

**EMPLEO DE DIAGRAMAS DE CAUSA EFECTO COMO ETAPA PRELIMINAR AL  
ANÁLISIS PARA OPTIMIZACIÓN DEL TRATAMIENTO DEL DOLOR AGUDO  
POSTOPERATORIO**

**Grimolizzi, O. M.<sup>1</sup>, Mayer, H.<sup>2</sup>, Gómez, E.<sup>3</sup>, Frenzel de Llomparte, A. M.<sup>4</sup>**

**Dirección de referencia: [grimolizzi@aol.com](mailto:grimolizzi@aol.com)**

- <sup>1</sup> - **Grimolizzi, Otón Matías - Doctor en Física - CONICET- Universidad Nacional de Tucumán – Fac. de Ciencias Naturales;**
- <sup>2</sup> - **Mayer, Hugo - Médico Cirujano - Sanatorio 9 de Julio, S. M. de Tucumán;**
- <sup>3</sup> - **Gómez, Enrique - Médico Anestesiista - Sanatorio 9 de Julio, S. M. de Tucumán;**
- <sup>4</sup> - **Frenzel de Llomparte, A. M. - Ingeniera en Electrónica - CONICET- Universidad Nacional de Tucumán – Fac. de Ciencias Naturales.**

## RESUMEN

Se expone un esquema de control de calidad aplicado a cirugías convencionales (colecistectomía), alternativa a la laparoscopia usual en un sanatorio privado en San Miguel de Tucumán. La meta fue establecer la capacidad del protocolo anestésico y analgésico en la reducción o desaparición del dolor postoperatorio.

Una variedad de factores relacionados con el dolor fue tratada a través de un diagrama de causa efecto, empleado en el contexto de las técnicas tradicionales de control de calidad y como técnica heurística, para lo cual se entrenó al equipo médico. Esto permitió reducir el número de variables e incorporar luego el remanente de este proceso eliminatorio como datos a planilla de cálculo.

Se emplearon también los diagramas estadísticos usuales, pero el tratamiento definitivo se realizó recurriendo al método del Test Exacto de Fisher.

Los resultados permitieron establecer el protocolo analgésico y anestésico adecuado para minimizar el dolor postoperatorio.

*Palabras claves: dolor postoperatorio – analgesia preventiva – colecistectomía - tabla de contingencia, protocolo*

## ABSTRACT

A quality control scheme was trained on conventional surgery (colecistectomy), as an alternative to laparoscopy, a current practice in a private hospital in San Miguel de Tucumán. Our goal was to assess the anesthesia - analgesic protocol capacity either in relieving or vanishing post – operation pain.

A variety of possible pain inducing factors was included in a cause effect diagram, the latter as a relevant tool of traditional quality control techniques as well as a heuristic technique. All these required of a proper training of the medical team, which allowed us to adequately reduce de number of variables and to introduce the remaining of this selection process in a data base.

Usual statistical diagrams were also used, but the final analysis was carried on by means of Fisher Exact Test.

Both, anesthesia and analgesic protocols to minimize post operation pain were adequately determined following our calculations.

*Key words: post intervention pain – preventive analgesia – colecistectomy - contingency table, protocol*

## **Introducción**

Las técnicas convencionales en cirugía conllevan el riesgo de mayor dolor postoperatorio, constituyéndose así en un problema de calidad. La solución práctica para la satisfacción del paciente se constituye en la adopción de un protocolo anestésico - analgésico versátil.

Se contaba con un conjunto de datos ya recolectados por el sanatorio durante distintas intervenciones quirúrgicas realizadas, con criterio de incluir todo lo disponible en la ficha del paciente y de un registro del tipo de protocolo analgésico - anestésico empleado, en este caso anestesia general balanceada mas infiltración loco regional con anestésicos locales.

El problema de calidad se atacó seleccionando primero las variables útiles para el análisis estadístico a partir de los datos colectados. Esto trae una complejidad aparejada consistente en que no se conoce el comportamiento de cada variable ni su relación o vínculo con otras. Ergo, la selección debía realizarse con una técnica de toma de decisiones meramente empírica, organizada y acorde con el conocimiento que se tenga sobre el tema. Las decisiones debían tomarse por análisis basado en la experiencia de distintos especialistas. Surge entonces como técnica adecuada el empleo de diagramas de causa efecto, en particular el diagrama de Ishikawa<sup>1,2,3</sup>.

