

# Medición de la Eficiencia del Método Datum para seleccionar Tecnologías Biomédicas

## Measuring the Datum or Pugh method's efficiency for selecting biomedical technology

Antonio M. Cruz<sup>1</sup>, Ana M. Presiga-Lucena<sup>2</sup> e Isabel C. Rodriguez-Cortes<sup>2</sup>

1 Universidad del Rosario, Escuela de Medicina, Bogota D.C., Colombia. Antonio.cruz43@urosario.edu.co

2 Universidad Manuela Beltrán, Bogota, D.C., Colombia. ana.presiga@umb.edu.co, isabel.rodriiguez@umb.edu.co

Recibido 7 Enero 2009/Enviado para Modificación 9 Julio 2009/Aceptado 5 Septiembre 2009

### RESUMEN

**Objetivo** Determinar la efectividad del método multicriterio Pugh para la selección de tecnologías biomédicas en el proceso de nuevas adquisiciones.

**Materiales y Métodos** Se realizó un estudio de los métodos multicriterios de toma de decisión. El método seleccionado fue el método "Datum" o Pugh. Se realizó el cálculo y caracterización del tamaño de la muestra de los expertos que participarían en el ensayo. Se obtuvo una muestra de 23 expertos. Se realizó el ejercicio de selección de la tecnología de electrocardiografía, empleando el método de toma de decisión seleccionado.

**Resultados** De las 46 pruebas realizadas el modelo más utilizado como referencia fue el modelo codificado como "3". El modelo que más fue seleccionado como la "mejor opción" fue el equipo o modelo "5".

**Conclusiones.** El método Pugh resultó ser efectivo para la toma de decisión a la hora de seleccionar tecnologías biomédicas, pues en un 87 % de los casos siempre se obtuvo el mismo modelo de referencia como el óptimo.

**Palabras Clave:** Instituciones asociadas de salud, tecnología biomédica, técnicas de apoyo para la decisión (*fuentes: DeCS, BIREME*).

### ABSTRACT

**Objective** Determining the Pugh multicriteria method's effectiveness as a selection tool when acquiring new technology.

**Materials and Methods** The state of the art regarding multicriteria method use was studied; the Datum or Pugh method was selected. The size of the sample of experts participating in the trial was calculated and characterised; a data sample of 23 experts was thus obtained. Electrocardiography technology was selected by using the selected decision-making method; 5 models from different providers were used.

**Results** 46 tests were conducted. The model labelled "3" was selected as referent

in most cases, whilst the model labelled "5" was selected as being the best option in most cases.

**Conclusions** The Pugh method was effective as a method for decision-making when selecting biomedical technologies as the same model was always selected by the experts as being the best option in 87% of the tests applied.

**Key Words:** Health facility acquisition, biomedical technology, decision-making support technique (*source: MeSH, NLM*).

**L**a Organización Mundial de la Salud (OMS) define la calidad asistencial no sólo como la prestación de una atención apropiada a cada problema de salud, sino también a la habilidad del manejo de los recursos sanitarios para tener la mejor atención al mínimo costo posible.

Uno de los factores que contribuye a mejorar la calidad asistencial, la seguridad de los pacientes y la disminución de los costos de la prestación de los servicios de salud es la aplicación de los procesos asociados a la gestión tecnológica hospitalaria (2). Esta incluye procesos tales como la adquisición de nuevas tecnologías biomédicas, el mantenimiento de las mismas, la gestión de los inventarios, la gestión de riesgos, la capacitación al personal, entre otros (3-5). El proceso de adquisición es la piedra angular de la gestión de tecnologías, pues es un factor determinante en la incorporación de tecnologías apropiadas que respondan a las necesidades de las entidades prestadoras de servicios de salud (4).

El reto fundamental radica en aplicar procesos de adquisición que permitan incorporar las tecnologías apropiadas, pues la diversidad de tecnologías existentes en el mercado hace que esto sea difícil de llevar a cabo. En los países industrializados se observa un alto grado de desarrollo en la aplicación de los procesos de adquisición de nuevas tecnologías. Según la experiencia internacional, para llevar a cabo un proceso exitoso de adquisición es necesario la implementación de subprocesos entre los que se tienen: la evaluación de las necesidades, la selección y la evaluación de los productos a adquirir, el proceso de negociación y el de instalación y puesta en marcha (5-7).

Con respecto al subproceso de selección y la evaluación de los productos a adquirir, el factor determinante para lograr el éxito consiste en la utilización de un método apropiado de toma de decisión. Esto contribuye a disminuir la ambigüedad que se presenta a la hora de seleccionar un producto adecuado.

