

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=ca>

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=es>

WARNING. The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>

Tesis doctoral:

**INFLUENCIA DE LA DURACIÓN DE LA CIRUGÍA EN LOS
RESULTADOS POSQUIRÚRGICOS EN CIRUGÍA VASCULAR**

Presentada por:

Lidia Marcos García

Directores:

Dr. Albert Clarà Velasco

Dr. Luis Grande Posa

Dra. Alina Velescu

Tutor:

Dr. Luis Grande Posa



Programa de doctorado en Cirugía y Ciencias Morfológicas

Departamento de Cirugía

Facultad de Medicina

Barcelona, 2024

AGRADECIMIENTOS

En el proceso de elaboración de esta tesis doctoral, he recibido el apoyo y la colaboración de diversas personas, a las cuales deseo expresar mi más sincero agradecimiento:

A Albert Clarà, por su guía experta, paciencia y dedicación a lo largo de este arduo viaje académico y profesional. Su sabiduría y orientación fueron fundamentales para dar forma a este trabajo.

A Alina Velescu, no sólo agradeceré el haber formado parte de esta tesis doctoral sino todo lo que me has enseñado desde mis inicios en esta profesión que es la medicina, y lo que seguiré aprendiendo de ti. Gracias.

A Luis Grande, gracias por la meticulosidad en las revisiones y por la profesionalidad, ha sido un placer poder contar con usted en este proyecto.

A mis compañeros del Servicio de Cirugía Vascular del Hospital del Mar, por su contribución diaria a esta profesión tan bonita y a veces tan dura, por seguir compartiendo conocimientos y experiencias.

A mi familia, en especial a mi madre y a mi hermana Desiré, han sido un apoyo incondicional a lo largo de mi vida. A mis amigos, por estar, porque de los días más duros han sabido sacar sonrisas.

Por último, a Cristian, por tu apoyo constante a todos mis planes, por tu paciencia infinita y tu amor incondicional. Sin ti este logro no habría sido lo mismo.

LISTADO DE ABREVIATURAS

AAA: Aneurisma de Aorta Abdominal

ASA: American Society of Anesthesiologists

EAP: Enfermedad Arterial Periférica

EVAR: Reparación endovascular de aneurisma aórtico

IAM: Infarto Agudo de Miocardio

TQ: Tiempo quirúrgico

ÍNDICE

RESUMEN	7
ABSTRACT	10
1. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1 Tiempo quirúrgico	14
1.1.1 Definición de tiempo quirúrgico	14
1.1.2 Análisis del impacto del tiempo quirúrgico en la literatura médica	17
1.1.3 El tiempo quirúrgico en cirugía vascular	25
1.2 Tiempo quirúrgico en cirugía de revascularización de extremidades inferiores	30
1.2.1 Introducción - Enfermedad arterial periférica e isquemia crónica con riesgo de pérdida de la extremidad	30
1.2.2 Relación entre cirugía de bypass y tiempo quirúrgico	33
1.3 Tiempo quirúrgico en cirugía de aneurisma de aorta abdominal	36
1.3.1 Aneurisma de aorta abdominal: Definición y tratamiento	36
1.3.2 Reparación de AAA mediante EVAR y su relación con tiempo quirúrgico	37
2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	41
3. HIPÓTESIS	44

4. OBJETIVOS	46
5. COMPENDIO DE PUBLICACIONES.....	48
5.1 Artículo 1	48
5.2 Artículo 2	54
6. RESUMEN GLOBAL DE LOS RESULTADOS	61
6.1 Análisis post hoc adicional	62
7. RESUMEN GLOBAL DE LA DISCUSIÓN.....	64
7.1 LIMITACIONES	69
8. CONCLUSIONES	73
9. LÍNEAS DE FUTURO.....	75
10. BIBLIOGRAFÍA	79

RESUMEN

1. Introducción

Múltiples estudios y revisiones sistemáticas previas asocian un tiempo quirúrgico (TQ) prolongado con complicaciones posoperatorias, como por ejemplo aumento de infección de herida o de la estancia hospitalaria, así como a un aumento de la mortalidad posoperatoria. Sin embargo, la mayoría de estos estudios analizan únicamente el periodo posoperatorio, y son muy escasos los que estudian más allá de este periodo, habiendo encontrado una mayor mortalidad al año o una elevada necesidad de soporte al alta.

2. Justificación Científica

Dado que ciertas complicaciones graves pueden ocurrir más allá de los 30 días de la intervención y pueden influenciar a largo plazo, es lógico plantear que un TQ prolongado podría asociarse con menor supervivencia más allá del período posoperatorio inmediato.

Por otro lado, aunque la cirugía de revascularización infrainguinal en la isquemia crónica amenazante de extremidad y el EVAR para el tratamiento de los aneurismas de aorta abdominal (AAA) son dos procedimientos quirúrgicos muy habituales en los servicios de cirugía vascular, no hay estudios que analicen la incidencia de complicaciones o mortalidad durante el periodo posterior al alta hospitalaria.