Seleccionadas las variables útiles, los datos se analizaron con un test estadístico aplicado a la tabla de contingencia concomitante: el Test Exacto de Fisher<sup>4</sup>, que permitió distinguir, categorizar y concluir resultados según el protocolo anestésico - analgésico utilizado.

## **Los datos**

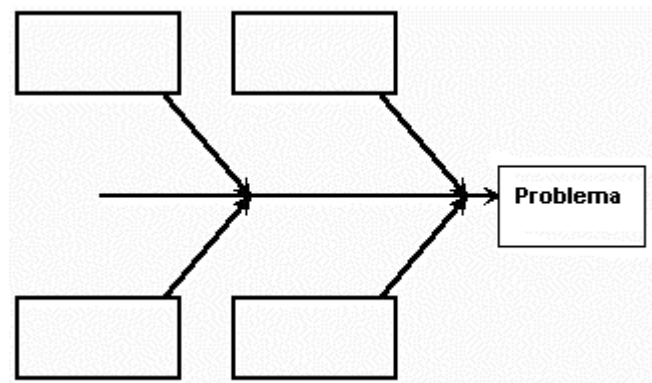
Los datos corresponden a la ficha del paciente y al protocolo anestésico - analgésico utilizado en 90 intervenciones quirúrgicas. Están separados en grupos correspondientes a las categorías de intervención loco – regional como parte del protocolo analgésico: 30 datos tipo 0 para el grupo de control (sin infiltración de anestesia local), 30 datos tipo 1 (con infiltración preoperatorio) y 30 datos tipo 2 (infiltración postoperatoria). Cada paciente registra uno de cuatro niveles de dolor admitidos - (Anderson<sup>6</sup>): 0 para los casos “sin dolor”, 1 para los casos de “molestia”, 2 para casos de “dolor bien establecido”, 3 para “dolor muy intenso” y 4 para “dolor insoportable” - agrupados según intervalos temporales al cabo de la primera, cuarta y octava hora. Hay además registros de edad y sexo del paciente y otra categorización en los datos: el rescate del paciente pero no se incluyó en este estudio. Los

datos útiles fueron volcados a EXCEL<sup>®</sup>,<sup>5</sup> (2000) y distribuidos en 11 columnas, a saber: ficha, edad, sexo (Tabla 2), niveles de dolor en las tres columnas siguientes según primera, cuarta u octava hora postoperatoria y rescate en las últimas cuatro columnas.

### **Análisis causa – efecto o diagrama de Ishikawa**

Un diagrama de causa efecto sirve para identificar las variables relevantes al comportamiento operativo de un sistema, dicho de otra manera, las razones por las cuales un proceso puede salir o permanecer en control. Los diagramas empleados fueron desarrollados en 1943 por el Dr. Kauro Ishikawa, especializado en estadística de control de calidad de la Universidad de Tokio e ilustran la relación entre causas posibles y sus efectos y ayuda a descubrir la fuente del problema. Estos diagramas asisten a los equipos a categorizar las numerosas cuestiones o causas potenciales de manera ordenada y en identificar las causas raíz. Permiten identificar áreas de recolección de datos o si un proceso no produce los resultados deseados. Su uso en medicina es muy reciente, permite aseverar distinciones entre grupos (Nelson, 2003), figura en diccionarios médicos (Tufts, 2004), en la industria de instrumental médico (Sahni, 1998), planificar intervenciones (Teno, 2001), administración en calidad total (TQM) para el caso de residuos en clínicas, (Chitnis, 2000)

Para preparar el diagrama de Ishikawa o de espina de pescado, llamado así por su aspecto. Se identifican cuatro categorías principales y se las escribe en cuatro cajas como en la Figura 1 y se sitúa el problema de calidad en la cabeza del diagrama.



