de un botiquín de existencias fijas es similar a la obtenida con el sistema automatizado de dispensación individualizada. Sin embargo, los errores de medicación derivados de ambos sistemas no son equiparables (3). En este sentido asumir la misma efectividad y seguridad para ambos sistemas es un sesgo que afectará de forma negativa al impacto farmacoeconómico del sistema automatizado de dispensación de medicamentos.

Por otra parte, el coste mensual de la medicación es tan sólo un tipo de coste directo relacionado con los

servicios sanitarios prestados en materia de dispensación de medicamentos. En este análisis no se contemplan otros costes, directos e indirectos, por la imposibilidad de su medida rutinaria. En este sentido destacar que no se han considerado los costes de personal implicado en el proceso de dispensación de medicamentos, aunque existen datos publicados que establecen una disminución del tiempo del personal farmacéutico dedicado a los procesos de dispensación (1). En nuestro caso la disminución del tiempo empleado por el personal auxiliar en el proceso de dispensación de medicamentos ha disminuido drásticamente tras comenzar a realizar una única reposición diaria de existencias (6).

Estas consideraciones permiten establecer una disminución significativa en el coste mensual de la medicación como consecuencia de la implantación del sistema de botiquín automatizado para la dispensación de medicamentos (tabla 1). En efecto, respecto al mes de enero del año 2000 el ahorro derivado de la implantación del sistema automatizado supone una disminución del coste en medicamentos del 18,60%; es decir, de las 11.535 urgencias atendidas durante este mes, 2.145 tuvieron un coste nulo. Así se estima que el presupuesto en medicamentos de la unidad de urgencias equivale a coste cero cada cinco años y, por tanto, a finales del año 2000 se habrá obtenido un ahorro de 41,5 millones de pesetas.

El resultado obtenido es independiente de la tasa de descuento utilizada, puesto que con valores extremos del 2 y 10% la disminución del coste de los medicamentos de urgencias, aunque no es estadísticamente significativa, sí muestra cierta tendencia hacia valores que indican una disminución de los costes en medicación. En cualquier caso estos resultados sobreestiman el efecto de la implantación del sistema automatizado de dispensación puesto que supone asumir que la UMCE no asume ningún coste en medicación de la unidad de urgencias. Ahora bien, en nuestro hospital el coste medio de la medicación de los pacientes ingresados en la UMCE es de 4.773 pesetas (IC95%: 3.022 a 6.524 pesetas). Por tanto, si se considera que por cada paciente ingresado en la UMCE 4.000 pesetas de su medicación hubieran sido asignadas a la unidad de urgencias, antes de la implantación de la UMCE, el presupuesto anual en medicamentos de la unidad de urgencias equivaldría a coste cero cada trece años. De esta forma a final del año 2000 se obtendría un ahorro de 14 millones de pesetas.

No obstante, este resultado infraestima el efecto de la implantación del sistema automatizado, puesto que supone que el 84% del coste de la medicación asignado a la UMCE procede del coste antes asignado a la unidad de urgencias. En cualquier caso, la implantación del sistema de botiquín automatizado para la dispensación de medicamentos tendrá repercusiones económicas favorables para la unidad de urgencias, mientras el coste de la medicación asumido por la UMCE sea menor a 6.387 pesetas por paciente como sucede en la actualidad.

Estos resultados evidencian un impacto económico superior al documentado por Porta et al en 1998 (6) y puede ser atribuido al sesgo que inicialmente se intro-

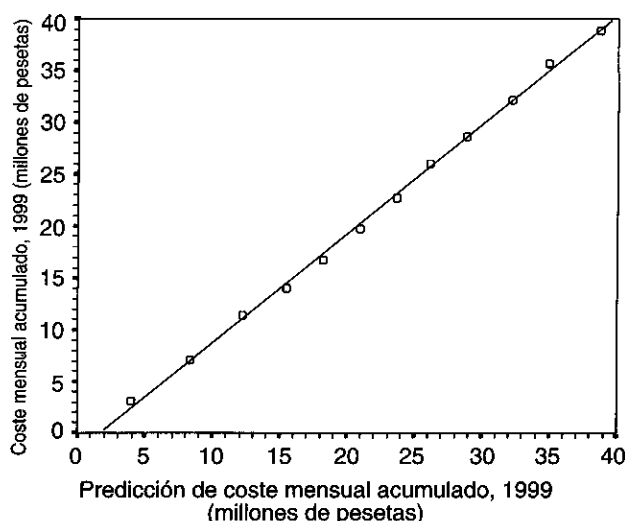


Figura 5.—Diagrama de dispersión entre el coste mensual acumulado en 1999 y la predicción del coste mensual acumulado en 1999 a partir del modelo desarrollado.

dujo como consecuencia del rechazo a la implantación de una nueva tecnología sanitaria. En la actualidad las ventajas clínicas y económicas que para el sistema de salud supone la utilización de sistemas automatizados de dispensación de medicamentos, así como la aceptación y convencimiento del personal del equipo de salud sobre la validez del sistema, explican tanto la credibilidad alcanzada entre sus usuarios como la actual estabilización del coste de los medicamentos en la unidad de urgencias.