3. Hipótesis y objetivos

Hipótesis principal: El efecto adverso de un TQ prolongado tras cirugía de revascularización de extremidad inferior mediante bypass infrainguinal o tratamiento endovascular electivo de AAA se prolonga más allá del posoperatorio inmediato.

Objetivo principal: Evaluar la asociación de un TQ prolongado sobre la mortalidad tras cirugía de revascularización de extremidades inferiores con bypass infrainguinal o tratamiento endovascular electivo de AAA a 6 meses y 1 año de la intervención.

4. Diseño del estudio

Se trata de un estudio observacional, retrospectivo, de pacientes consecutivos intervenidos en el Servicio de Angiología y Cirugía Vascular del Hospital del Mar (Barcelona, España). En el primer estudio la muestra fue de 249 pacientes sometidos a bypass infrainguinal por isquemia crónica amenazante de extremidad entre 2008 y 2018. En el segundo estudio la muestra la conforman 284 pacientes consecutivos sometidos a EVAR por aneurisma aorto – ilíaco entre 200 y 2019.

5. Resultados

Cirugía de revascularización mediante bypass infrainguinal

- Cincuenta y seis pacientes murieron durante el primer año seguimiento (22,5% después de excluir aquellos con seguimiento menor a 1 año tras la intervención), de los que diecisiete tuvieron lugar en el posoperatorio inmediato.
- Tras ajuste por factores confusores, el TQ se asoció a mayor mortalidad al año tras la cirugía (OR por cada 30 minutos de incremento de TQ de 1,179, IC 95% 1,029 – 1,350).

EVAR para tratamiento de AAA

- Veintiún pacientes murieron durante el primer año seguimiento, de los que ocho tuvieron lugar en el posoperatorio inmediato.
- En el análisis multivariable, por cada 30 minutos adicionales de cirugía, el aumento de riesgo de mortalidad seguía siendo estadísticamente significativo a los 6 meses (OR 1,28, IC 95% 1,03 – 1,59), pero no al año de la cirugía (OR 1,13, IC 95% 0,95 – 1,35).

6. Conclusiones

Un TQ prolongado aumenta la mortalidad a 1 año en la cirugía de revascularización de extremidades inferiores y a 6 meses en el tratamiento endovascular electivo de aneurismas aorto – ilíaco.

ABSTRACT

1. Introduction

Several previous studies and systematic reviews have linked prolonged surgical time (OT) with postoperative complications, including increased risk of wound infection, extended hospital stays, and higher rates of postoperative mortality. However, the majority of these studies focus solely on the immediate postoperative period, with very few examining outcomes beyond this timeframe. Limited research suggests a higher mortality rate at one year or an increased need for support upon discharge.

2. Justification

Considering that certain severe complications may manifest beyond the 30-day post-intervention period and have long-term implications, it stands to reason that an extended OT could be correlated with decreased survival beyond the immediate postoperative phase.

Furthermore, despite infrainguinal revascularization surgery for chronic limb-threatening ischemia and endovascular aneurysm repair (EVAR) for abdominal aortic aneurysms (AAA) being prevalent procedures in vascular surgery services, there is a paucity of studies examining the incidence of complications or mortality in the period following hospital discharge.

3. Hypotheses and objectives

Principal hypothesis: The adverse effect of prolonged OT following lower extremity revascularization surgery via infrainguinal bypass or elective endovascular treatment of AAA extends beyond the immediate postoperative period.

Main objective: To assess the association of prolonged OT on mortality following lower extremity revascularization surgery via infrainguinal bypass or elective endovascular treatment of AAA at 6 months and 1 year post-intervention.

4. Study design

This is an observational, retrospective study conducted on consecutive patients treated at the Angiology and Vascular Surgery Service of Hospital del Mar (Barcelona, Spain). The first study comprised 249 patients who underwent infrainguinal bypass for chronic limb-threatening ischemia between 2008 and 2018. In the second study, the sample included 284 consecutive patients who underwent endovascular aneurysm repair (EVAR) for aorto-iliac aneurysms between 2000 and 2019.

5. Results

Revascularization surgery through infrainguinal bypass:

- Fifty-six patients passed away during the first year of follow-up (22,5% after excluding those with follow-up of less than 1 year after the intervention), of which seventeen occurred in the immediate postoperative period.

- After adjustment for confounding factors, TQ was associated with higher mortality one year after surgery (OR per 30-minute increase in TQ of 1.179, 95% CI 1.029 – 1.350).

EVAR for treatment of AAA:

- Twenty-one patients passed away during the first year of follow-up, of which eight occurred in the immediate postoperative period.
- In multivariable analysis, for every additional 30 minutes of surgery, the increased risk of mortality remained statistically significant at 6 months (OR 1.28, 95% CI 1.03 – 1.59), but not at 1 year of surgery (OR 1.13, 95% CI 0.95 – 1.35).