**Figura 1** Esquema del diagrama de espina de pescado

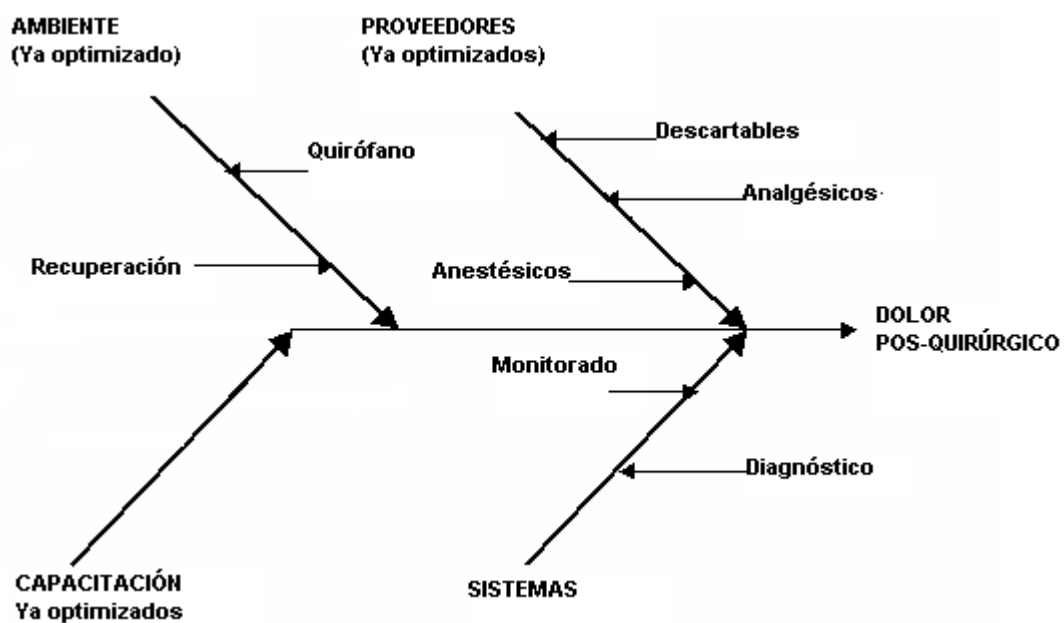
Puede diseñarse el diagrama agrupando la información en tres categorías y cuatro subcategorías:

Las cuatro S - Entorno, Proveedores, Sistemas, Capacitación – (Surroundings, Suppliers, System, Skills).

Las cuatro P – Lugares, Procedimientos, Gente, Políticas – (Places, Procedures, People, Policies);

Las cuatro M – Métodos, Maquinarias, Materiales, Gente - (Methods, Machines, Materials, Manpower);

Se reúnen las causas potenciales empleando tormenta de ideas (*brainstorming*) u otra técnica adecuada. Se alcanza un acuerdo sobre la causa más probable. Al aplicar esta técnica al subgrupo de causas de la categoría 4 S, se obtuvo el diagrama de la Figura 2.



**Figura 2** Las 4 S.

En esta figura (2), se analizaron las categorías de 4 S, tras lo cual:

- Se descartó el ambiente, tanto de quirófano como de recuperación, por considerárselos optimizados. Se descartaron proveedores, categoría que incluye los descartables, anestésicos y analgésicos, por considerárselos optimizados, tanto en calidad como en precio. Se descartaron sistemas (monitorado, diagnóstico, etc.) por considerárselos

optimizados. Se descartaron las habilidades y capacitación del personal interviniente, por considerárselos calificados. Permanecen procedimientos y personas.

Yendo a las categorías de causas de las 4 P, se obtuvo el diagrama de la Figura 3, tras lo cual:

- Se descartaron lugares y políticas:

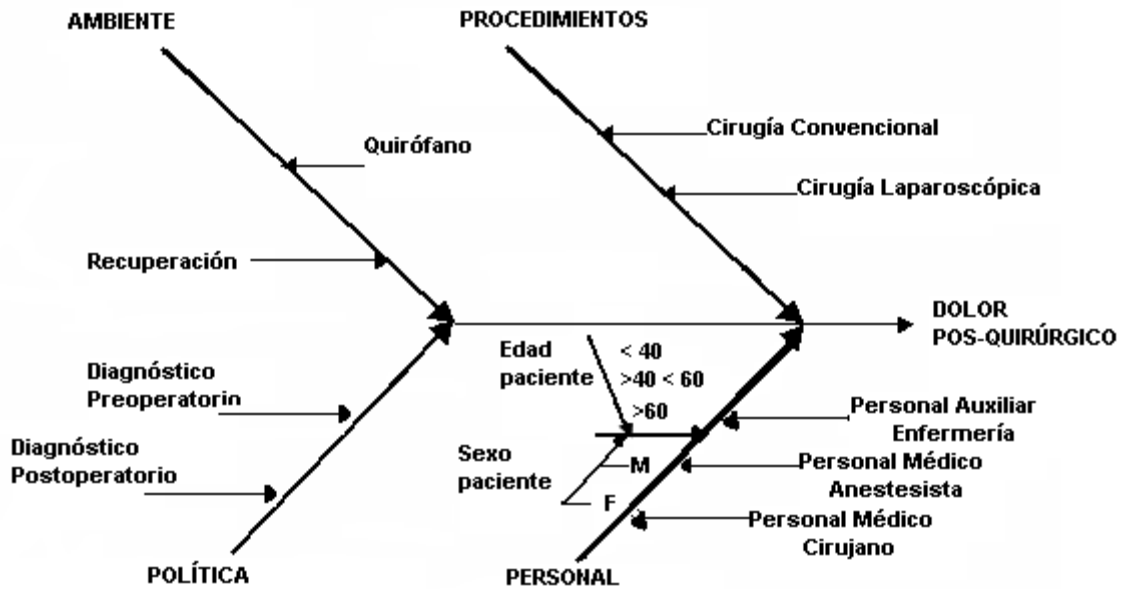


Figura 3 Las cuatro P

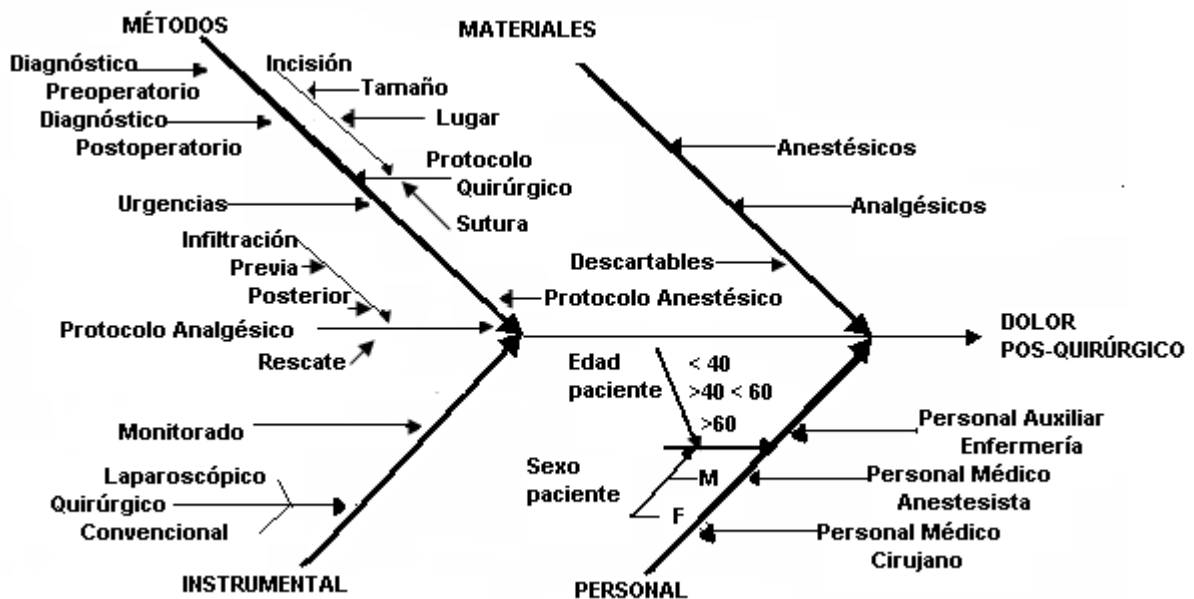


Figura 4 Las cuatro M

Y finalmente, yendo a las categorías de causas de las 4 M, se obtuvo el diagrama de la Figura 4, tras lo cual:

- Permanecen métodos (procedimientos), materiales, maquinarias (instrumental);

Hay coincidencias entre parte de las 4 S, 4 P y las 4 M. El diagrama más completo adoptado es el de las 4 M (Figura 4). Dentro de este diagrama, de las causas principales se descartan Materiales e Instrumental por probada calidad. Restan métodos y personas.

