

Indicador Tecno-Clinico Para Priorizar la Sustitución de Equipo Médico. Caso de Estudio: Servicio de Urgencias

N. H. Castro-Orozco, A. Espinosa-Gutiérrez, Y. Fierro-Castelan,
J. A. Lozano-Suárez, M. R. Ortiz-Posadas*.

Departamento de Ingeniería Eléctrica. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. CDMX.
*posa@xanum.uam.mx**

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar una muestra de 46 equipos médicos del Servicio de Urgencias del Instituto Nacional de Pediatría, mediante la aplicación de un Indicador Tecno-Clinico para proporcionar criterios auxiliares en la priorización de la sustitución de dichos equipos. Este indicador se desarrolló a partir de la integración de dos indicadores, uno técnico y otro clínico, definidos en trabajos previos. Las fuentes de información para las variables técnicas fueron las órdenes de servicio de la Coordinación de Electromedicina y los proveedores; y para las variables clínicas, la Agenda Estadística 2018 del Instituto, el inventario físico y funcional de equipo médico levantado por la Cordinación de Electrimedicina, e información brindada por el personal médico y paramédico del Servicio de Urgencias. El Indicador Tecno-Clinico arrojó que 17 equipos médicos (37%) deben sustituirse a largo plazo (diez años), nueve equipos (19%) a mediano plazo (seis años) y 20 equipos (44%) a corto plazo (tres años).

Palabras clave: Evaluación de equipo médico, indicador técnico, indicador clínico, indicador tecno-clínico, sustitución de equipo médico.

1. Introducción

El Servicio de Urgencias (SU) del Instituto Nacional de Pediatría (INP) está dividido en dos áreas: pre-hospitalización (PH) y hospitalización (H). La primera, cuenta con 25 camas y proporciona atención inmediata al paciente que llega con cualquier urgencia médica y en 2018 atendió a 12,433 pacientes. Por su parte el área de hospitalización atiende al paciente en estado agudo-crítico, cuenta con 16 camas y en el año 2018 atendió a 993 pacientes [1]. El SU actualmente tiene 97 equipos médicos, de los cuales el 55.7% (54 equipos) tiene entre 1 y 10 años de antigüedad, el 28.9% (28 equipos) entre 11 y 20 años de antigüedad y el 15,5% (15 equipos) entre 21 y 34 años. Del total de los equipos, 53 están distribuidos en PH y 44 en H. El Instituto tiene interés en renovar la capacidad tecnológica de ambas áreas y por ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar una muestra de 46 equipos mediante la aplicación de un Indicador Tecno-clínico (Irc) cuyo modelo está integrado por un indicador técnico [2] y un indicador clínico [3], estos dos indicadores se validaron en la evaluación de 51 equipos médicos ubicados en las Unidades de Terapia Intensiva, Terapia Intensiva Neonatal, Terapia Intensiva Cardiovascular, y Quirófano del INP. Los resultados obtenidos mostraron que la utilización de dichos indicadores proporcionan criterios auxiliares para desarrollar un programa de sustitución de tecnología médica [2], [3].

2. Metodología

2.1 Variables

El Indicador Tecno-Clínico (Irc) está definido por trece variables, ocho del indicador técnico [2] y cinco del indicador clínico [3]. Las fuentes de información para las variables técnicas fueron los proveedores y las órdenes de servicio de la Coordinación de Electromedicina (CE), que es la instancia encargada de la gestión de tecnología médica en el Instituto [4]. Las fuentes de información para las variables clínicas fueron la Agenda Estadística 2018 [1], el inventario físico y funcional de equipo médico [5] e información brindada por el personal médico y paramédico del Servicio de Urgencias. Las trece variables y su factor de relevancia (ρ_i) se muestran en la Tabla 1. Es importante mencionar que ρ_i se asignó de manera conjunta con el personal técnico de la CE, ya que ellos realizan el servicio del equipo médico en el Instituto. Observe que las primeras tres variables tienen la mayor relevancia ($\rho_{1, 2, 3} = 1$), debido a que la existencia de “consumibles y refacciones disponibles en 5 años” (x_1, x_2) garantiza la operación del equipo médico; y los “años del equipo en operación” (x_3) proporciona información sobre su estado de obsolescencia. La variable x_8 es la de menor relevancia ($\rho_8 = 0.5$), porque describe el nivel y la frecuencia del mantenimiento de acuerdo con el fabricante. Por otro lado, note que todas las variables clínicas tienen la misma ponderación, lo que significa que, según la experiencia del personal médico y/o paramédico del SU, todas son igualmente importantes.