6. Conclusions

A prolonged OT increases mortality at 1 year in lower extremity revascularization surgery and at 6 months in EVAR for AAA.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Tiempo quirúrgico

1.1.1 Definición de tiempo quirúrgico

El tiempo quirúrgico (TQ), también conocido como tiempo operatorio, se refiere al período durante el cual se lleva a cabo un procedimiento quirúrgico. Generalmente se define como el tiempo que transcurre desde que el cirujano comienza el procedimiento hasta su finalización. Sin embargo, es importante destacar que la definición del TQ puede variar en algunos estudios, ya que puede incluir actividades como el posicionamiento del paciente, la inserción de vías periféricas y centrales, la administración de la anestesia, la colocación de un catéter vesical y cualquier otro paso necesario antes de la intervención quirúrgica. Incluso en algunos casos, se considera el tiempo desde que el paciente ingresa hasta que sale del quirófano (1,2). Este tiempo habitualmente se mide en minutos (3–6), aunque en ocasiones se expresa en horas (2). La forma de medir el TQ puede variar según el tipo de intervención, y calcularse de manera diferente para cirugías mínimamente invasivas en comparación con cirugías abiertas. Así, por ejemplo, en una cirugía laparoscópica, el TQ se puede dividir en diferentes etapas como la inserción del trócar, la disección y el cierre (7).

Dentro del TQ, los diferentes pasos intermedios pueden variar según el tipo de intervención y el abordaje utilizado. Sin embargo, generalmente incluyen (8,9):

1. Incisión, corte o diéresis: habitualmente representa el inicio del TQ y consiste en la sección metódica y controlada de los tejidos suprayacentes al órgano por abordar.

2. Hemostasia: es el procedimiento que el cirujano realiza, ya sea de forma instrumental o manual, para cohibir una hemorragia. La hemostasia puede ser temporal o definitiva, como cuando es necesario suturar o ligar un vaso sanguíneo.
3. Exposición: incluye la presentación de los planos y estructuras anatómicas sobre los cuales se llevará a cabo la intervención.
4. Disección: constituye la parte fundamental de la técnica quirúrgica, que consiste en liberar estructuras anatómicas del tejido conectivo circundante para llevar a cabo el tratamiento de reconstrucción o resección necesario.
5. Sutura o síntesis: se refiere al proceso de aproximación de los tejidos con el propósito de acelerar la cicatrización.
6. Cierre: es el paso final del procedimiento e incluye el cierre de la incisión y la aplicación de vendajes necesarios.

La duración del TQ puede verse influenciada por diversos factores, entre los que se incluyen:

1. La complejidad del procedimiento (3): las intervenciones tienen diferentes TQ promedio en función de su complejidad. Por ejemplo, una apendicectomía requiere por regla general menos tiempo que un bypass aorto-bifemoral.
2. La experiencia del equipo quirúrgico (6,10–12): la experiencia tanto de los cirujanos como del anestesiólogo y el equipo de enfermería puede acelerar el proceso quirúrgico y hacerlo más eficiente.
3. Los factores del paciente (11,13,14): la edad, la obesidad, las comorbilidades o las cirugías previas pueden afectar el TQ.

- Equipos y tecnología (15–22): la disponibilidad y el uso de equipos y tecnología avanzados también pueden afectar la duración del TQ. Por ejemplo, la cirugía robótica suele requerir más tiempo que la cirugía convencional, ya sea abierta o laparoscópica, y también tiende a ser más costosa.



Figura 1: Ejemplo de Robot Da Vinci (Fuente: <http://www.cirugiatoracicarobotica.es/tecnologiacutea.html>).

- Abordaje quirúrgico (23,24): por ejemplo, los procedimientos mínimamente invasivos, como la laparoscopia o los procedimientos endovasculares, suele tener TQ diferentes a los procedimientos abiertos.
- Organización y logística del quirófano (11,13): factores como la disponibilidad de los instrumentos y equipos necesarios, la configuración de la sala y la comunicación entre el equipo quirúrgico pueden también afectar la duración de un procedimiento.

7. Emergencia/Urgencia (25,26): generalmente las cirugías realizadas en situaciones de emergencia o urgencia tienden a tener TQs más cortos.

Es importante tener en cuenta que, si bien puede ser deseable reducir al máximo la duración de la intervención para acortar la agresión quirúrgica al paciente y reducir el riesgo de posibles complicaciones, esto no siempre es posible ni seguro. El tiempo operatorio debe equilibrarse con la necesidad de realizar el procedimiento de manera segura y efectiva.

1.1.2 Análisis del impacto del tiempo quirúrgico en la literatura médica

En 1956 se publicó el primer estudio que registró el TQ (27). El objetivo de este estudio fue evaluar si la aplicación controlada de hipotensión durante la anestesia general en diferentes procedimientos quirúrgicos (resecciones cervicales radicales, disección radical de pelvis, mastectomías o mastoplastias, disección inguinal y otras intervenciones como cirugía de Whipple, tumores craneales o desarticulaciones de hombro) podía disminuir la hemorragia intraoperatoria y el TQ. El estudio dividió a los pacientes en dos grupos: uno de 90 pacientes sometidos a hipotensión controlada y otro de 84 pacientes en el grupo de control. Los resultados indicaron que la hipotensión controlada redujo la hemorragia intraoperatoria, pero no tuvo un impacto significativo en la duración del tiempo quirúrgico. Sin embargo, uno de los hallazgos secundarios del estudio fue que los mismos cirujanos, a lo largo de dos secuencias temporales (comparando el grupo de casos y el grupo de control), lograron reducir su tiempo quirúrgico. Esto podría deberse a la superación de la curva de aprendizaje (Figura 2).