Yendo a métodos:

- La falta de coincidencia entre diagnóstico previo y postoperatorio puede traer aparejada una mayor apertura o incisión. En este caso y pese a que la historia registra una falta de coincidencia, la ubicación y tamaño de la incisión (relevantes al dolor) no produce mayor incidencia. Se estandarizó la incisión, en ubicación y en tamaño (entre 8 y 12 cm).
- Urgencias: se descartan porque ya tiene dolor;
- Protocolo anestésico: se descarta, el control lo tienen anestesistas muy calificados;
- Protocolo analgésico: subsiste y en consecuencia deben tratarse la infiltración (pre y postoperatoria) y el eventual rescate del paciente;
- Protocolo quirúrgico: se descarta por su probada calidad Yendo a las personas:
- Personal auxiliar de enfermería y otros: se descarta por probada calificación;
- Personal médico anestesista: se descarta por probada calificación;
- Personal médico cirujanos: se descarta por probada calificación;
- Paciente: subsiste con dos sub causas, edad en 3 grupos, de <40, 40-60, >60 y su sexo.

DOLOR POST- QUIRÚRGICO
------------------------------

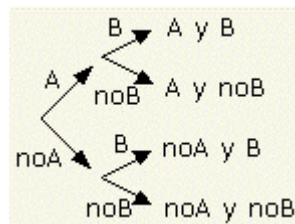
Las causas a considerar resultan entonces el protocolo analgésico/anestésico y la edad y sexo del paciente. La edad y sexo del paciente se excluyeron del tratamiento estadístico por la reducción aún mayor de los grupos que esto implicaría.

### Tabla de contingencia

Una tabla de contingencia es una distribución en filas y columnas (una matriz) en la que los individuos de una población se clasifican en función de algunas variables. En la tabla se indican las sumas de filas y columnas. El número de Grados de libertad es el número de casillas que pueden fijarse de forma arbitraria cuando los totales por filas y columnas permanecen fijos. En una tabla de  $f$  filas y  $c$  columnas el grado de libertad se calcula como:

$$G.L. = (f - 1).(c - 1)$$

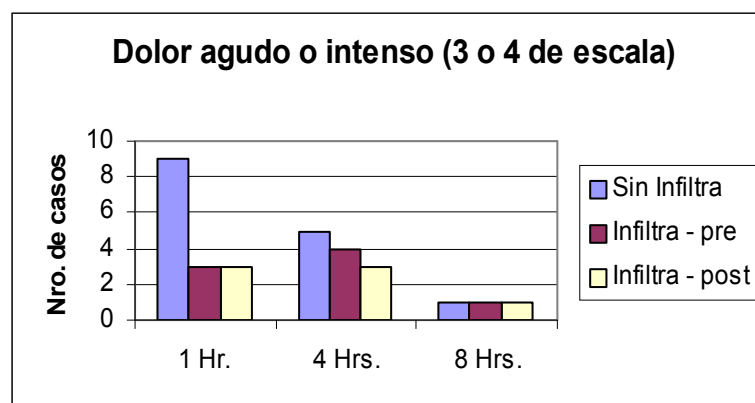
A cada diagrama de árbol corresponde una tabla de contingencia y viceversa:



**Figura 5** Esquema de un diagrama de árbol

De la población de 90 casos, hay 75 casos sin rescate y 15 con rescate (Tabla 2). El rescate (con dolor agudo o intenso) quita toda aleatoriedad al mismo. La cuestión entonces se reduce al mayor o menor éxito del tipo de infiltración en cuanto al grado y frecuencia del dolor. No es deseable que el dolor alcance el nivel 3 (agudo). En la mayoría de los casos el dolor disminuyó paulatinamente dentro de las 8 horas de la intervención. En un sólo caso (sin infiltración) el dolor permaneció muy intenso (4 en la escala) dentro de las 8 horas y correspondió a un paciente masculino de 42 años de edad. Se obtuvieron los resultados:

- 1 = Dolor agudo o intenso para el 10% o menos dentro de la 1ra. hora
- 2 = Dolor agudo o intenso para el 10% o menos dentro de las 4 horas
- 3 = Dolor agudo o intenso para el 10% o menos dentro de las 8 horas



**Figura 6** Diagrama de barras

La figura 6 presenta en un diagrama de barras los niveles de dolor agudo e intenso (3 y 4 en la escala Anderson) para los datos analizados (90 casos), presentados en grupos de barras correspondientes a la primera, cuarta y octava hora de la operación. La ordenada representa el número de casos detectado para cada grupo. Los datos comprenden 30 casos de cada uno de los tratamientos de infiltración. De este diagrama se puede deducir que es



conveniente infiltrar al paciente, ya que disminuyen los casos de dolores agudos e intensos. Resta dilucidar si la infiltración debe ser pre o postoperatoria.