Tabla 1: Variables definidas para los indicadores técnico y clínico

x_i	Variable	ρ_i
Indicador técnico (I_t)		
x_1	Consumibles disponibles en 5 años	1.0
x_2	Refacciones disponibles en 5 años	1.0
x_3	Años de equipo en operación	1.0
x_4	Días fuera de servicio	0.9
x_5	Función del equipo	0.8
x_6	Frecuencia de fallas	0.7
x_7	Riesgo físico	0.6
x_8	Requisitos de mantenimiento	0.5
Indicador clínico (I_c)		
x_9	Número de admisiones	1.0
x_{10}	Promedio de días de estadía	1.0
x_{11}	Horas de uso por día	1.0
x_{12}	Número de equipos	1.0
x_{13}	Horas fuera de servicio	1.0

Es importante mencionar que las variables tienen un dominio cualitativo (Q_i) usado por el personal técnico para hacer la evaluación del equipo médico. Asimismo se definió un dominio cuantitativo (M_i) para las variables, que es un mapeo de $Q_i \rightarrow [0, 1]$, donde “0” representa la mejor condición y “1” la peor condición de operación del equipo médico. Las variables y sus dominios se muestran en la Tabla 2. Observe por ejemplo, que la variable técnica x_8 “Requisitos de mantenimiento”, tiene cinco niveles de mantenimiento por lo que su dominio cuantitativo es pentavalente. En el caso de las variables clínicas, en este trabajo también se propuso la asignación de un dominio cuantitativo (M_i) en el intervalo $[0, 1]$, por ejemplo, para la variable x_{11} “Horas de uso al día”, las 24 horas del día se dividieron en tres intervalos y a cada uno le correspondió un valor dentro de $[0, 1]$, por lo que M_{11} es trivalente. Note también que la variable x_{12} es un número entero que pertenece a los reales positivos y corresponde al número de equipos del mismo tipo en H o PH y x_{13} es un número que pertenece a los reales positivos y corresponde a las horas fuera de servicio registradas en las ordenes de servicio del 2018 realizadas por la Coordinación de Electromedicina [4].

Tabla 2: Dominio cuantitativo y cualitativo para las variables técnicas y clínicas.

		Variables técnicas		Variables clínicas	
M _i	Q _i	M _i	Q _i	M _i	Q _i
x₁, x₂ (0,1)	si/no	x₅		x₉	
		0.1	Otros	0.2	[1- 500]
		0.2	Computadoras y afines	0.4	[501 -1000]
		0.3	Equipo de medición y prueba	0.6	[1001 - 3000]
		0.4	Accesorios laboratorio/investigación	0.8	[3001- 6000]
		0.5	Análisis laboratorio/investigación	1	>6000 pacientes
		0.6	Control fisiológico/diagnóstico	x₁₀	
		0.7	Control cirugía y UCI	0.4	1
		0.8	Fisioterapia y tratamiento	0.7	2
		0.9	Cirugía y UCI	1	>3 días
	1.0	Apoyo vital	x₁₁		
x₃		x₆		0.4	[0.5, 5]
0.2	[1-5]	0.0	[0]	0.7	[6, 11]
0.4	[6-10]	0.2	[1]	1.0	[12, 24] horas
0.6	11-14	0.4	[2, 4]	x₁₂	No. equipos
0.8	15-20	0.6	[5, 7]	x₁₃	Hrs. fuera de servicio
1.0	>20años	0.8	[8, 10]		
		1.0	> 10 fallas		
x₄		x₇		x₈	
0.0	[0]	0.2	Sin riesgo significativo	0.2	Mínimos
0.2	[1,2,3]	0.4	Daño al equipo	0.4	Inferiores a \bar{P}
0.4	[4,5]	0.6	Diagnóstico/tratamiento errado	0.6	Promedio \bar{P}
0.6	[6,7]	0.8	Lesión paciente/operador	0.8	Superiores a \bar{P}
0.8	[8-10]	1.0	Riesgo muerte/paciente	1.0	Importantes