El tema de la aplicación de métodos de toma de decisión para seleccionar productos y servicios de tecnologías biomédicas no ha sido suficientemente

abordado aún incluso en países desarrollados. Sin embargo, existen algunos trabajos donde se aplican los métodos de multicriterio, para la selección de tecnologías biomédicas (8-9).

En los países en desarrollo no se observa el mismo grado de avance en la aplicación del proceso de adquisición de nuevas tecnologías biomédicas y mucho menos en la aplicación de métodos de toma de decisión para la selección de nuevas tecnologías. Por ejemplo, un estudio realizado en Colombia señala que un 34 % de las adquisiciones se hicieron a precios iguales o inferiores a los precios de referencia en el mercado internacional. Un 22 % se realizaron con sobrepuestos de hasta un 10 %. Otro 22 % con sobrepuestos entre un 11 % y 50 %, un 8 % a sobrepuestos que oscilan entre un 51 % y un 100 %; y finalmente, un 14% fue adquiridos con sobrepuestos de más del 100% (9).

Los métodos de toma de decisión multicriterio se dividen en dos grandes grupos, estos son los cualitativos y cuantitativos. En el primer grupo se encuentra el método Pugh o el también llamado método de convergencia controlada o "Datum" (10). En el segundo grupo se encuentran los métodos el proceso de análisis jerárquico (por sus siglas en inglés AHP) (11), el método de Pahl y Beitz (11-12), el de matrices QFD (13) y el de Lógica Fuzzy (14-15). Estos métodos han sido aplicados en áreas del saber como son el diseño industrial, programación de sistemas e interpretación de mapas genéticos con cierto grado de éxito (16-17).

Este trabajo persigue el siguiente objetivo: Determinar la efectividad del método multicriterio Pugh para la selección de nuevas tecnologías biomédicas en el proceso de adquisición. Este método fue el seleccionado pues se caracteriza por ser flexible, dinámico y de fácil de implementación.

## MATERIALES Y METODOS

Para la realización de esta investigación se siguió la siguiente metodología:

- Elección del método de toma de decisión para realizar el ejercicio de selección de la tecnología biomédica.
- Cálculo y caracterización del tamaño de la muestra de los expertos que participarían en el ejercicio.
- Diseño y realización del experimento o ejercicio de selección de la tecnología biomédica empleando el método de toma de decisión.

El método de toma de decisión escogido para la realización del experimento fue el método "Datum" o de convergencia controlada. La elección estuvo basada en que este es un método flexible, pues permite introducir parámetros de evaluación, es práctico en su implementación, pues no es necesaria la asignación numérica de pesos por parámetros de evaluación, ni tampoco ponderaciones para estos. Además, se ha demostrado que ha sido efectiva su aplicación diversos campos (17).

El método Datum se instrumenta a través de una matriz. En las filas se ubican los parámetros de comparación de los productos o servicios a evaluar y seleccionar. En las columnas se ubican los productos o servicios a ser evaluados. Luego de conformada la matriz el evaluador debe seleccionar un producto o servicio como referencia y comparar este con las otras opciones. Ubicando en las celdas de la matriz un "+," si el parámetro de evaluación de la opción evaluada supera a la referencia; un "-" si es lo contrario; una "S" si son iguales. Para cada opción diferente a la referencia se suman las evaluaciones positivas y las negativas, la diferencias entre estas arroja un número. Los productos o servicios con mayores puntajes positivos serían mejores opciones que la referencia y por ende los candidatos a ser seleccionados. Se ha demostrado que el resultado final no depende de la elección de la referencia o Datum, siempre y cuando los evaluadores mantengan el criterio de evaluación.

Para llevar a cabo el ejercicio se realizó una convocatoria virtual a la cual respondieron 37 empresas donde se escogieron aquellas que cumplieran con los siguientes requisitos: experiencia en el proceso de adquisición de tecnologías médicas, mínimo 1 año de experiencia en el mercado, contaran con políticas administrativas que apoyen la investigación a nivel nacional, tengan conocimiento y experiencia en el manejo de electrocardiógrafos y que estén dispuesto a presentar la prueba de forma presencial. Finalmente 24 empresas cumplieron los requisitos

El tamaño de la muestra de expertos que participó en el experimento de toma de decisión se determinó utilizando una muestra probabilística. Para un error (se) del 0.015, con un tamaño de población de 24 empresas (N), pertenecientes al sector de la salud, y una varianza (V) del 0,000225 se obtiene una muestra de 23 expertos.

