

## Determinación de tiempos quirúrgicos estándar de los procedimientos más comunes de cirugía general y su probabilidad de extensión para eficientizar la programación de cirugías

Manuel David Pérez Ruiz\* <sup>1,a</sup>; Luis Bernardo Enríquez-Sánchez <sup>1,a</sup>; Carolina Martínez Loya <sup>2,b</sup>; Miguel Eduardo Pacheco Pérez <sup>2,b</sup>; Estefanía Garfio Mandujano <sup>2,b</sup>; Jacqueline Rodríguez Rodríguez <sup>2,b</sup>; Myriam Ramos Segovia <sup>2,b</sup>; Carlos Eduardo Quiñones Gutiérrez <sup>2,b</sup>

### RESUMEN

**Objetivo:** Determinar los tiempos quirúrgicos estándar de los cuatro procedimientos más comunes en cirugía general (hernioplastia inguinal unilateral, hernioplastia inguinal bilateral, hernioplastia umbilical y colecistectomía) de un hospital de segundo nivel y calcular la probabilidad de extensión de cada uno de los procedimientos. La eficiencia es un fenómeno ampliamente estudiado en el ámbito económico, pues hace referencia a la necesidad de menor cantidad de factores para la producción de un determinado nivel de bienes y servicios, por ello, es de vital importancia incluirlo en el ámbito quirúrgico.

**Materiales y métodos:** Estudio observacional, descriptivo y retrospectivo. Se utilizaron los registros de quirófano de un hospital de segundo nivel del año 2017 al 2019 del servicio de Cirugía General. A partir de esta información, se estandarizó el tiempo necesario para cada procedimiento mediante la media de cada uno (hernioplastia umbilical, hernioplastia inguinal unilateral o bilateral y colecistectomía). Se calculó la probabilidad de extensión de las cirugías tomando en consideración los datos obtenidos y el intervalo de confianza.

**Resultados:** Para el procedimiento de hernioplastia inguinal unilateral se obtuvo una media de 76 min (IC 95,00 %: 72-80 min, DE 23); en hernioplastia inguinal bilateral, una media de 104,38 min (IC 95,00 %: 91-116 min, DE 41,7); en hernioplastia umbilical, una media de 59,31 min (IC 95,00 %: 54-63 min, DE 29,9), y en colecistectomía, una media de 85,735 min (IC 95,00 %: 83-88 min). La probabilidad de que se programen tres cirugías y todas estén a tiempo (límite superior del IC) es de 92,69 %, la probabilidad de que se programen tres cirugías y todas se prolonguen es de 0,0016 % (límite inferior del IC).

**Conclusiones:** Es posible realizar la planeación de las cirugías programadas mediante el uso de tiempos quirúrgicos estandarizados. Se requiere contar con estadística actualizada de los procedimientos quirúrgicos (promedios del tiempo de realización de cada procedimiento), ya que es posible detectar y supervisar de manera más precisa la dinámica de quirófano mediante la detección de las áreas de oportunidad, de esta manera, se eficientizará el tiempo de quirófano para beneficio de los sistemas de salud y los pacientes.

**Palabras clave:** Eficiencia; Quirófanos; Probabilidad; Planeación (Fuente: DeCS BIREME).

## Estimation of the standard surgical times of the most common general surgery procedures and the probability of extending them to make surgery scheduling more efficient

### ABSTRACT

**Objective:** To determine the standard surgical times of the four most common general surgery procedures (unilateral inguinal hernioplasty, bilateral inguinal hernioplasty, umbilical hernioplasty and cholecystectomy) in a second-level hospital and to estimate the probability of extending the time of each of the procedures. Efficiency is a widely studied subject in economics. It involves the need for fewer elements in the production of a certain level of goods and services. Therefore, it is extremely important to consider it in the field of surgery.

**Materials and methods:** An observational, descriptive and retrospective study. It used the operating room records from 2017 to 2019 of the General Surgery service in a second-level hospital. Based on this information, the time required for each procedure was standardized using the mean for each one (umbilical hernioplasty, unilateral or bilateral inguinal hernioplasty and cholecystectomy). The probability of extending surgical times was estimated based on the obtained data and confidence interval.

1 Hospital Central del Estado de Chihuahua, Departamento de Cirugía. Chihuahua, México.

2 Universidad Autónoma de Chihuahua, Departamento de Investigación. Chihuahua, México.

<sup>a</sup> Médico especialista en cirugía general; <sup>b</sup> médico pasante del Servicio Social.

\*Autor corresponsal.

**Results:** The mean for unilateral inguinal hernioplasty was 76 min (95.00 % CI: 72-80 min, SD 23), for bilateral inguinal hernioplasty 104.38 min (95.00 % CI: 91-116 min, SD 41.7), for umbilical hernioplasty 59.31 min (95.00 % CI: 54-63 min, SD 29.99) and for cholecystectomy 85.735 min (95.00 % CI: 83-88 min). The probability of scheduling three surgical interventions and completing all of them on time (upper limit of the CI) is 92.69 %, and the probability of scheduling three surgical interventions and extending the time of all of them is 0.0016 % (lower limit of the CI).

**Conclusions:** Planning scheduled operations using standardized surgical times is feasible. Updated statistics on surgical procedures (average time for each procedure) are required since it is possible to more accurately detect and supervise operating room dynamics by identifying opportunity areas. This will make operating room time more efficient for the benefit of health care systems and patients.

**Keywords:** Efficiency; Operating Rooms; Probability; Planning (Source: MeSH NLM).

---

## INTRODUCCIÓN

El Banco Mundial estimó, en 2015, que en México se realizaron 1303 procedimientos quirúrgicos por cada 100 000 habitantes <sup>(1)</sup>. En el 2010, en el país, se registraron 3976 unidades hospitalarias, de las cuales dos terceras partes eran unidades privadas; en el sector público, donde el mayor número de hospitales está bajo el control de la Secretaría de Salud, se contabilizaron, en este mismo año, 2900 quirófanos <sup>(2)</sup>. Según datos del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), en cirugía general destacan las colecistectomías, hernioplastias y las apendicectomías <sup>(3)</sup>. En un estudio retrospectivo, donde se utilizaron los registros de quirófano de cuatro años, se contabilizaron 25 114 cirugías, un promedio anual de 5527 y uno diario de 16 procedimientos; se encontró que gran parte de los recursos del quirófano se destinan a la atención obstétrica, padecimientos crónicos (catarata y endoscopias), atención por accidentes y padecimientos abdominales agudos como apendicitis y colecistitis <sup>(4)</sup>.