2.2 Indicador Tecno-clínico

Como se mencionó, el indicador Tecno-clínico (I_{TC}) se desarrolló a partir de la “fusión” de dos indicadores definidos anteriormente, uno técnico (I_T) [2] y otro clínico (I_C) [3]. A continuación se describen ambos indicadores y al final se expone la función matemática desarrollada para I_{TC} .

El I_T [2] está definido por la ecuación (1): $I_T = \sum_{i=1}^n \frac{\rho_i x_i}{6.5}$ (1)

Donde: ρ_i = ponderación de cada variable $i = \{1, \dots, 8\}$, x_i = valor cuantitativo de cada variable x_i

El indicador clínico I_C [3] está definido por la ecuación (2): $I_C = \frac{I_a}{I_b(0.4)}$ (2)

Donde:

I_a es el “uso del equipo” [3] definido por la ecuación (3): $I_a = \frac{(x_9)(x_{10})(x_{11})}{x_{12}}$ (3)

I_b es la “disponibilidad” del equipo [3], definida por la ecuación (4): $I_b = \frac{k - x_{13}}{k}$ (4)

Donde: $k = (24\text{hrs})(365\text{días}) = 8760$ hrs. (horas disponibles del equipo médico en un año)

Las ecuaciones correspondientes a los dos indicadores se integraron en una función matemática (ecuación 5) para definir el Indicador Tecno-clínico (I_{TC}). Note en (5) que el indicador técnico (I_T) tiene un factor de ponderación de 1 y el indicador clínico (I_C) uno de 0.5. Ambas ponderaciones se definieron en conjunto con el personal técnico de la CE, y se determinó que el estado técnico del equipo médico es de mayor importancia, ya que el correcto funcionamiento del equipo es fundamental para el uso seguro en la atención de los pacientes.

$$I_{TC} = \frac{I_T(1) + I_C(0.5)}{1.5}$$
 (5)

Adicionalmente se definió una escala cualitativa para la interpretación del resultado numérico de I_{TC} . Para ello se consideró el tiempo que tarda el proceso de requisición, adquisición y puesta en marcha del equipo médico en el Instituto, que aproximadamente es de 2 años y por ello la escala quedó definida por tres periodos (prioridad) de sustitución (Tabla 3).

Tabla 3: Escala cualitativa del Indicador Tecno-Clínico (I_{TC})

Intervalo	Prioridad de sustitución
[0-0.35)	10 años
[0.36-0.43)	6 años
[0.44-1.0)	3 años

2.3 Aplicación del Indicador Tecno-Clínico

Para ilustrar la aplicación del Indicador Tecno-clínico (I_{TC}), se eligió un monitor de signos vitales (MSV_{15}) ubicado en el área de hospitalización. La descripción del equipo en términos de las trece variables se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4: Descripción del monitor de signos vitales (MVS_{15})

Variables técnicas								Variables clínicas				
x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}
1	1	1	0	0.6	0	0.6	0.6	0.4	1	1	18	0