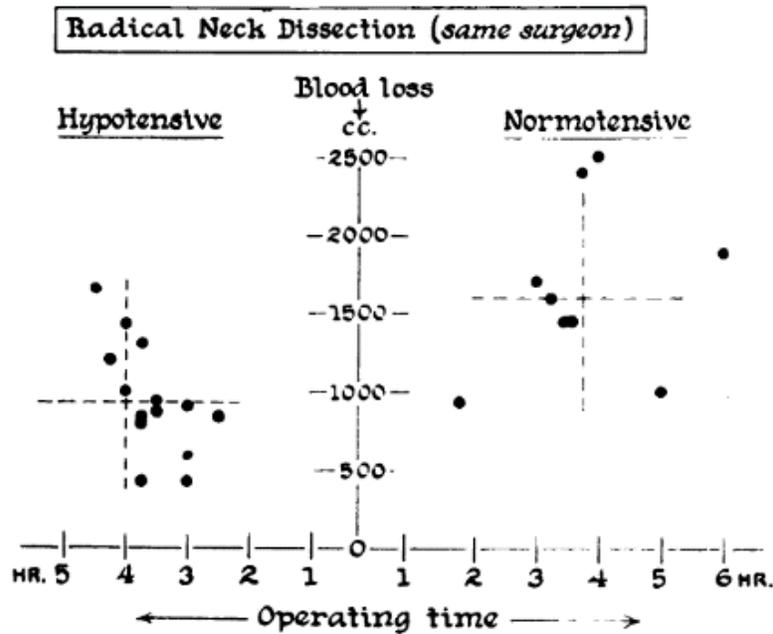


Figura 2: Comparación del tiempo quirúrgico de una cirugía de resección radical de cuello con o sin hipotensión en el estudio de Thomas R y col (27).

A partir de este estudio, se publicaron nuevos trabajos con el objetivo principal de determinar el tiempo óptimo de diversos procedimientos quirúrgicos, tanto en humanos (27,28) como en animales (29).

El primer estudio que estableció una relación entre TQs prolongados y complicaciones se publicó en 1973 (30), y en él se evaluaban los factores asociados a las infecciones de herida quirúrgica. Se trata de un estudio prospectivo con 23.649 heridas quirúrgicas, algunas de ellas procedentes de intervenciones vasculares. Se llevó a cabo un seguimiento de todas las heridas a los 28 días de la cirugía por la misma persona. De todas estas heridas, 1.124 resultaron infectadas, complicación definida como la presencia de material purulento, lo que representa un 4,8% del total de heridas analizadas. Lo destacado de este artículo radica en que no solo se examinó el TQ, sino también el

momento del día en que se realizó la cirugía. Con respecto al TQ, el estudio reveló que el porcentaje de infección se duplicaba por cada hora adicional de duración de la cirugía. Además, si la operación se llevaba a cabo entre la medianoche y las 8 de la mañana, la tasa de infección también se duplicaba. (Figura 3). Así mismo, se observó un aumento en el riesgo de infección en pacientes de edad avanzada, aquellos con una estancia hospitalaria prolongada previa a la cirugía, así como en procedimientos que involucraron el uso de drenajes.

Duration of Operation, hr	No.	No. Infected	%
0-1	12,238	182	1.4
1-2	4,051	114	2.8
2-3	584	26	4.4

Hours	Clean, %	Clean-Contaminated, %	Contaminated, %	Dirty, %
8 AM-4 PM	2.0	9.9	22.6	34.2
4 PM-midnight	2.3	5.7	18.7	34.2
Midnight-8 AM	6.8	18.3	16.7	26.9

Figura 3: Tablas extraídas del estudio de Cruse E y colaboradores (30), en el cual se puede ver la tasa de infección según la duración de la cirugía, así como en función de la hora de la cirugía.

Posteriormente, aparecieron múltiples publicaciones que evaluaban tanto cómo reducir el TQ en diferentes procedimientos y especialidades, como la influencia de un TQ prolongado en los resultados. En cirugía general, se ha valorado la asociación entre una cirugía prolongada y complicaciones en diversos procedimientos (por ejemplo, colecistectomía, trasplante hepático o cirugía colorrectal). Aunque la tasa de complicaciones y la duración de los procedimientos varió en los diversos estudios debido al tipo de procedimiento analizado, se encontró asociación entre un TQ

prolongado y diversas complicaciones, que incluyen infección de la herida quirúrgica, dehiscencia, hemorragia, neumonía, infección del tracto urinario y fallo renal (Tabla 1).

Tabla 1: Algunos ejemplos de estudios de cirugía general que evalúan la asociación entre la duración de la operación y el riesgo de complicaciones con un punto de corte de tiempo quirúrgico específico.