Para la tabla de contingencia (Tabla 3) y dentro de cada grupo de infiltración, se trata de calcular las probabilidades de los eventos, las probabilidades marginales y los totales para determinar si es significativo o no el tratamiento de infiltración y cuál resulta más adecuado. La hipótesis nula ( $H_0$ ) es que las probabilidades para cada resultado son independientes del tratamiento; es decir que los tratamientos NO AFECTAN los resultados. Si el  $p$  valor del test de hipótesis es pequeño, es poco probable que  $H_0$  sea cierta: indica la fuerza de la evidencia para rechazarla. Así, si 9 de 30 pacientes manifestaron dolor agudo o intenso sin infiltración, puede adoptarse como probabilidad de dolor agudo o intenso - si el tratamiento no tuviera efecto sobre el paciente en cada operación - al cociente  $9/30$  y esto sugiere que en el grupo de control al considerar las probabilidades marginales, que puede esperarse dolor en  $15 \times 15 / 30 = 7,5$  casos mientras que 9 fueron observados. Así se construyó la tabla de contingencia esperada (Tabla 4). Pero lo que se prueba es la probabilidad de obtener otra tabla tan fuerte como la observada. Se podría utilizar un test  $\chi^2$  y comparar la tabla de contingencia estimada con la observada, pero este test no es confiable si se sospecha que los valores esperados son menores que 5. La tabla 3 muestra seis valores esperados menores que 5. El Test Exacto de Fisher evita las aflicciones por valores esperados pequeños.

### **Resultados con el test de significación exacto de Fisher**

En un test exacto, debido a la naturaleza discreta de los datos y su cantidad limitada, las combinaciones de resultados que dan los mismos totales marginales pueden ser listadas como también las probabilidades ligadas a ellos. Con estos totales marginales puede determinarse exactamente cual es la probabilidad de obtener un resultado observado. Pueden no existir combinaciones que correspondan "exactamente" a 95%, es decir que no pueda obtenerse un intervalo de confianza "exacto" de 95%, pero, digamos, sí obtener uno con una cobertura del 97% o uno con el 94% de cobertura.

La tabla particular que ajusta a la exactitud elegida proviene de un universo de tablas similares que tienen las mismas probabilidades de resultados que la tabla elaborada. Tienen los mismos totales de filas y las mismas distribuciones de tratamientos: es decir, los mismos totales de columnas. El número de tablas del universo es grande porque en el cálculo intervienen factoriales. Así, para una tabla  $3 \times 3$  dada, hay un total de 756 tablas posibles.

Así, para la tabla 3 obtenida y su tabla esperada (4), resulta una probabilidad de  $1,7 \times 10^{-2}$ , y la suma de las probabilidades de las tablas “inusuales” es  $p = 0,798$ .

Como es un método exacto, se calcula la probabilidad de cada tabla y luego se suma la probabilidad de la tabla dada y la de cualquier otra tabla “inusual”, donde tablas “inusuales” son aquellas que tienen una probabilidad menor o igual que la tabla dada. El valor obtenido de  $1,7 \times 10^{-2}$  es muy bajo, menor que el de 0,05 comúnmente empleado en ciencias sociales (se adopta este valor por ser los casos bajo análisis irreproducibles). Se rechaza  $H_0$ , y se concluye que el tratamiento afecta los resultados. Del diagrama de barras de la figura 6 y de la Tabla 3, 4ta columna se deduce que la infiltración postoperatoria es más eficiente.

## Conclusiones

- 1) Para situaciones similares puede recomendarse el análisis con diagramas de causa – efecto y puede evaluarse su utilidad en juntas médicas;
- 2) Para los 90 datos disponibles, el Test Exacto de Fisher resultó adecuado;
- 3) Para el caso de la Tabla 4 (tabla de contingencia estimada) se obtuvo un valor bajo de probabilidad, menor que el valor de referencia 0,05 empleado en ciencias sociales. Por eso se rechaza la hipótesis nula, esto es la hipótesis de independencia estadística entre casos, lo que permite concluir que los distintos protocolos empleados tienen incidencia significativa sobre los resultados del dolor postoperatorio;
- 4) Yendo entonces a la Tabla 3, 4ta columna correspondiente a infiltración postoperatoria y del diagrama de barras de la figura 6, puede inferirse con este tratamiento estadístico que es el protocolo más eficiente en mitigar el dolor.