Se evalúa la condición técnica del equipo, sustituyendo los valores de las variables técnicas (Tabla 4) y su ponderación (Tabla 1) en “(1)”.

$$I_T = \sum_{i=1}^n \frac{\rho_i X_i}{6.5}$$

$$I_{T(MSV_{15})} = \frac{1.0(1)+1.0(1)+1.0(1)+0.9(0)+0.8(0.6)+0.7(0)+0.6(0.6)+0.5(0.6)}{6.5}$$

$$I_{T(MSV_{15})} = \frac{1+1+1+0+0.48+0+0.36+0.30}{6.5} = 0.64$$

Se evalúa la condición clínica, calculando primero el “uso del equipo” (I_a) mediante la sustitución de los valores de x_9 , x_{10} y x_{11} (Tabla 5) en “(3)”:

$$I_a = \frac{(x_9)(x_{10})(x_{11})}{x_{12}} = \frac{(0.4)(1)(1)}{18} = 0.02$$

Se calcula la “disponibilidad del equipo” (I_b) sustituyendo $k=8760$ hrs y el valor de x_{13} (Tabla 5), en “(4)”:

$$I_b = \frac{k-x_{13}}{k} = \frac{8760-0}{8760} = 1$$

Con “(2)” se obtiene la condición clínica del equipo: $I_c = \frac{I_a}{I_b(0.4)} = \frac{0.02}{1(0.4)} = 0.05$

Finalmente se sustituye el resultado de ambos indicadores (I_T , I_c) en “(5)” para conocer la condición tecno-clínica del monitor de signos vitales:

$$I_{TC(MSV_{15})} = \frac{I_T(1) + I_c(0.5)}{1.5} = \frac{0.64(1) + 0.05(0.5)}{1.5} = 0.44$$

De acuerdo con la escala cualitativa (Tabla 3), este resultado indica que el monitor MSV_{15} debe sustituirse en 3 años, lo cual se debe, principalmente, a que tiene 24 años en operación y ya no cuenta con consumibles ni refacciones en el mercado nacional.

3. Resultados y Discusión

Con el Indicador Tecno-clínico (Itc) se evaluó una muestra de 46 equipos médicos de ocho tipos diferentes del Servicio de Urgencias: 21 del área de pre-hospitalización (PH) y 25 de hospitalización (H) (Tabla 5).

Tabla 5: Distribución de una muestra de equipos médicos del Servicio de Urgencias

Equipo	PH	H	Total
Monitor de signos vitales (MSV)	14	18	32
Cunas de calor radiante (CCR)	1	3	4
Desfibrilador (D)	2	1	3
Electrocardiógrafo (ECG)	1	1	2
Rayos X móvil (Rx)	3	-	3
Lámpara de fototerapia (LF)	-	1	1
Sistema de calefacción corporal (SCC)	-	1	1
Total	21	25	46

3.1 Variables

La descripción de los equipos médicos se hizo en términos de las trece variables en su dominio cuantitativo. Los 14 equipos médicos que incluyen CCR, D, ECG y LF se muestran en la Tabla 6. Observe (Tabla 6) que las variables técnicas de mayor relevancia (x_1 y x_2) en la descripción de D_1 , ECG_1 , RX_1 y RX_2 del área de PH (57%), revelan que no cuentan con refacciones y consumibles y los otros tres equipos (43%) sí; y en el área de H seis equipos (86%) no tienen consumibles ni refacciones, salvo el SCC.