Estudio	Tipo de cirugía	Muestra	Complicaciones (%)	Tiempo de corte	OR	p-valor
Geon Jeon, 2016 (31)	Apendicectomía laparoscópica	3.049	2,1% para TQ 30 min	30 min	Referencia	
			4,1% para TQ 30 - 60 min	30 – 60 min	1,74	0,354
			6,9% para TQ 60 - 90 min	60 – 90 min	2,78	0,092
			12,1% para TQ 90 - 120 min	90 – 120 min	4,8	0,015
			15,4% para TQ > 120 min	>120 min	5,49	0,013
Li, 2014 (32)	Hepatectomía abierta	1.329	46,4% Complicaciones gastrointestinales (diarrea, distensión, hemorragia, perforación...)	< 5 h vs ≥ 5 h	2,51	< 0,001
Kaibori, 2011 (33)	Resección hepática	530	9,6% infecciosas y 12,6% no infecciosas	< 5 h vs ≥ 5 h	3,38 para las infecciosas, no sign. en no infecciosas	0,0291 en el caso de complicaciones infecciosas
Procter, 2010 (34)	Múltiples cirugías	299.539	8,6% Infección de herida, infección urinaria, neumonía, sepsis	Compara franjas horarias de hora en hora, por ejemplo, 1,1 – 1,5 h vs. ≤ 1.0 h	Para la franja de 1,1 – 1,5 h vs. ≤ 1,0 h: 1,40	Para todas las franjas horarias: < 0,001
Webster, 2003 (35)	Laparotomía	17.044	3,4% Dehiscencia	> 2,5 h vs < 2,5 h		0,014

OR: Odds Ratio

En el ámbito de la cirugía urológica, también se han realizado análisis en varios estudios que abarcan procedimientos como nefrectomía, cistectomía o suprarrenalectomía. En estos estudios, se ha

identificado una asociación entre un TQ prolongado y complicaciones como hemorragia, complicaciones de las heridas quirúrgicas, así como eventos adversos cardiológicos, neurológicos y respiratorios (36–38). Estos hallazgos se suman a lo que se ha publicado en otras especialidades como cirugía plástica, traumatología o ginecología (39–41).

Sin embargo, no fue hasta 2017 que se publicó la primera revisión sistemática (42) que incluye 81 estudios tanto prospectivos como retrospectivos, con el propósito de analizar la asociación entre el TQ y las infecciones de herida quirúrgica. Este estudio estableció una relación estadísticamente significativa entre un TQ prolongado y la infección de herida. Se observó un aumento del 13%, 17% y 37% en la probabilidad de infección por cada 15, 30 y 60 minutos adicionales de intervención, respectivamente. En promedio, a lo largo de varios procedimientos, el TQ fue aproximadamente 30 minutos más largo en los pacientes con infección de herida quirúrgica en comparación con aquellos que no presentaron esta complicación.

<i>Pooling subgroup</i>	<i>Number of studies included</i>	<i>Odds ratio (95% CI)</i>	<i>p</i>	<i>I²</i>
Pooled ORs for SSI by operative time thresholds				
≥ 1 h vs. <1 h	2	2.33 (1.78, 3.06)	<0.00001	0%
≥ 2 h vs. <2 h	3	1.65 (1.38, 1.98)	<0.00001	6%
≥ 3 h vs. <3 h	11	1.80 (1.52, 2.14)	<0.00001	73%
≥ 4 h vs. <4 h	4	1.62 (1.13, 2.35)	0.010	86%
≥ 5 h vs. <5 h	2	2.71 (1.91, 3.86)	<0.00001	0%
≥ 6 h vs. <6 h	1	7.33 (5.19, 10.35)	<0.00001	Too few studies to inform (< 2)
Pooled ORs for SSI by increasing increments of operative time				
Per 1 min	5	1.0028 (0.9995, 1.0062)	0.09	79%
Per 10 min	2	1.05 (1.04, 1.06)	<0.00001	0%
Per 15 min	1	1.13 (1.04, 1.23)	0.004	Too few studies to inform (< 2)
Per 30 min	1	1.17 (1.05, 1.30)	0.004	Too few studies to inform (< 2)
Per 60 min	2	1.37 (0.95, 1.98)	0.09	62%

OR=odds ratio; CI=confidence interval; SSI=surgical site infection.

Figura 4: Tablas extraídas del estudio de Cheng et al (42), en el cual se puede ver las OR ajustadas por infección de lecho quirúrgico según franjas horarios e incrementos de TQ.