® EXCEL, marca registrada de Microsoft International.

## Bibliografía

1. Chitnis, S.P.: Biohazard waste management : A TQM perspective, Copyright 2000, Indian Express Group (Mumbai, India).
2. Ishikawa, K: ¿Qué es el Control Total de Calidad? La Modalidad Japonesa. Grupo Editorial Norma. Colombia, 1994, pág. 43.
3. Nelson, C.W., Phd, “*Why Medical Practice Patterns Vary-The Role of Ethnic and Racial Disparities and Methods of Quality Improvement-The Double Fishbone Diagram: Pilot Study on Renal Failure*”, paper 57283, The 131st Annual Meeting of American Public Health Association (APHA), San Francisco, California, U.S.A. noviembre 15-19, 2003.

4. *Tufts Health Care Institute – Managed Care Glossary: Terms Related to Health Care Quality: Fishbone Diagram*, Boston, Massachusetts, U.S.A., 2004.
5. “*The Fisher Exact Test*” – Manual paquete estadístico *SigmaStat*, *Systat Software Inc.*, 2001.
6. Manual en línea de <sup>®</sup>EXCEL - *Microsoft International*, 2000.
7. Sahni, A.: [Seven Basic Tools That Can Improve Quality](#). Medical Device & Diagnostic Industry, April 1998, Canon Communications, LLC.
8. T  
eno, J.M.: *Tools of Quality Improvement to Understand the Process and Develop Proposed Small Interventions*, Brown University and Hospice Care of Rhode Island, 2001.
9. The University of Texas – MD Anderson Cancer Center, 1995.

## Tablas

	B	no B	Totales
A	$P_{11}=p(A \text{ y } B)$	$P_{12}=p(A \text{ y no } B)$	$P(A)= P_{11} + P_{12}$
no A	$P_{21}=p(\text{no } A \text{ y } B)$	$P_{22}=p(\text{no } A \text{ y no } B)$	$P(\text{no } A)= P_{21} + P_{22}$
Totales	$P(B)=p_{11} + p_{21}$	$P(\text{no } B)= P_{12} + P_{22}$	1

**Tabla 1** Construcción de una tabla de contingencia

**Sin Infiltrar**

1º HORA	4º HORA	8º HORAS	RESCATE 1	RESCATE 4	RESCATE 8
2	3	2	0	1	0
3	3	2	1	0	0
3	2	1	1	0	0
3	2	2	1	0	0
3	2	2	1	0	0
4	4	4	1	0	0
3	2	2	1	0	0
3	2	1	1	0	0
3	3	2	1	0	0
3	3	0	0	1	0
2	1	1			

**Infiltración preoperatorio**

1º HORA	4º HORA	8º HORAS	RESCATE 1	RESCATE 4	RESCATE 8
3	1	1	1	0	0
3	3	0	1	1	0
2	3	3	0	1	1
3	4	0	1	1	0
2	3	1	0	1	0

**Infiltración postoperatoria**

1º HORA	4º HORA	8º HORAS	RESCATE 1	RESCATE 4	RESCATE 8
4	2	3	1	1	1
3	3	2	1	1	0
2	3	1	0	1	0
3	1	0	1	0	0
2	3	2	1	1	1

\* RESCATE 1, 4, 8 significa rescate dentro de la primera, cuarta u octava hora.

**Tabla 2** Agrupación de los datos según niveles de dolor

Resultados	Tratamiento de infiltración			Totales en Crudo
	A (sin infil.)	B (inf. Preop.)	C (Inf. Postop.)	
1 (1ra.hora)	9	3	3	total 1 = 15
2 (4ta.hora)	5	4	3	total 2 = 12
3 (8va.hora)	1	1	1	total 3 = 3
<b>Totales</b>	A = 15	B = 8	C = 7	<b>Tot. General = 30</b>

**Tabla 3** Tabla de contingencia del caso en estudio

Resultados	Tratamiento de infiltración			Totales en Crudo
	A (sin infil.)	B (inf. Preop.)	C (Inf. Postop.)	
1 (1ra.hora)	7,5	4	3,5	total 1 = 15
2 (4ta.hora)	6	3,2	2,8	total 2 = 12
3 (8va.hora)	1,5	0,8	0,7	total 3 = 3
<b>Totales</b>	A = 15	B = 8	C = 7	<b>Tot. General = 30</b>

**Tabla 4** - Tabla de contingencia estimada