Tabla 6: Descripción de 14 equipos del Servicio de Urgencias en términos de las variables técnicas y clínicas

PRE-HOSPITALIZACIÓN													
EM	Variables técnicas								Variables clínicas				
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}
CCR_1	0	0	0.2	0	0.9	0	0.8	0.6	1	0.4	1	1	0
D_1	1	1	0.6	0.2	1	0	1	0.8	1	0.4	0.4	2	3
D_2	0	0	0.2	0.2	1	0	1	0.8	1	0.4	0.4	2	0
ECG_1	1	0	0.2	0.4	0.6	0.4	0.6	0.6	1	0.4	0.4	1	5.42
RX_1	1	1	1	0	0.6	0	0.6	0.8	1	0.4	1	3	0
RX_2	1	1	0.6	0	0.6	0	0.6	0.8	1	0.4	1	3	0
RX_3	0	0	0.2	0	0.6	0	0.6	0.8	1	0.4	1	3	2
HOSPITALIZACIÓN													
EM	Variables técnicas								Variables clínicas				
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}
CCR_2	1	1	1	0	0.9	0	0.8	0.6	0.4	1	1	3	1
CCR_3	1	1	0.6	0.2	0.9	0	0.8	0.6	0.4	1	1	3	3
CCR_4	1	1	0.6	0.2	0.9	0.2	0.8	0.6	0.4	1	1	3	6
D_3	1	0	0.2	0.2	1	0.2	1	0.8	0.4	1	0.4	1	1.4
ECG_2	1	1	0.4	0.2	0.6	0.2	0.6	0.6	0.4	1	0.4	1	5
LF_1	1	1	0.6	0	0.8	0	0.6	0.6	0.4	1	0.4	1	2
SCC	0	0	0.6	0	0.6	0	0.6	0.6	0.4	1	0.4	1	0

Por su parte note que en PH las variables clínicas x_9 (número de admisiones) y x_{10} (promedio de días de estadía) presentan el mismo valor (1 y 0.4 respectivamente) en todos los equipos, y en H tienen los valores invertidos $x_9 = 0.4$ y $x_{10} = 1$, lo que implica que PH tiene más número de admisiones que H, y que en forma inversa, los pacientes tienen una estancia mayor en PH que en H.

En el caso de la descripción de los 32 monitores de signos vitales (Tabla 7), observe que el resultado de las variables x_1 y x_2 de los primeros nueve monitores (64%) ubicados en el área de PH, refleja que no cuentan con refacciones ni con consumibles; mientras que los otros cinco monitores (36%) sí, al menos, durante los próximos cinco años. Además, el MSV_3 tiene un “1” en las variables x_1, x_2, x_3 y el resto tienen un valor mayor o igual a 0.4, lo que indica, según Mora-García [2], que tiene una condición técnica mala. Por otro lado, el MSV_{11} tiene un “0” en x_1, x_2, x_4 y x_6 , por lo que tiene una condición técnica excelente, según Mora-García [2]. Además note que el 50% de los monitores (nueve equipos) de H, tampoco cuentan con estos insumos. Adicionalmente observe que los $MSV_{20, 32}$ tienen una descripción similar a $MSV_3, 11$ respectivamente, por lo que MSV_{20} tiene una condición técnica mala y MSV_{32} tiene una condición técnica excelente.

Tabla 7: Descripción de los monitores de signos vitales (MVS) en términos de las variables técnicas y clínicas