La primera y única revisión sistemática hasta la actualidad que compara el tiempo quirúrgico con diversas consecuencias posoperatorias, no sólo infección de herida quirúrgica, se publicó en 2018

(2). Esta revisión analizó un total de 66 artículos procedentes de diversas especialidades quirúrgicas y demostró una asociación estadísticamente significativa entre un TQ prolongado y el desarrollo de complicaciones. Los estudios incluidos presentaban una amplia variabilidad en la gravedad de las complicaciones y el momento de su ocurrencia, clasificándolas en complicaciones mayores o menores, así como complicaciones intraoperatorias y posoperatorias, abarcando varios tipos como complicaciones en heridas, cardiovasculares y respiratorias. Considerando todos los artículos analizados y sus resultados, la probabilidad de complicaciones (incluyendo tanto médicas como quirúrgicas, y también intra o posoperatorias) se duplicó con un TQ prolongado, y los resultados fueron estadísticamente significativos utilizando varios umbrales de tiempo operatorio (p. ej., 2 frente a < 2 h y 4 frente a < 4 h). Del mismo modo, la probabilidad de desarrollar complicaciones aumentó con incrementos crecientes de tiempo de funcionamiento (reportan un aumento en un 1% por cada 1 min [P < 0,001], 4% por cada 10 min [P < 0,101], 14% por cada 30 min [P < 0,001] y 21% por cada 60 min [P < 0,001] de aumento en el TQ).

Hasta la fecha, la mayoría de los estudios se han centrado en analizar la posible relación entre el TQ y las complicaciones que ocurren durante el posoperatorio inmediato, y son pocos los que han evaluado complicaciones más allá de este período (4,43,44). En 2017, Cornellà et al. publica el primer artículo (43) que incluye los efectos a largo plazo de intervenciones quirúrgicas prolongadas; las variables valoradas son mortalidad y dependencia al alta hospitalaria. Este estudio, realizado con una muestra del Hospital del Mar (Barcelona), incluye 620 pacientes con cirugías de más de 6 horas de duración, de los cuales un 10,5% fueron de cirugía vascular. Los autores utilizan las 6 horas como punto de corte dado que implica una ocupación de un quirófano durante un turno entero de 8 horas, suponiendo que en las 2 horas restantes se realiza preparación prequirúrgica del paciente y el despertar de la anestesia. La mortalidad acumulada posoperatoria inmediata durante el primer mes,

al año y a los 5 años fue del 6,8%, 17,6% y del 45%, respectivamente. En el análisis multivariable, los factores de riesgo que se asociaron de forma independiente a la mortalidad posoperatoria fueron la concentración de albúmina posoperatoria, el ASA previo, así como estancia en la unidad de cuidados intensivos mayor a 7 días. Además, al alta hospitalaria, un 76% de toda la muestra de pacientes permaneció dependiente del sistema de salud. Este estudio pone de relieve que una cirugía prolongada conlleva una mortalidad significativa a corto y largo plazo, pero como limitación, no tiene grupo control con pacientes con intervenciones < 6 horas para valorar si estos resultados pueden estar relacionados con un TQ prolongado. Los autores del estudio enfatizan que estos datos deberían contribuir a tomar decisiones más informadas en el contexto de la medicina basada en el valor, considerando no solo la supervivencia inmediata tras una cirugía, sino también los resultados a largo plazo, la calidad de vida y el análisis de coste-beneficio.

En 2019, Inaba et al publicaron un estudio con 93.051 casos de cirugía bariátrica y valoraron la asociación entre un TQ prolongado con complicaciones y mortalidad a 1 año (4). Calcularon el TQ medio tanto de la cirugía de bypass en Y de Roux laparoscópica (104 minutos) como de la gastrectomía en manga (78 minutos). En el caso del bypass en Y de Roux, cada incremento adicional de 10 minutos de cirugía se asoció de forma significativa a un aumento de la mortalidad (OR 1,04, p = 0,02) como de las complicaciones (OR 1,03, p = 0,001). Así mismo, en la cirugía mediante gastrectomía en manga, cada incremento en 10 minutos del tiempo medio se asoció a fugas al año (OR 1,07; p = 0,0002). Estos resultados indican que un TQ prolongado se asocia con un aumento de la morbi-mortalidad a medio plazo después de una cirugía bariátrica.

Para finalizar, un último estudio encontrado que compara el TQ prolongado con resultados más allá del periodo posoperatorio relaciona una mayor duración quirúrgica con menores tasas de supervivencia del injerto después del trasplante de hígado (44). En este estudio retrospectivo que

analizó 2.877 trasplantes de hígado, se identificaron varios factores cruciales que influyeron en la supervivencia del injerto de trasplante de hígado, incluyendo el historial de hepatitis C del receptor (OR 1,45, $p = 0,02$), la edad del donante (OR 1,23, $p = 0,03$), el uso de injerto de hígado tras muerte cardíaca del donante (OR 1,50, $p < 0,01$) y el tiempo operatorio (OR 1,26, $p = 0,01$). Un análisis detallado de las etapas del trasplante hepático reveló que el intervalo de tiempo desde la incisión hasta la fase an - hepática se asoció negativamente a la supervivencia del injerto (OR 1,33, $p = 0,02$).

Los procesos implicados en la relación entre un TQ prolongado y complicaciones posoperatorias no son completamente conocidos y es probable que sean diferentes según el tipo de evento adverso. Por ejemplo, la correlación entre una duración prolongada e infección de herida podrían atribuirse a un aumento de la exposición microbiana en el ambiente, una disminución de la eficacia de la antibioterapia profiláctica con el tiempo de cirugía, la sequedad del tejido disecado a medida que se prolonga el acto quirúrgico y un mayor riesgo de pérdida de esterilidad o errores durante la cirugía. Esto podría provocar que en cirugías largas, donde existe una exposición más prolongada de cavidades como la abdominal o la torácica, haya más probabilidad de infección (45). Además, esta infección puede asociarse a otras complicaciones como un aumento de la estancia hospitalaria y del gasto sanitario (30,42).