La eficiencia es un fenómeno ampliamente estudiado en el ámbito económico. Hace referencia a la necesidad de menor cantidad de factores para la producción de un determinado nivel de bienes y servicios, por ello, es de vital importancia incluirlo en el ámbito quirúrgico. El quirófano (OR, por sus siglas en inglés) es el nexo financiero del hospital moderno y representa hasta el 40 % de los costos de un hospital y entre el 60 % y el 70 % de los ingresos <sup>(5)</sup>. Macario et al. proponen ocho indicadores para evaluar la eficiencia en el ámbito quirúrgico: sobrecosto del personal, retraso en el inicio de las cirugías, tasa de cancelación, demora en la admisión en área de recuperación, margen de costo por hora del quirófano, tiempo de rotación y recambio, sesgo de predicción, recambios prolongados <sup>(6)</sup>. En México, la Secretaría de Salud plasma sus indicadores, que incluyen cirugías por quirófano, cirugías diferidas y tiempos de espera para cirugía <sup>(7)</sup>. El porcentaje de hernioplastias en un mismo día también forma parte de un conjunto de indicadores (“day-case rate”), que aportan información sobre la eficiencia de los servicios al identificar su capacidad para resolver condiciones quirúrgicas ambulatorias en un solo día <sup>(2)</sup>.

Según el tipo de operación (Terminología de Procedimiento Actual [CPT], por sus siglas en inglés) y el hospital, los tiempos del procedimiento pueden variar dependiendo del cirujano. En particular, para operaciones complejas, factores como la experiencia relevante en el ritmo de trabajo del cirujano y la composición del equipo quirúrgico pueden tener grandes efectos. Se infiere que el tamaño del equipo quirúrgico tiene un impacto en el tiempo del procedimiento, cuando el tamaño del equipo creció, el tiempo del procedimiento se prolongó independientemente de otros factores como la complejidad quirúrgica <sup>(8)</sup>. El efecto de la composición del equipo sube hasta el 20,00 %, cuando se combina con el ritmo de trabajo, el efecto total sube hasta el 30,00 %. Otros factores relevantes son la edad del cirujano y el momento del día. El género casi nunca tiene efecto alguno <sup>(9)</sup>.

Las alteraciones en los cronogramas quirúrgicos causadas por estimaciones inexactas respecto de la duración de la cirugía crean resultados poco confiables. Los errores de estimación no solo afectan el flujo de pacientes a través de los quirófanos, sino también la coordinación de las actividades en dichas áreas y en el proceso de atención. Las actividades de apoyo a la cirugía, que se ven afectadas por errores en las estimaciones del tiempo de cirugía, pueden incluir, por ejemplo, la rotación de personal de cirugía o la preparación y entrega de herramientas y materiales. Otras perturbaciones incluyen cambios en las actividades realizadas por otras unidades, como las actividades previas y posteriores a la cirugía en las unidades de sala <sup>(10)</sup>.

Un factor que también influye en la optimización de los servicios quirúrgicos es la lista de espera quirúrgica (LEQ), cuya existencia es un indicador de desajuste entre la oferta y la demanda, con un exceso relativo de la última. La LEQ varía según la institución, y permite conocer la eficiencia y el rendimiento de la actividad quirúrgica del centro hospitalario que se está evaluando (tiempo de quirófano disponible vs. tiempo de quirófano utilizado), con la firme intención de detectar las causas de demora en la atención sanitaria.

## Determinación de tiempos quirúrgicos estándar de los procedimientos más comunes de cirugía general y su probabilidad de extensión para eficientizar la programación de cirugías

Los tiempos quirúrgicos estándar (TQE) son una de las pocas iniciativas en marcha para medir y mejorar la eficiencia de la actividad quirúrgica. El tiempo de la intervención se define como el tiempo necesario para que un equipo quirúrgico experto realice la intervención, se mide desde que el paciente entra al quirófano hasta que sale <sup>(11)</sup>. Se considera como tiempo muerto el tiempo necesario para preparar el quirófano para la siguiente cirugía.

El proceso se inició con el análisis de los pacientes que figuraban en la LEQ del Servicio Madrileño de Salud, a quienes se les asignó un código de acuerdo con la Clasificación Internacional de Enfermedades, 9.ª revisión (CIE-9). Por este medio se recogen los procedimientos quirúrgicos más comunes y se clasifica a todos los pacientes en la LEQ. También se les asigna un tiempo muerto, es decir, el tiempo que tarda cada grupo en iniciar el siguiente procedimiento <sup>(12)</sup>.

La clasificación del “momento en cirugía de cuidados agudos” (TACS, por sus siglas en inglés) se publicó anteriormente para introducir una nueva herramienta para clasificar el acceso oportuno y apropiado de los pacientes con cirugía general de emergencia al quirófano. Sin embargo, la eficacia clínica y operativa de la clasificación TACS no se ha investigado posteriormente en estudios de validación <sup>(13)</sup>.