MSV	Variables técnicas								Variables clínicas				
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}
<i>PRE-HOSPITALIZACIÓN</i>													
MSV_1	1	1	1	0.2	0.6	0.2	0.6	0.6	1	0.4	1	14	2.25
MSV_2	1	1	1	0.2	0.6	0	0.6	0.6	1	0.4	1	14	2
MSV_3	1	1	1	0.4	0.6	0.4	0.6	0.6	1	0.4	1	14	4.5
MSV_4	1	1	1	0	0.6	0	0.6	0.6	1	0.4	1	14	0
MSV_5	1	1	1	0.2	0.6	0.4	0.6	0.6	1	0.4	1	14	1.25
MSV_6	1	1	1	0.2	0.6	0	0.6	0.6	1	0.4	1	14	3
MSV_7	1	1	1	0.2	0.6	0.2	0.6	0.6	1	0.4	1	14	6
MSV_8	1	1	0.6	0.2	0.6	0	0.6	0.6	1	0.4	1	14	1.5
MSV_9	1	1	0.6	0.2	0.6	0.2	0.6	0.6	1	0.4	1	14	3
MSV_{10}	0	0	0.2	0	0.6	0	0.6	0.6	1	0.4	1	14	0
MSV_{11}	0	0	0.2	0	0.6	0	0.6	0.6	1	0.4	1	14	0
MSV_{12}	0	0	0.2	0	0.6	0	0.6	0.6	1	0.4	1	14	0
MSV_{13}	0	0	0.2	0	0.6	0	0.6	0.6	1	0.4	1	14	0
MSV_{14}	0	0	0.2	0.2	0.6	0.2	0.6	0.6	1	0.4	1	14	1
<i>HOSPITALIZACIÓN</i>													
MSV_{15}	1	1	1	0	0.6	0	0.6	0.6	0.4	1	1	18	0
MSV_{16}	1	1	0.6	0.2	0.6	0	0.6	0.6	0.4	1	1	18	2
MSV_{17}	1	1	0.6	0.2	0.6	0.2	0.6	0.6	0.4	1	1	18	3
MSV_{18}	1	1	0.6	0.2	0.6	0.2	0.6	0.6	0.4	1	1	18	1
MSV_{19}	1	1	0.6	0	0.6	0	0.6	0.6	0.4	1	1	18	0
MSV_{20}	1	1	0.6	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4	1	1	18	1.5
MSV_{21}	1	1	0.6	0.2	0.6	0.2	0.6	0.6	0.4	1	1	18	1
MSV_{22}	1	1	0.6	0.2	0.6	0.2	0.6	0.6	0.4	1	1	18	1
MSV_{23}	1	1	0.6	0.2	0.6	0	0.6	0.6	0.4	1	1	18	5
MSV_{24}	0	0	0.4	0.2	0.6	0.4	0.6	0.6	0.4	1	1	18	2
MSV_{25}	0	0	0.4	0.4	0.6	0.4	0.6	0.6	0.4	1	1	18	4
MSV_{26}	0	0	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4	1	1	18	5
MSV_{27}	0	0	0.4	0.2	0.6	0	0.6	0.6	0.4	1	1	18	3
MSV_{28}	0	0	0.4	0.2	0.6	0	0.6	0.6	0.4	1	1	18	3
MSV_{29}	0	0	0.4	0.2	0.6	0.2	0.6	0.6	0.4	1	1	18	2
MSV_{30}	0	0	0.4	0.2	0.6	0.4	0.6	0.6	0.4	1	1	18	2
MSV_{31}	0	0	0.4	0.2	0.6	0.2	0.6	0.6	0.4	1	1	18	5
MSV_{32}	0	0	0.2	0	0.6	0	0.6	0.6	0.4	1	1	18	0

3.2 Aplicación de Indicador Tecno-Clínico

La condición tecno-clínica de los 46 equipos médicos se calculó a través del indicador I_{TC} (ecuación 5), que incorpora el resultado del indicador técnico (I_T) y del indicador clínico (I_C). El resultado numérico de los tres indicadores (I_T , I_C , I_{TC}), así como la prioridad de sustitución de los 14 equipos que no son monitores de signos vitales (CCR, D, ECG Y LF) se describen en la Tabla 8. Observe en el área de pre-hospitalización (PH) que el D₂ y el RX₃ deben sustituirse en diez años, ya que son equipos relativamente nuevos: uno y cinco años de uso respectivamente. El ECG₁ es el único equipo con sustitución en seis años, y el RX₂, la CCR₁, el D₁ y el RX₁ tienen una prioridad de sustitución de tres años. Note que la CCR₁ aunque tiene un año en operación, obtuvo una sustitución en tres años, que se debe al gran número de pacientes atendidos en pre-hospitalización (12,344 pacientes) y a que es el único equipo en su tipo en el área, por lo cual debe tener una demanda muy alta en su uso. Por último, se observa que el SCC debe sustituirse en 10 años. El resto de los equipos obtuvieron una prioridad de sustitución de tres años.