Por otro lado, el aumento del riesgo de padecer un tromboembolismo asociado a un TQ prolongado se ha relacionado con la hipercoagulabilidad, la estasis sanguínea, el daño endotelial y la inmovilidad durante y tras la cirugía, entre otros factores (46,47).

Los TQ prolongados también se han asociado con una mayor fatiga del equipo quirúrgico y una mayor duración de la anestesia, factores que aumentan también el riesgo de complicaciones (48,49). Prieto y col (50) describieron que, por cada hora adicional de anestesia, la probabilidad de

que apareciese una complicación aumentaba un 11,1%; así, las cirugías más largas y las que, por ende, exigen más tiempo de anestesia, son más propensas a provocarlas. En 2014, un estudio de Kim y col(51) valoró el efecto del tiempo de anestesia en la cirugía de colgajo libre en cualquier localización, y concluyó que los tiempos de anestesia más prolongados se relacionaban con un mayor riesgo de transfusión posoperatoria. Esta relación podría ser causada por la administración de una mayor cantidad de agentes anestésicos, lo que, a su vez, podría prolongar el tiempo de recuperación en las operaciones más prolongadas, que requieren una mayor cantidad de agentes anestésicos.

Por otra parte, es plausible que complicaciones intraoperatorias puedan, a la inversa, prolongar la duración de los procedimientos quirúrgicos y, por lo tanto, contribuir también a la asociación entre la duración de la operación y la complicación posoperatoria. Este factor puede ser más importante para ciertas complicaciones intraoperatorias, como la hemorragia intraoperatoria inesperada, que puede prolongar el TQ y, a su vez, en sí misma, el riesgo de otras complicaciones posoperatorias. Además, los tiempos operatorios más prolongados pueden ser indicativos de cirugías más complejas o difíciles (lo que incluye pacientes con múltiples comorbilidades), por lo que podría ser esperable también una mayor tasa de complicaciones (2). Otro factor bien conocido relacionado con un alargamiento del TQ es la presencia de cirujanos en formación, y por este hecho hay estudios que recomiendan aumentar la supervisión de estos durante los casos (6,10).

1.1.3 El tiempo quirúrgico en cirugía vascular

A finales de la década de los 2000, ya se había asociado un tiempo quirúrgico (TQ) prolongado con complicaciones posoperatorias en diversas especialidades quirúrgicas, incluida la cirugía vascular (52). En el ámbito de esta especialidad, con excepción de la cirugía de revascularización infrainguinal

y la cirugía endovascular de reparación de aneurismas aórticos abdominales (EVAR), que serán discutidas más adelante debido a que son el objetivo específico de esta tesis, las intervenciones en las que se ha analizado el TQ con mayor frecuencia son la endarterectomía carotídea y la cirugía abierta de aneurismas de aorta abdominal.

En cuanto a la endarterectomía carotídea, se trata de un procedimiento altamente estandarizado, por lo que se espera una menor variación de TQ en comparación con otras intervenciones de cirugía vascular, como por ejemplo la revascularización infrainguinal. En 2015, Bennett y col estudiaron los factores de riesgo asociados con lesiones nerviosas craneales durante la endarterectomía carotídea, y destacaron como significativo un TQ prolongado (53). Concretamente, en su análisis multivariable resultó una asociación significativa entre lesión nerviosa y mayor duración de la cirugía (OR 1,15, IC 1,06 – 2,05 por cada incremento de 30 minutos del TQ por encima de los 90 minutos). Los autores postularon que los pacientes sometidos a operaciones prolongadas requerían períodos más largos de retracción del tejido, lo que los hacía más susceptibles a lesiones nerviosas en comparación con aquellos pacientes con TQ más cortos. Sin embargo, también sugirieron que las cirugías anatómicamente complejas (como carótidas altas o reintervenciones), que suelen ser más prolongadas, tenían un mayor riesgo de lesiones neurológicas.

El mismo grupo realizó un análisis en el mismo año de los factores predictores de ictus o muerte a los 30 días posteriores a una endarterectomía carotídea (54). Observaron que un TQ de 150 minutos o más se asociaba con una mayor morbilidad posterior a la intervención, que incluía infarto agudo de miocardio, nuevas arritmias cardíacas, neumonía, necesidad de ventilación mecánica durante más de 48 horas, embolia pulmonar, trombosis venosa profunda, insuficiencia renal aguda con necesidad de diálisis, parada cardiorrespiratoria o la necesidad de transfusión de al menos 4

concentrados de hematíes. No obstante, no se encontró un aumento del riesgo de ictus ni de mortalidad posoperatoria, ya fuera por estenosis carotídea sintomática o asintomática.