En la actualidad existe una problemática de gestión hospitalaria en el área quirúrgica de la gran mayoría de los hospitales. Los procedimientos quirúrgicos implican el consumo de tiempo antes, durante y después de la intervención quirúrgica. Durante estos procesos, se ven implicados diversos miembros del área de la salud, sin embargo, cada hospital o cirujano presenta distintos tiempos en cada procedimiento, lo que implica variaciones importantes en cada intervención quirúrgica. Estas variaciones pueden provocar cancelaciones de cirugías electivas por falta de tiempo y demora en la reprogramación, lo que, a su vez, aumenta la LEQ y las posibles complicaciones derivadas de enfermedades de manejo quirúrgico. Se ha demostrado, de manera integral, que el tiempo operatorio prolongado puede aumentar la probabilidad de desarrollar una infección del sitio quirúrgico (ISQ), en una amplia gama de procedimientos y especialidades quirúrgicos, si excede los 30 minutos al promedio habitual <sup>(14)</sup>. Algunos hospitales cuentan con equipos especializados en algunas salas, pero no en todas, lo que genera limitaciones en la programación. Si las salas con equipo especializado no se utilizan para casos de rutina, entonces, el problema de reprogramar casos se puede dividir en dos problemas separados. Sin embargo, cuando las salas con equipo especializado también se utilizan habitualmente para casos que no requieren dicho equipo, el problema de reprogramar los casos sigue siendo un desafío <sup>(15)</sup>.

El propósito del presente estudio fue determinar las medias de los cuatro procedimientos más comunes en cirugía general y calcular la probabilidad de extensión de cada uno de los procedimientos con el fin de optimizar la programación de quirófanos.

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### *Diseño y población de estudio*

Estudio observacional, descriptivo y retrospectivo. Se accedió a los registros de los procedimientos quirúrgicos solicitados con mayor frecuencia, entre 2017 y 2019, en el servicio de Cirugía General de un hospital de segundo nivel. A partir de esta información se estandarizó el tiempo necesario para cada procedimiento. En cuanto a la población de estudio, se incluyó a los pacientes operados durante el periodo anteriormente mencionado por hernioplastia umbilical, hernioplastia inguinal unilateral o bilateral y colecistectomía. Se excluyó a los pacientes que fueron sometidos a otros procedimientos.

Se analizaron tiempos quirúrgicos recabados de los libros de programación quirúrgica (hora de inicio del procedimiento anestésico, inicio de procedimiento quirúrgico, fin del procedimiento quirúrgico, fin de anestesia). Se realizó un análisis por separado para conocer los datos estandarizados de los siguientes procedimientos: hernioplastia umbilical, hernioplastia inguinal unilateral, hernioplastia inguinal bilateral y colecistectomía.

Se recabaron datos de un período de tres años (2017-2019), con un total de 4050 cirugías en 2017, 2995 cirugías en 2018 y 2981 en 2019. A partir de esta base de datos se seleccionó una muestra de 186 hernioplastias umbilicales, 134 hernioplastias inguinales unilaterales, 45 hernioplastias inguinales bilaterales y 838 colecistectomías. Se registraron los nombres de los cirujanos, sus tiempos en cada uno de los procedimientos quirúrgicos y su comparación con otros médicos.

#### *Variables y mediciones*

Se realizó un análisis descriptivo de todas las variables nominales y después se comparó la variable continua (tiempo) con la variable nominal (cirujano) mediante la prueba de hipótesis (t de Student). Se buscaron diferencias significativas en cuanto a la duración del procedimiento, se identificó la media y, con un poder de confianza del 95,00 %, se identificaron a los cirujanos que se encuentran en los extremos de la campana de Gauss. De igual forma, se estandarizaron los tiempos de las cirugías más frecuentes: hernioplastia y colecistectomía.

#### *Análisis estadístico*

Se realizó un análisis de probabilidad con los datos obtenidos para calcular la probabilidad de cada uno de los procedimientos quirúrgicos, en caso de extenderse

o acortarse en tiempo, y se tomó en consideración los intervalos de confianza.

### Consideraciones éticas

El presente estudio se llevó a cabo en un contexto de investigación de naturaleza retrospectiva, lo que implica que no se utilizaron datos de pacientes en tiempo real ni se realizaron intervenciones directas en individuos. En lugar de ello, se recopiló y analizaron datos previamente registrados y disponibles en fuentes públicas y archivos de registros médicos sin identificar a los pacientes involucrados. Es importante subrayar que este estudio no incluyó intervenciones en seres humanos, la obtención de consentimiento informado de los pacientes ni la recolección de datos de forma prospectiva. En lugar de eso, se basó en la revisión de datos ya existentes y disponibles públicamente, lo que permitió abordar preguntas de investigación sin poner en riesgo la integridad y el bienestar de los pacientes.

## RESULTADOS

### Tiempo total (minutos) en el procedimiento de hernioplastias inguinales unilaterales

Dentro del análisis realizado, se encontró que la media de tiempo (min) que un cirujano emplea para realizar una hernioplastia inguinal unilateral es de 76 minutos (IC 95,00 %: 72-80 min, DE 23) (Figura 1).

Se incluyó a 16 cirujanos. De acuerdo con el total de sus cirugías seleccionadas, se obtuvo la media del tiempo del procedimiento y su comparación con el resto de los cirujanos (Tabla 1). Se evaluaron cada uno de los resultados y se identificó que el médico núm. 8 (media = 58 min,  $p = 0,007$ ) y el médico núm. 16 (media = 59 min,  $p = 0,008$ ) realizaron el procedimiento en un tiempo significativamente menor que el resto de los cirujanos.

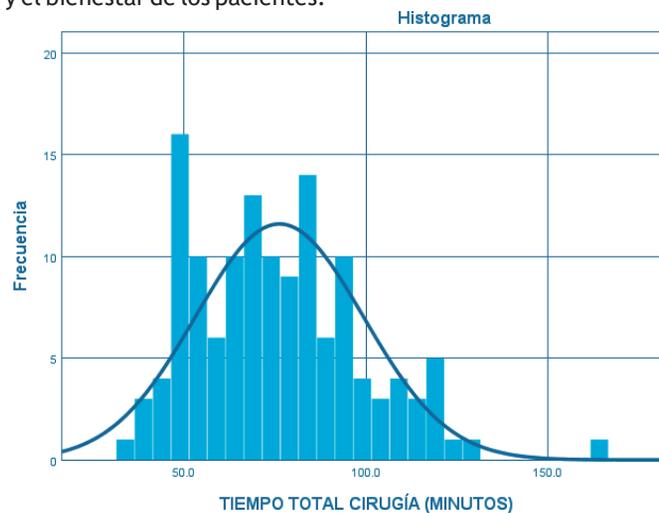


Figura 1. Histograma de tiempo total de cirugía en el procedimiento de hernioplastia inguinal unilateral