Ya escogida la muestra de expertos se continuó con la elección de la tecnología para realizar el ejercicio de selección. Esta fue el electrocardiógrafo (ECG), debido a que es una tecnología que se encuentra en todo tipo de entidades de salud y los expertos que participaron en el experimento presentaban un alto grado de conocimiento de la misma.

Como el instrumento para el desarrollo del ejercicio es una matriz de evaluación, el próximo paso a seguir es la selección de los parámetros de evaluación. Después de varias rondas de entrevistas con los expertos se seleccionaron los parámetros que conformarían la matriz de evaluación. Se tomó como referencia la base de datos del Sistema de Comparación de Productos de Salud (por sus siglas en inglés HPCS) del Instituto de Investigación y Cuidados de Emergencia (por sus siglas en inglés ECRI) y la experiencia de los expertos (17). La matriz quedó conformada como se muestra en la Tabla 1.

La prueba se realizó de la siguiente manera: Teniendo la matriz, cada experto seleccionó un modelo de referencia y con su criterio de evaluación desarrollo el método Datum obteniendo como resultado un modelo como el mejor. El experto repite el procedimiento cambiando la referencia pero manteniendo sus criterios de evaluación. La prueba es efectiva si en ambas oportunidades se obtiene siempre el mismo modelo como el mejor.

## RESULTADOS

De las 46 pruebas realizadas el modelo más utilizado como referencia fue el modelo 3, (16 pruebas). Los modelos 1, 4 y 5 se utilizaron cada uno en 8 pruebas y el modelo 2 se utilizó en 6 pruebas. El modelo que más fue seleccionado como la "mejor opción" fue el equipo o modelo 5, presentándose en 31 pruebas como el mejor. El modelo 3 fue seleccionado como la mejor opción en 19 pruebas, el modelo 1 en 3 pruebas y los modelos 2 y 4 en 1 prueba.

En cuanto a la efectividad del método empleado, de las 23 (en realidad fueron 46, dos vueltas por cada prueba) pruebas realizadas hubo 3 pruebas que presentaron error o fallo en el dictamen final. En otras palabras, no quedó el mismo modelo en las dos vueltas que se realizó la prueba. Esto determina que la efectividad lograda al implementar el método de toma de decisión Pugh es de un 87 %.

Tabla 1. Matriz de Evaluación

Profesión			
Ocupación			
Años De Experiencia			
Modelo De Referencia			
Item	Parametros	Modelo uno	Modelo dos
m	Marca		
Especificaciones Tecnicas			
1	Línea de voltaje	115/230 VAC	110/220 VAC
2	Línea de corriente	1 Amp	1/1,5 Amp
3	Línea de Potencia	10 W	13 W
4	Dimensiones Alto x Ancho x Profundo (cm3)	1296	32976
5	Peso Kg	0.7	14
6	Adulto/pediátrico/Infantil	Adulto/pediátrico	Adulto/pediátrico/neonato
7	Numero de Canales	1	3
8	Frecuencia de Trabajo	50/60 Hz	50/60 Hz
9	Nivel de Protección del ruido (dB)	140	110
10	Tipo de visualización	Monitor a Color	15" LCD touchscreen a color
11	Alarmas	Audibles y visibles	Visibles
12	Tiene batería	NO	SI
13	Tiene impresora	SI	SI
14	El hardware esta dispuesto para nuevas actualizaciones	NO	NO
15	El Software esta dispuesto para nuevas actualizaciones	NO	NO
16	Brinda los manuales de operación, servicio e instalación en el idioma del país	SI	SI
17	Se ofrecen los planos de los circuitos de la tecnología.	SI	SI
COSTOS			
18	Costo de Adquisición total	\$7,000	\$8,900
19	Costo total con FOB-Lugar de embarque	\$6,000	\$7,900
20	Costo total con FOB-Lugar de destino	\$8,000	\$9,900
21	Costo de operación	\$1,000	\$1,000
22	Costo de mantenimiento	\$400	\$495
23	Costo de la preinstalación	\$1,000	\$1,000
24	Costo de la instalación	\$1,000	\$1,500
CLAUSULAS ESPECIFICAS			
25	Certificados de comercialización y vigilancia Sanitaria de la entidad reguladora del País	SI	SI
26	Certificado de la FDA	NO	NO
27	Certificado de CE	SI	SI
28	Certificado de Buenas practicas de Manufactura	SI	NO
29	Carta declaratoria de respaldo del Fabricante	SI	SI
30	Certificado de Calibración y	NO	SI

## DISCUSIÓN

Este trabajo constituye un esfuerzo para ofrecer a la comunidad de ingenieros y personas que operan en los servicios de salud un método efectivo o herramienta que contribuya a mejorar el proceso de toma de decisión a la hora de adquirir tecnologías biomédicas.