Tabla 8: Sustitución de 14 equipos médicos a partir de la aplicación del Indicador Tecno-Clínico

PRE-HOSPITALIZACIÓN						HOSPITALIZACIÓN					
EM	Años	I_T	I_C	I_{TC}	Sustitución	EM	Años	I_T	I_C	I_{TC}	Sustitución
RX ₃	5	0.22	0.33	0.25	10 años	SCC	12	0.27	0.40	0.31	10 años
D ₂	1	0.34	0.20	0.29		D ₃	5	0.51	0.40	0.47	3 años
ECG ₁	5	0.46	0.40	0.43	6 años	ECG ₂	10	0.59	0.40	0.52	
RX ₂	12	0.59	0.33	0.50	3 años	LF ₁	13	0.60	0.40	0.53	
CCR ₁	1	0.26	1	0.50		CCR ₃	12	0.66	0.33	0.55	
D ₁	11	0.70	0.20	0.53		CCR ₄	12	0.68	0.33	0.56	
RX ₁	34	0.65	0.33	0.54		CCR ₂	27	0.69	0.33	0.57	

Por otro lado, el resultado numérico de los tres indicadores (I_T , I_C , I_{TC}), así como la prioridad de sustitución los 32 monitores de signos vitales del Servicio de Urgencias se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9: Sustitución de los 32 monitores de signos vitales (MSV) de acuerdo con el resultado del indicador Tecno-Clínico (I_{TC})

PRE-HOSPITALIZACIÓN											
EM	Años	I_T	I_C	I_{TC}	Sustitución	EM	Años	I_T	I_C	I_{TC}	Sustitución
MSV ₁₁	1	0.21	0.07	0.16	10 años	MSV ₉	12	0.62	0.07	0.44	3 años
MSV ₁₂	1	0.21	0.07	0.16		MSV ₄	24	0.64	0.07	0.44	
MSV ₁₀	1	0.21	0.07	0.16		MSV ₂	24	0.66	0.07	0.46	
MSV ₁₃	1	0.21	0.07	0.16		MSV ₆	24	0.66	0.07	0.46	
MSV ₁₄	4	0.26	0.07	0.19		MSV ₁	24	0.69	0.07	0.48	
MSV ₈	14	0.60	0.07	0.42	6 años	MSV ₇	22	0.69	0.07	0.48	
						MSV ₅	24	0.71	0.07	0.49	
						MSV ₃	24	0.74	0.07	0.51	
HOSPITALIZACIÓN											
EM	Años	I_T	I_C	I_{TC}	Sustitución	EM	Años	I_T	I_C	I_{TC}	Sustitución
MSV ₃₂	4	0.21	0.05	0.15	10 años	MSV ₁₉	14	0.58	0.05	0.40	6 años
MSV ₂₇	6	0.26	0.05	0.19		MSV ₁₆	14	0.60	0.05	0.42	
MSV ₂₈	6	0.26	0.05	0.19		MSV ₂₃	12	0.60	0.05	0.42	
MSV ₂₉	6	0.29	0.05	0.20		MSV ₁₈	14	0.62	0.05	0.43	
MSV ₃₁	6	0.29	0.05	0.20		MSV ₂₁	12	0.62	0.05	0.43	
MSV ₂₄	6	0.31	0.05	0.22		MSV ₂₂	12	0.62	0.05	0.43	
MSV ₃₀	6	0.31	0.05	0.22		MSV ₁₇	14	0.62	0.05	0.43	
MSV ₂₅	6	0.34	0.05	0.24		MSV ₁₅	24	0.64	0.05	0.44	
MSV ₂₆	6	0.36	0.05	0.25		MSV ₂₀	12	0.70	0.05	0.48	