Tabla 1. Tabla comparativa del tiempo de procedimiento quirúrgico de hernias inguinales unilaterales de cada médico cirujano

Cirujano	Media	Desviación estándar	P
M. 1	64,25	15,27	0,132
Comparado con el resto	77,01	23,45	
M. 3	76,5	9,19	0,987
Comparado con el resto	76,23	23,36	
M. 4	62,5	17,67	0,401
Comparado con el resto	76,45	23,26	
M. 5	87,85	21,01	0,047
Comparado con el resto	74,86	23,14	
M. 6	57,11	14,26	0,01
Comparado con el resto	77,64	23,14	
M. 7	68,18	23,14	0,23
Comparado con el resto	76,97	23,16	
M. 8	58,36	13,32	0,007

Determinación de tiempos quirúrgicos estándar de los procedimientos más comunes de cirugía general y su probabilidad de extensión para eficientizar la programación de cirugías

Cirujano	Media	Desviación estándar	P
Comparado con el resto	77,86	23,25	
M. 9	75,74	21,67	0,9
Comparado con el resto	76,37	23,67	
M. 10	93,75	24,62	0,126
Comparado con el resto	75,69	23,04	
M. 12	75	7,07	0,94
Comparado con el resto	76,26	23,37	
M. 13	84,6	19,32	0,237
Comparado con el resto	75,55	23,42	
M. 14	84,42	21,27	0,339
Comparado con el resto	75,78	23,29	
M. 15	82,92	31,43	0,276
Comparado con el resto	75,51	22,17	
M. 16	59,33	17,44	0,008
Comparado con el resto	77,93	23,07	
M. 17	86,5	16,94	0,371
Comparado con el resto	75,92	23,34	

(M. = médico)

**Tiempo total (minutos) en el procedimiento de hernioplastias inguinales bilaterales**

Ante el análisis del tiempo invertido en las cirugías seleccionadas del procedimiento de hernioplastia inguinal

bilateral, se encontró que la media de tiempo (min) de su realización es de 104,38 min (IC 95,00 %: 91-116 min, DE 41,7) (Figura 2).

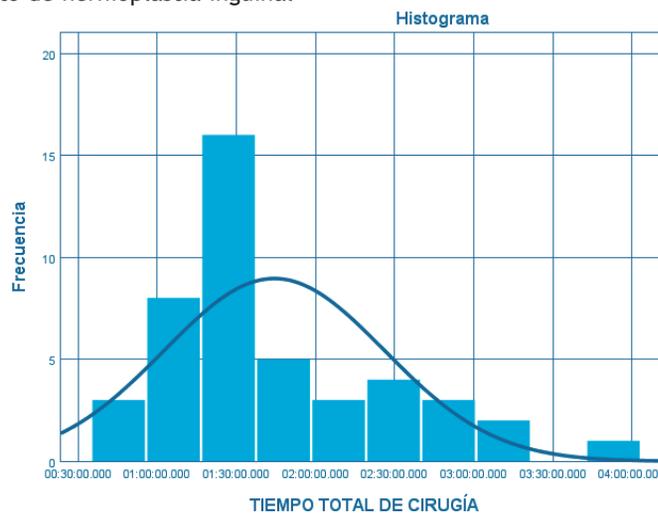


Figura 2. Histograma del tiempo total de cirugía en el procedimiento de hernioplastia inguinal bilateral

De acuerdo con la base de datos, el tiempo mínimo de procedimiento de hernioplastia inguinal bilateral fue de 34 min y el tiempo máximo registrado fue de 240 min.

En cuanto al panorama general, se seleccionaron ocho médicos, cuyos procedimientos fueron cronometrados (Tabla 2). Tras obtener los promedios del tiempo de los procedimientos, se

encontró que el médico núm. 1 (media = 70 min,  $p = 0,084$ ) y el médico núm. 8 (media = 78 min,  $p = 0,017$ ) operaron significativamente en menor tiempo que el resto de los médicos cirujanos. Por el contrario, el médico núm. 9 (media = 193 min,  $p = 0,000$ ) realizó el procedimiento en un tiempo significativamente mayor que el resto de los cirujanos.

**Tabla 2.** Tabla comparativa del tiempo de procedimiento quirúrgico de hernioplastia inguinal bilateral de cada médico cirujano

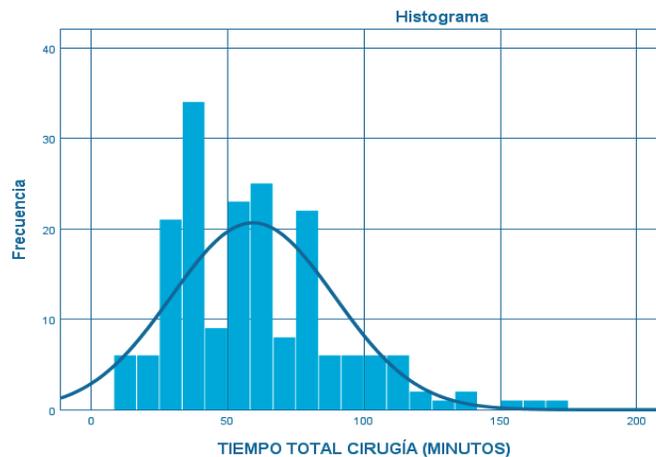
Cirujano	Media	Desviación estándar	P
M. 1	70	29,72	0,084
Comparado con el resto	107,73	41,46	
M. 5	97,5	3,53	0,815
Comparado con el resto	104,69	42,67	
M. 6	91	27,82	0,508
Comparado con el resto	105,68	42,86	
M. 7	110,3	36,12	0,616
Comparado con el resto	102,68	43,52	
M. 8	78,72	17,18	0,017
Comparado con el resto	112,67	44,06	
M. 9	193,33	45,09	0,000
Comparado con el resto	98,02	33,89	
M. 10	126,66	35,47	0,344
Comparado con el resto	102,78	42,05	
M. 11	101,8	35,7	0,885
Comparado con el resto	104,7	42,81	

(M. = médico)

**Tiempo total (minutos) en el procedimiento de hernioplastia umbilical**

El tiempo promedio de la realización del procedimiento

de hernioplastia umbilical es de 59,31 min (IC 95,00 %: 54-63 min, DE 29,9) (Figura 3).