La exactitud y precisión alcanzada con el modelo predictivo del coste mensual de medicamentos permiten su utilización en la asignación presupuestaria del coste de los medicamentos. En la figura 5 se muestra la excelente correlación existente entre el coste mensual acumulado durante 1999 y la predicción realizada con el modelo ($r^2 = 0,998$). La ordenada en el origen, $-1,50$ millones de pesetas (IC95%: $-0,64$ a $1,75$ millones de pesetas), es significativamente distinta del valor nulo, puesto que su intervalo de confianza del 95% no incluye este valor, aunque la magnitud del valor es despreciable. La pendiente de la recta, $1,02$ (IC95%: $0,98$ a $1,05$), no difiere significativamente de la unidad, y el test de linealidad no evidenció diferencias significativas respecto a la línea de identidad. Además, el error estándar de la estimación, expresado como porcentaje respecto al valor de la ordenada en el origen del modelo desarrollado (tabla 1), es inferior al 15%. En este sentido la predicción del coste acumulado en medicación durante 1999 en la unidad de urgencias es extrapolable al coste acumulado real durante ese mismo período de tiempo. De hecho, el error en la predicción del coste de los medicamentos asignados a la unidad de urgencias durante 1999 tan sólo alcanzó el 4,6%. ♦

La estimación de los parámetros de modelo con los datos disponibles hasta diciembre de 1999 ha permitido

realizar la asignación presupuestaria en medicamentos para la unidad de urgencias durante el año 2000. Así se prevé que durante este año el coste de la medicación de la unidad de urgencias alcance los 37,83 millones de pesetas. Transcurrido el primer trimestre del año el coste de la medicación utilizada por la unidad de urgencias es de 9,24 millones de pesetas; esto es, un 13,64% inferior al primer trimestre de 1999 y un 20,55% inferior a la previsión obtenida para el primer trimestre de 2000.

En definitiva, la implantación de un sistema de botiquín automatizado de medicamentos en la unidad de urgencias disminuye el coste en la medicación utilizada. Asimismo, el modelo matemático desarrollado es capaz de predecir el coste mensual en medicamentos, por lo que se convierte en un instrumento de trabajo fiable para comparar externamente el impacto económico de cualquier actuación farmacoterapéutica continuada en la referida unidad.

AGRADECIMIENTOS

Asimismo, agradecer a todo el personal auxiliar de enfermería del servicio de farmacia del Hospital Universitario Dr. Peset la ayuda prestada en todo momento para llevar a cabo la implantación del sistema SureMed®. Sin su arduo trabajo y buen hacer diario no hubiera sido posible alcanzar los resultados presentados en este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Guerrero RM, Nickman NA, Jorgenson JA. Work activities before and after implementation of an automated dispensing system. *Am J Health-Syst Pharm* 1996;53:548-54.
- Schwarz HO, Brodowy BA. Implementation and evaluation of an automated dispensing system. *Am J Health-Syst Pharm* 1995;52:823-8.
- Borel JM, Rascati KL. Effect of an automated, nursing unit-based drug dispensing device on medication errors. *Am J Health-Syst Pharm* 1995;52:1875-9.
- Magnus GH. Prepared for automated dispensing device. *Am J Health-Syst Pharm* 1995;52:2406-8.
- Pérez-Ruixo JJ, Pastor E, Juan J, Jiménez NV. Análisis de un sistema automatizado de dispensación individualizada de medicamentos en una unidad de cuidados intensivos. *Farm Hosp* 1998; 22:81-8.
- Porta B, Gaspar M, Pérez-Ruixo JJ, Juan J, Jiménez NV. Automatización en un servicio de urgencias: pasado y presente de la dispensación de medicamentos. *Farm Hosp* 1998;22:129-36.
- Álvarez AM, Testillano M, García MA, Gallejo T, Serrano G, Molina MC, García F. Implantación de un sistema automatizado de dispensación y un stock fijo de fluidoterapia: repercusión económica. Comunicación del XLII Congreso Nacional de la Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria; 1997.
- García R, Rodríguez MS, Vila JL. Sistema de dispensación automatizado en unidades de hospitalización con sistema de distribución de medicamentos

- dosis-día. Comunicación del XLIII Congreso Nacional de la Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria; 1998.
9. Manso M, Sánchez A, Torralba A. Implantación y evaluación de un sistema de dispensación automatizada en una urgencia hospitalaria. Comunicación del XLIV Congreso Nacional de la Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria; 1999.
 10. Bates DW, Cullen DJ, Laird N, et al. Incidence of adverse drug events and potential adverse drug events. *JAMA* 1995;274:29-34.
 11. Antoñanzas F. Evaluación económica aplicada a medicamentos: características y metodología. En: Sacristán JA, Badía X, Rovira J, eds. *Farmacoeconomía: evaluación económica de medicamentos*. Madrid: Editores Médicos; 1995. p. 31-76.
 12. Sheiner LB, Beal SL. Some suggestions for measuring predictive performance. *J Pharmacokinetic Biopharm* 1981;9:503-12.
 13. SPSS. Statistical Package for Social Sciences, versión 9.0 2S for Windows (programa informático).
 14. Ordovás JP, Jiménez NV, Abad FJ. Evaluación de la exactitud de los métodos predictivos en farmacocinética clínica. *Revista de la OFIL* 1991;1:115-21.
 15. Baker KN. Ensuring safety in the use of automated medication dispensing systems. *Am J Health-Syst Pharm* 1995;52:1875-9.
 16. Tribble DA. How automated systems can (and do) fail. *Am J Health-Syst Pharm* 1996;53:2622-7.
 17. Sánchez LA, Lee JT. Applied pharmacoeconomics: Modeling data from internal and external sources. *Am J Health-Syst Pharm* 2000;57:146-56.