De esta investigación, se pueden deducir limitaciones y mejoras. Aumentar la población de las empresas vinculadas al estudio, es una limitación que debe ser resuelta con futuros estudios. Por otro lado, al investigación se realizó empleando un solo tipo de tecnologías biomédicas (la electrocardiografía o ECG), por cuanto este puede ser ampliado a otros tipos. También se debe señalar que el ensayo se realizó empleando el método Datum, esto abre las puertas para realizar nuevas investigaciones de tipo comparativo entre éste y otros métodos de toma de decisión pudiendo medir la eficiencia entre ellos.

También resultaría útil investigar si la ubicación del nombre de la marca y modelo en la matriz de selección influye en la selección final del "modelo óptimo". Por último, se desprende de este estudio el desarrollo de herramientas computacionales, que permita ser más amigable y rápido el proceso de selección. ♣

## REFERENCIAS

1. Ministerio de la Protección Social. Manual de adquisición de tecnología biomédica [Internet]. Disponible en: <http://www.minproteccionsocial.gov.co/vBeContent/library/documents/DocNews/No14710Document/No1275.PDF>. Consultado en Febrero del 2008.
2. Muslera E, Natal C, Martín M. Guía para la introducción de tecnología sanitaria en centros asistenciales. Unidad de análisis y programas. Dirección de Atención Sanitaria SESPA. [Internet]. Disponible en [http://www.fgcasal.org/aeets/guias/informe\\_valoracion.doc](http://www.fgcasal.org/aeets/guias/informe_valoracion.doc). Consultado en Febrero del 2008.
3. Agencia de evaluación de tecnologías sanitarias de Andalucía. Guía para la toma de decisiones en la incorporación y adquisición de nuevas tecnologías a los centros sanitarios de Andalucía. [Internet]. Disponible en: [http://www.fgcasal.org/aeets/guias/GANTV3\\_pub.pdf](http://www.fgcasal.org/aeets/guias/GANTV3_pub.pdf). Consultado en Febrero del 2008.
4. Stiefel H, Rizkalla E. The element of a complete product evaluation. Biomedical Instrumentation and Technology. 1995; 29(6): 482-488 [Internet]. Disponible en: <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsid=2910650> Consultado en Febrero del 2008.
5. Sloane E. Using a Decision Support System Tool for Healthcare Technology Assessments: Applying the Analytic Hierarchy Process to Improve the Quality of Capital Equipment Procurement Decisions, IEEE Engineering in Medicine and Biology, 2004; 23 (3): 42-55.
6. Balestra G, Knafitz M, Massa R, Sicuro M. AHP for the acquisition of biomedical instrumentation. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2007;2007:3581-4.
7. Jangan G, Suwon, Kyonggi-Do. Selecting medical devices and materials for development in Korea: The analytic hierarchy process approach. Health Planning Management. 2003;18 (2):161-174.

8. Hatcher M. Voting and priorities in health care decision making, portrayed through a group decision support system. *Journal of Medical System*. 1994;18 (4): 267-288.
9. Asprilla G. La crisis de los hospitales públicos en Colombia. [Internet]. Disponible en: <http://www.voltairenet.org/article121511.html>. Consultado en Febrero del 2008.
10. Pugh S. *Total Design. Integrated methods for successful product engineering*. Addison Wesley; 1991.p. 67-101.
11. Saaty T. How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of operational Research*.1990; 48(1): 9-26. 12. Path G Beitz W. *Engineering Design. The Design Council*. 1984; 32 (4): 119-138.
13. Binz H, Reichle M. Evaluation method to determinate the success potential and the degree of innovation of technical product ideas and products. *International Conference on engineering Design. ICED. Melbourne, August 2005*. 15-18.
14. Thurston D. Carnahan V. Fuzzy ratings and utility analysis in preliminary design evaluation of multiple attributes. *Journal of Mechanical Design*. 1992; 114 (2): 648-658.
15. Wang J. Ranking engineering design concepts using a fuzzy outranking preference model. *Fuzzy set and system*. 2001; 32(3):161.
16. Ullman D. *The Mechanical Design Process*. New York. McGraw-Hill; 1992.
17. Rodríguez Z. Teoría de la decisión multicriterio: un enfoque para la toma de decisiones. *Economía y Desarrollo* 2000; 126(1): 13-2518. Emergency Care Research Institute. *Electrocardiography Health Product Comparison System*; 2006.