**Figura 3.** Histograma del tiempo total de cirugía en el procedimiento de hernioplastia umbilical

Cuando se evaluó los valores cronometrados en conjunto, el valor mínimo registrado fue de 10 min y el valor máximo, 170 min.

Se evaluó a 14 médicos cirujanos, y se obtuvo la media de los tiempos de duración de este procedimiento (Tabla 3). Cabe

destacar que el médico núm. 14 (media = 94,  $p = 0,043$ ) realizó el procedimiento en un tiempo significativamente mayor que el resto de los médicos cirujanos evaluados. Por otra parte, el médico núm. 1 (media = 42 min,  $p = 0,112$ ) fue quien obtuvo el menor promedio de tiempo de duración.

Determinación de tiempos quirúrgicos estándar de los procedimientos más comunes de cirugía general y su probabilidad de extensión para eficientizar la programación de cirugías

Tabla 3. Tabla comparativa del tiempo de procedimiento quirúrgico de hernioplastia umbilical de cada médico cirujano

Cirujano	Media	Desviación estándar	P
M. 1	42,8	14,53	0,112
Comparado con el resto	60,05	30,24	
M. 2	50,37	27,23	0,389
Comparado con el resto	59,71	30,04	
M. 5	56,65	30,03	0,674
Comparado con el resto	59,63	29,98	
M. 6	64,21	29,08	0,453
Comparado con el resto	58,76	30,04	
M. 8	57	25,97	0,835
Comparado con el resto	59,4	30,12	
M. 9	46,46	27,13	0,108
Comparado con el resto	60,28	29,96	
M. 10	48,95	19,34	0,076
Comparado con el resto	60,77	30,88	

(M. = médico)

**Tiempo total (minutos) en el procedimiento de colecistectomía**

Del procedimiento quirúrgico de colecistectomía se encontró que la media de duración es de 85,735 min (IC 95,00 %:

83-88 min) entre los médicos cirujanos (Figura 4). El valor mínimo de tiempo registrado durante el procedimiento de colecistectomía fue de 15 minutos, por otra parte, el tiempo máximo registrado es de 204,99 min.

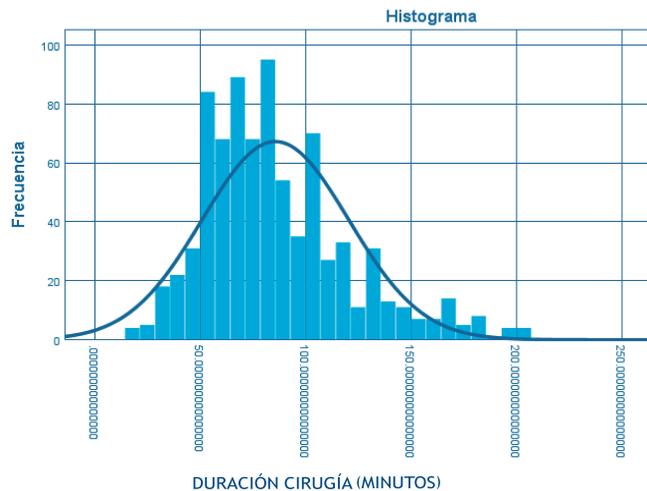


Figura 4. Histograma del tiempo de procedimiento quirúrgico de colecistectomía

Se tomaron en cuenta los tiempos de realización de 14 cirujanos y se obtuvieron las medias de cada uno (Tabla 4). A partir de estos resultados se encontró que el médico núm. 10 (media = 60 min,  $p = 0,001$ ) y el médico núm. 12 (media = 65 min,  $p = 0,004$ ) efectuaron el procedimiento

en un tiempo significativamente menor en comparación con el resto de los médicos cirujanos. Al comparar las medias de los cirujanos evaluados, el médico núm. 4 fue el que presentó el tiempo de duración estadísticamente mayor (media 119 min,  $p = 0,00$ ).

**Tabla 4.** Tabla comparativa del tiempo de procedimiento quirúrgico de colecistectomías de cada médico cirujano

Cirujano	Media	Desviación estándar	P
M. 1	67,8	27,8	0,114
Comparado con el resto	79,1	35,05	
M. 2	72,3	20,06	0,417
Comparado con el resto	78,7	35,3	
M. 4	119,09	77,36	0,000
Comparado con el resto	42,11	33,91	
M. 5	76,9	78,57	0,799
Comparado con el resto	29,84	35,12	
M. 6	81,61	78,08	0,525
Comparado con el resto	28,7	35,39	
M. 10	60,32	80,06	0,001
Comparado con el resto	23,62	35,13	
M. 11	81,79	78,07	0,507
Comparado con el resto	51,49	32,35	
M. 12	65,22	80,21	0,004
Comparado con el resto	18,34	36,01	
M. 14	82,05	77,4	0,265
Comparado con el resto	33,94	34,94	
M. 15	92,6	78,28	0,36
Comparado con el resto	23,84	34,83	
M. 16	90,6	78	0,168
Comparado con el resto	25,88	34,97	
M. 18	71,5	78,52	0,688
Comparado con el resto	9,53	34,89	
M. 19	88,48	47,15	0,098
Comparado con el resto	77,67	33,69	
M. 20	88,7	38,69	0,35

(M. = médico)

Si se considera que en la programación del quirófano se incluyen varias cirugías, existen probabilidades de que todas ellas estén a tiempo, que ninguna esté a tiempo o que haya combinaciones, en las que cierto número de cirugías se retrasan mientras que otras están a tiempo<sup>(16)</sup>.