De los 14 monitores de PH, se identificaron cinco con una prioridad de sustitución en diez años, el único que debe sustituirse en seis años es MSV₈, y los ocho restantes en tres y de estos últimos los monitores MSV₇ y MSV₉ tienen una antigüedad de 24 años. En el área de H, nueve de los 18 monitores, deben sustituirse en diez años, debido a que relativamente tienen poco tiempo en operación (entre cuatro y seis años); siete monitores deben sustituirse en seis años, debido a que tienen una antigüedad entre doce y 14 años; y dos monitores (11%) en tres años. Note que el MSV₂₀ tiene doce años en operación y se encuentra a tres años de sustitución, debido a que no cuenta con refacciones ni consumibles y tuvo siete fallas en el año 2018. Del total de 32 monitores, 14 (44%) obtuvieron una prioridad de sustitución de diez años, ocho monitores (25%) de seis años y diez monitores (31%) de tres años. Se observa que hay una relación directa entre la antigüedad del equipo y la prioridad de sustitución, a más años en operación más alta la prioridad, dado que hay mayor urgencia de renovar el equipo médico en cuestión.

4. Conclusión

El Indicador Tecno-clínico (Irc) aplicado en 43 equipos médicos del Servicio de Urgencias del Instituto Nacional de Pediatría, mostró que 17 equipos (37%) deben sustituirse a largo plazo (10 años), nueve equipos (19%) a mediano plazo (seis años), y 20 (44%) a corto plazo (tres años). De los 32 monitores de signos vitales se identificaron 14 equipos (44%) con una prioridad de sustitución de diez años; ocho monitores (25%) deben sustituirse en seis años; y diez monitores (31%) en tres años. En el resto de los equipos médicos, se encontró que tres (22%) deben sustituirse en diez años y diez equipos (70%) en 3 años; el EEG₁ fue el único (7%) que obtuvo una sustitución en 6 años. El Irc fue de gran utilidad para la Coordinación de Electromedicina, ya que proporcionó evidencia sobre el estado tecno-clínico para priorizar la sustitución de los equipos médicos del Servicio de Urgencias. Es claro que el Indicador Tecno-Clínico puede aplicarse a cualquier equipo médico cuyo interés sea renovarlo.

Declaración de conflictos de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés para este trabajo.

Agradecimientos

Los autores queremos agradecer al personal médico y paramédico del Servicio de Urgencias, así como al personal técnico de la Coordinación de Electromedicina del Instituto Nacional de Pediatría, porque sin su colaboración el desarrollo de este trabajo no hubiera sido posible.

Referencias

- [1] Instituto Nacional de Pediatría, “Agenda estadística 2018”, México, 2018. [En línea]. Disponible en: https://www.pediatria.gob.mx/archivos/agenda_estadistica18.pdf
- [2] Mora-García T, Piña-Quintero F and Ortiz-Posadas M. “Un Indicador de Evaluación Técnica para Determinar la Prioridad de Sustitución de Equipo Médico”. Memorias del XL Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica, [S.l.], 5 (1): 526-529, 2018. ISSN 2395-8928. Disponible en: <http://memorias.somib.org.mx/index.php/memorias/issue/view/5>
- [3] Mora-García T, Piña-Quintero F and Ortiz-Posadas M. “An Indicator to Determine the Surplus or Deficit of the Medical Equipment in Critical Care Units”. VIII Latin American Congress on Biomedical Engineering, CLAIB 2019. IFMBE Proceedings, 75: 1357-1364, 2019.
- [4] Coordinación de Electromedicina, “Reportes de servicio del año 2018 de la Coordinación de Electromedicina”, Instituto Nacional de Pediatría, 2018, Ciudad de México.
- [5] Instituto Nacional de Pediatría, Servicio de Activo Fijo, “Inventario general, enero 2020”, Instituto Nacional de Pediatría, 2020, Ciudad de México.