#### **Cálculo de probabilidad de extensión de cirugías**

Con los datos obtenidos previamente (Figuras 1, 2, 3 y 4), la mayoría de las cirugías realizadas se llevarán a cabo en

un tiempo menor que el límite superior del intervalo de confianza (por ejemplo, el 97,5 % de las hernioplastias inguinales unilaterales no se prolongarán más de 80 minutos). Tomando en consideración esto, se calcularon las probabilidades de cada una de las combinaciones resultantes de tener tres cirugías programadas, cada una con probabilidad de extenderse o finalizar antes de tiempo (Tabla 5).

Determinación de tiempos quirúrgicos estándar de los procedimientos más comunes de cirugía general y su probabilidad de extensión para eficientizar la programación de cirugías

Tabla 5. Probabilidad de extensión del procedimiento

Primera cirugía	Segunda cirugía	Tercera cirugía	Probabilidad
A tiempo 97,5 %	A tiempo 95,5 %	A tiempo 97,5 %	92,69 %
		Prolongada 2,5 %	2,38 %
	Prolongada 2,5 %	A tiempo 97,5 %	2,38 %
		Prolongada 2,5 %	0,06 %
Prolongada 2,5 %	A tiempo 97,5 %	A tiempo 97,5 %	2,38 %

Primera cirugía	Segunda cirugía	Tercera cirugía	Probabilidad
Prolongada 2,5 %	A tiempo 97,5 %	A tiempo 97,5 %	2,38 %
		Prolongada 2,5 %	0,06 %
	Prolongada 2,5 %	A tiempo 97,5 %	0,06 %
		Prolongada 2,5 %	0,0016 %

Una manera de hacer estos cálculos es mediante la expansión del binomio a la n potencia, donde n es el número de eventos (cirugías) que se realizarán.

De esta manera, si en total se realizan dos cirugías:

- $(A + B)^2 = A^2 + 2AB + B^2$

La expansión del binomio representa cada una de las combinaciones que existen respecto a que la primera cirugía esté a tiempo o se retrase y la segunda cirugía esté a tiempo o no:

- $A^2$  = la probabilidad de que dos cirugías estén a tiempo.
- $2AB$  = la probabilidad de que una cirugía esté a tiempo y otra cirugía no.
- $B^2$  = la probabilidad de que las dos cirugías se retrasen.

Al hacer las correspondientes sustituciones, se obtiene:

- $A^2 = (0,975)^2 = (0,975) (0,975) = 0,9025 = 90,25 \%$
- $2AB = 2(0,975) (0,025) = 0,0475 = 4,75 \%$
- $B^2 = (0,025)^2 = (0,025) (0,025) = 0,000625 = 0,0625 \%$

Aplicado con tres cirugías, se procede a elevar el binomio al cubo:

- $(A + B)^3 = A^3 + 3A^2B + 3AB^2 + B^3$

Con este método, elevando el binomio  $(A + B)^n$  (n = número de cirugías), se pueden obtener todas las combinaciones y, por ende, todas las probabilidades. Entre más cirugías se realicen, disminuye la probabilidad de que todo ese conjunto de cirugías esté a tiempo.

## DISCUSIÓN

En este estudio se obtuvieron las medias de cuatro diferentes procedimientos no laparoscópicos (hernioplastia inguinal unilateral = 76 min, hernioplastia inguinal bilateral = 104,78 min, hernioplastia umbilical = 59,31 min y colecistectomía = 85,73 min). En el caso de la hernioplastia inguinal unilateral, se ha visto en otros estudios que la media de la hernioplastia inguinal unilateral laparoscópica es de 40,5 minutos (29,2-63,8 min) y en la que se realiza

mediante robot la media es de 75,5 min (59-93,8 min) <sup>(15)</sup>. Se observó, en un estudio comparativo de laparoscopia vs. robótica, que la media de la hernioplastia inguinal unilateral laparoscópica es de 68 min y en la que se realiza mediante robot, 88 min. Esta diferencia entre los tiempos se puede deber a las diferentes técnicas utilizadas (tradicional, laparoscopia y robótica) y a los tiempos de operación de los distintos cirujanos de forma intrahospitalaria e interhospitalaria <sup>(17,18)</sup>, lo cual es congruente con lo encontrado en nuestro estudio, pues los tiempos entre cirujanos varían de forma considerable. También es necesario establecer que alrededor del 25 % del tiempo de retraso intraoperatorio se debió a interrupciones evitables y el 60 % de ellas fue por actividades innecesarias o que debieron realizarse antes del procedimiento <sup>(19)</sup>.

En un estudio retrospectivo donde se analizaron 707 pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica (CL), se encontró que el tiempo promedio fue de 69 minutos <sup>(20)</sup>, tiempo relativamente menor al encontrado en nuestra investigación, que fue de 85,73 min. En otro estudio retrospectivo realizado en Ecuador, en el que se analizaron 468 pacientes sometidos a CL, se encontró un tiempo promedio de 42,43 minutos <sup>(21)</sup>. Esta diferencia de tiempo puede deberse a la enseñanza impartida en los hospitales, donde el tiempo de realización puede alargarse por la curva de aprendizaje en los residentes <sup>(22,23)</sup>.

En relación con el análisis de probabilidad realizado según los tiempos quirúrgicos estandarizados de nuestro hospital, un patrón interesante es que a mayor número de cirugías programado menor probabilidad de que todas se realicen a tiempo (Tabla 5). Sin embargo, si se programan tres cirugías (colecistectomía), la probabilidad de que se prolonguen es de 0,0016 %, lo cual representa una probabilidad aceptable al momento de realizar la programación.

En un estudio para evaluar la precisión de la duración, se analizaron 97 397 cirugías entre 2017 y 2021. La sobreestimación de tiempo quirúrgico superó el 60,00 %, con una mediana de 28 min, mientras que la subestimación fue del 37,00 %, con una mediana de 30 min. Aunque la mitad de las cirugías fueron sobreestimadas, esto sigue siendo una pérdida de tiempo valioso en el quirófano. Por lo tanto, considerar los factores que afectan la duración de la cirugía contribuye a mejorar la eficiencia de la programación del quirófano <sup>(24)</sup>.

En un estudio de Burgette et al., que involucra más de 700 000 casos, se sugiere que la participación de los alumnos aumenta significativamente la duración de la cirugía. La magnitud de este aumento es lo suficientemente grande como para afectar de manera potencial los costos directos e indirectos, la institución y la eficiencia quirúrgica, y, posiblemente, también los resultados quirúrgicos <sup>(25)</sup>. Una limitación importante en el uso de datos históricos para estimar tiempos quirúrgicos futuros es que es posible que los casos anteriores del mismo tipo de procedimiento y cirujano no estén disponibles <sup>(26)</sup>.

Existen áreas de oportunidad en nuestro estudio: agregar variables como los ayudantes quirúrgicos, anestesiólogo, personal de enfermería y características biomédicas de los pacientes. Al aumentar el nivel de predicción se podrá crear una herramienta más certera. Incluso podrían llegar a utilizarse herramientas de Machine Learning (ML) para mejorar la precisión del estudio, como lo realizaron Babayoff et al. <sup>(27,28)</sup>. Hacer uso de sistemas de localización en tiempo real con identificación por radiofrecuencia (RFID) o tecnología *bluetooth*, entre otras, permite identificar ineficiencias o cuellos de botella, e idealmente podrían proporcionar respuestas automatizadas o intervenciones que ayuden a abordar esas ineficiencias conforme se presenten <sup>(29)</sup>.

Una vez identificadas las áreas problemáticas, el siguiente paso es implementar soluciones. Si bien es vital que todos los departamentos interesados participen en el diálogo y la discusión, es igualmente importante contar con un liderazgo perioperatorio fuerte. Sería útil identificar a una persona responsable que dirija el quirófano, gestione la programación y se comunice eficazmente con los equipos quirúrgicos de enfermería y de anestesia y demás personal interesado <sup>(30)</sup>.

En conclusión, se pueden planear las cirugías programadas con tiempos quirúrgicos estandarizados. Es necesario contar con estadística actualizada de los procedimientos quirúrgicos (promedios del tiempo de realización de cada procedimiento), ya que es posible detectar y supervisar de manera más precisa la dinámica de quirófano mediante la detección de las áreas de oportunidad, de esta manera, se eficientizará el tiempo de quirófano para beneficio de los sistemas de salud y de los pacientes.

**Contribución de los autores:** CJGE, MARP, DAMS, JSRR y PJBC colaboraron con la conceptualización, la curación de datos, el análisis formal, la metodología, la redacción del borrador original, la revisión y edición. JANP, LAGV, LMMF, DPPM y MOS cooperaron con la conceptualización, la investigación, la redacción del borrador original, la revisión y la edición.

**Fuentes de financiamiento:** Este artículo ha sido financiado por los autores.

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Comisión Lancet sobre Cirugía Global. Cantidad de procedimientos quirúrgicos (por cada 100 000 habitantes) [Internet]. Estados Unidos: Comisión Lancet sobre Cirugía Global; 2024. Disponible en: [https://datos.bancomundial.org/indicador/SH.SGR.PROC.P5?end=2016&name\\_desc=true&start=2016&type=shaded&view=map](https://datos.bancomundial.org/indicador/SH.SGR.PROC.P5?end=2016&name_desc=true&start=2016&type=shaded&view=map).
2. Secretaría de Salud. Observatorio del Desempeño Hospitalario 2011 [Internet]. México: Dirección General de Evaluación del Desempeño; 2012. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/direccion-general-de-evaluacion-del-desempeno-259094>
3. IMSS. Las intervenciones quirúrgicas. Rev Med Inst Mex Seguro Soc [Internet]. 2005;43(6):511-20.
4. Díaz-Medina AE, Vargas-Ruiz ÁG, Lara-Hernández G. Cirugías más frecuentes en el Centro Médico Naval en un periodo de 5 años. Rev Mex Anest [Internet]. 2021;(3):158-65.
5. Rothstein DH, Raval MV. Operating room efficiency. Semin Pediatr Surg [Internet]. 2018;27(2):79-85.
6. Bejarano M. Evaluación cuantitativa de la eficiencia en las salas de cirugía. Rev Colomb Cir [Internet]. 2011;26:273-84.
7. Cassera MA, Zheng B, Martinec DV, Dunst CM, Swanström LL. Surgical time independently affected by surgical team size. Am J Surg [Internet]. 2009;198(2):216-22.
8. Sánchez Huerta JA. Diseño de indicadores del uso eficiente del quirófano en un hospital de segundo nivel [Tesis de posgrado]. México: Escuela de Salud Pública de México; 2018. Recuperado a partir de : <http://repositorio.insp.mx:8080/jspui/bitstream/20.500.12096/7137/1/F055576.pdf>
9. Stepaniak PS, Heij C, De Vries G. Modeling and prediction of surgical procedure times. Stat Neerl [Internet]. 2010;64(1):1-8.
10. Larsson A. The accuracy of surgery time estimations. Prod Plan Control [Internet]. 2013;24(10-11):891-902.
11. Córdoba S, Caballero I, Navalón R, Martínez-Sánchez D, Martínez-Morán C, Borbujo J. Análisis de la actividad quirúrgica realizada en el Servicio de Dermatología del Hospital Universitario de Fuenlabrada (2005-2010): establecimiento de los tiempos quirúrgicos estándar. Actas Dermosifiliogr [Internet]. 2013;104(2):141-7.
12. Sánchez-Sánchez C, Won-Kim HR, Sales-Sanz M. ¿Es el sistema tiempos quirúrgicos estándar (TQE) aplicable a la oftalmología actual del sistema sanitario público? Arch Soc Esp Oftalmol [Internet]. 2015;(2):53-4.
13. De Simone B, Kluger Y, Moore EE, Sartelli M, Abu-Zidan FM, Coccolini F, et al. The new timing in acute care surgery (new TACS) classification: a WSES Delphi consensus study. World J Emerg Surg [Internet]. 2023;18(1):32.
14. Cheng H, Chen BPH, Solesas IM, Ferko NC, Cameron CG, Hinoul P. Prolonged Operative Duration Increases Risk of Surgical Site Infections: A Systematic Review. Surg Infect [Internet]. 2017;18(6):722-35.

Determinación de tiempos quirúrgicos estándar de los procedimientos más comunes de cirugía general y su probabilidad de extensión para eficientizar la programación de cirugías

15. Li F, Gupta D, Potthoff S. Improving operating room schedules. *Health Care Manag Sci* [Internet]. 2016;19(3):261-78.
16. Prabhu AS, Carbonell A, Hope W, Warren J, Higgins R, Jacob B, et al. Robotic inguinal vs. transabdominal laparoscopic inguinal hernia repair: The RIVAL Randomized Clinical Trial. *JAMA Surg* [Internet]. 2020;155(5):380.
17. Solaini L, Cavaliere D, Avanzolini A, Rocco G, Ercolani G. Robotic versus laparoscopic inguinal hernia repair: an updated systematic review and meta-analysis. *J Robotic Surg* [Internet]. 2022;16(4):775-81.
18. Hsiao KC, Machaidze Z, Pattaras JG. Time management in the operating room: an analysis of the dedicated minimally invasive surgery suite. *JLS* [Internet]. 2004;8(4):300-03.
19. Fong AJ, Smith M, Langerman A. Efficiency improvement in the operating room. *J Surg Res* [Internet]. 2016;204(2):371-83.
20. Morse CR, Mathisen DJ. Educational challenges of the operating room. *Thorac Surg Clin* [Internet]. 2019;29(3):269-77.
21. Chen XP, Cochran A, Harzman AE, Eskander MF, Ellison EC. Efficiency of increasing prospective resident entrustment in the operating room. *J Surg Res* [Internet]. 2021;261:236-41.
22. Ocádiz Carrasco J, Blando Ramírez JS, Garma Martínez A, Ricardez García JA. Conversión de la colecistectomía laparoscópica, más allá de la curva de aprendizaje. *Acta Méd Grupo Ángeles* [Internet]. 2011;9(4):192-95.
23. Burri Parra IE, Ulloa Gómez FI, Vega Cuadrado HD, Encalada Torres LE. Colecistectomía laparoscópica: experiencia de dos décadas en el Hospital Militar de Cuenca, Ecuador. *Arch Med* [Internet]. 2019;19(2):256-66.
24. Aljaffary A, AlAnsari F, Alatassi A, AlSuhaibani M, Alomran A. Assessing the precision of surgery duration estimation: a retrospective study. *J Multidiscip Healthc* [Internet]. 2023;16:1565-76.
25. Vinden C, Malthaner R, McGee J, McClure JA, Winick-Ng J, Liu K, et al. Teaching surgery takes time: the impact of surgical education on time in the operating room. *Can J Surg* [Internet]. 2016;59(2):87-92.
26. Zhou J, Dexter F, Macario A, Lubarsky DA. Relying solely on historical surgical times to estimate accurately future surgical times is unlikely to reduce the average length of time cases finish late. *J Clin Anesth* [Internet]. 1999;11(7):601-5.
27. Babayoff O, Shehory O, Shahoha M, Sasportas R, Weiss-Meilik A. Surgery duration: Optimized prediction and causality analysis. *PLOS ONE* [Internet]. 2022;17(8):e0273831.
28. Fairley M, Scheinker D, Brandeau ML. Improving the efficiency of the operating room environment with an optimization and machine learning model. *Health Care Manag Sci* [Internet]. 2019;22(4):756-67.
29. Lee DJ, Ding J, Guzzo TJ. Improving operating room efficiency. *Curr Urol Rep* [Internet]. 2019;20(6):28.
30. Divatia JV, Ranganathan P. Can we improve operating room efficiency? *J Postgrad Med* [Internet]. 2015;61(1):1.

**Correspondencia:**

Luis Bernardo Enríquez Sánchez

Dirección: C. Rosales n.º 3302, col. Roma Sur, C.P. 31350. Chihuahua, México.

Teléfono: (614) 180 0800

Correo electrónico: [investigacionhcu@gmail.com](mailto:investigacionhcu@gmail.com)

Recibido: 9 de octubre de 2023

Evaluado: 11 de diciembre de 2023

Aprobado: 22 de diciembre de 2023

© La revista. Publicado por la Universidad de San Martín de Porres, Perú.

 Licencia de Creative Commons. Artículo en acceso abierto bajo términos de Licencia Creative Commons. Atribución 4.0 Internacional. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

**ORCID iD**

Manuel David Pérez Ruiz	 <a href="https://orcid.org/0000-0002-2729-1579">https://orcid.org/0000-0002-2729-1579</a>
Luis Bernardo Enríquez-Sánchez	 <a href="https://orcid.org/0000-0001-9143-3626">https://orcid.org/0000-0001-9143-3626</a>
Carolina Martínez Loya	 <a href="https://orcid.org/0000-0002-3917-9576">https://orcid.org/0000-0002-3917-9576</a>
Miguel Eduardo Pacheco Pérez	 <a href="https://orcid.org/0009-0008-4406-693X">https://orcid.org/0009-0008-4406-693X</a>
Estefanía Garfio Mandujano	 <a href="https://orcid.org/0009-0000-7522-5130">https://orcid.org/0009-0000-7522-5130</a>
Jacqueline Rodríguez Rodríguez	 <a href="https://orcid.org/0009-0006-3977-5593">https://orcid.org/0009-0006-3977-5593</a>
Myriam Ramos Segovia	 <a href="https://orcid.org/0009-0003-1968-203X">https://orcid.org/0009-0003-1968-203X</a>
Carlos Eduardo Quiñones Gutiérrez	 <a href="https://orcid.org/0009-0000-6781-5130">https://orcid.org/0009-0000-6781-5130</a>