Al año siguiente, Aziz y col analizaron las complicaciones posoperatorias asociadas a un TQ prolongado en la endarterectomía carotídea en una muestra de 10.423 pacientes, con un TQ medio de 120 minutos (55). Se encontró que un TQ prolongado (superior a 140 minutos) se relacionaba con una mayor mortalidad a los 30 días, una estancia hospitalaria prolongada y una mayor tasa de neumonías posoperatorias y reintervenciones. Entre los factores asociados con un mayor TQ se incluyeron los pacientes menores de 65 años, el sexo masculino, la raza negra, el antecedente previo de infarto de miocardio, una clasificación ASA más alta, y la realización de la intervención por residentes o *fellows*.

En 2017, Perri y col realizaron un análisis similar con una muestra multicéntrica de 26.327 pacientes con un TQ promedio de 114 minutos (56). Los eventos adversos se dividieron en técnicos (ictus ipsilateral, lesión nerviosa, reintervención), médicos (infarto agudo de miocardio -IAM-, insuficiencia cardíaca, arritmia de novo), infección de la herida quirúrgica y muerte. El análisis multivariable reveló que un TQ prolongado (comparando los cirujanos en el cuartil más alto de TQ con los del cuartil más bajo) se asociaba de manera significativa con complicaciones cardíacas. Sin embargo, el TQ no se relacionó con complicaciones técnicas, infecciones o muerte.

Tabla 2: Comparación entre estudios que analizaban los factores y las consecuencias asociadas a un TQ prolongado en EA carotídea.

ESTUDIO	FACTORES ASOCIADOS A TQ PROLONGADO	EVENTOS ASOCIADOS A TQ PROLONGADO
Aziz et al(55)	Edad < 65 años Sexo masculino Raza negra Hª previa de IAM Clasificación ASA Presencia de residentes y fellows	> mortalidad a 30 días > estancia hospitalaria > neumonías posoperatorias > tasa de reintervención

Perri et al (56)	Sexo masculino Raza no blanca IMC > 31.6 Insuficiencia cardiaca previa EPOC Tabaquismo (actual o previo) Prueba de esfuerzo anormal Antiagregante previo Uso de shunt Angioplastia del parche Colocación de drenaje Realización de ecografía intraop Arteriografía intraop Monitorización neurológica Reexploración de arteria Volumen anual del cirujano < 18	Complicaciones cardíacas
------------------	---	--------------------------

IAM: Infarto Agudo de Miocardio, ASA: American Society of Anesthesiologists

En lo que respecta al TQ y su impacto en la cirugía abierta de aorta abdominal, se publicó un artículo en 2018 (57) que evaluaba los factores de riesgo asociados a la imposibilidad de dar de alta a los pacientes a domicilio. En este estudio, se definió un TQ prolongado como aquel que se encontraba en el último quintil del TQ, es decir, más de 5 horas. Este TQ largo fue el único factor específico del procedimiento que se asoció de manera significativa con la incapacidad de alta domiciliaria, excluyendo las características preoperatorias del paciente.

En esta línea, en 2016 (58) se publicó un estudio multicéntrico que incluía 15.843 pacientes intervenidos de diferentes procedimientos vasculares (reparación de AAA tanto abierto como endovascular, bypasses supra e infrainguinales, intervenciones endovasculares periféricas, TEA y stent carotídeo) entre 2011 y 2012 y, que valoraba los factores predictivos de alta no domiciliaria. En este estudio, también se demostró como factor predictor un tiempo quirúrgico prolongado.

En un estudio realizado por Landry y col en 2019 (59), que incluyó a 240 pacientes sometidos a una reparación electiva de AAA, el único factor que se asoció tanto con complicaciones posoperatorias como con la mortalidad a los 30 días fue un TQ prolongado.

Hasta la fecha, no se han publicado estudios que relacionen el tiempo quirúrgico con complicaciones intra o posoperatorias en cirugía de varices, accesos vasculares para hemodiálisis, ni en amputaciones, ya sean menores o mayores. Además, tampoco se han encontrado estudios que analicen el impacto a medio plazo de un TQ prolongado en procedimientos vasculares.

Los hallazgos hasta aquí presentados resaltan la importancia de considerar el TQ en la planificación y ejecución de procedimientos vasculares, debido a su asociación con la morbilidad y la capacidad de dar de alta a los pacientes.

1.2 Tiempo quirúrgico en cirugía de revascularización de extremidades inferiores

La cirugía de revascularización de las extremidades inferiores se realiza, esencialmente, en pacientes afectados de isquemia crónica de extremidades inferiores con riesgo de pérdida de la extremidad, que representa la forma más grave de la enfermedad arterial periférica en este sector anatómico.

1.2.1 Introducción - Enfermedad arterial periférica e isquemia crónica con riesgo de pérdida de la extremidad

Definición y epidemiología

La enfermedad arterial periférica (EAP) engloba un grupo de síndromes arteriales, no coronarios, causados por el deterioro, habitualmente progresivo, del flujo arterial, debido a la alteración de la estructura y función de las arterias que nutren órganos viscerales, cerebro y miembros superiores e inferiores (60,61). A pesar de que la EAP engloba todos los territorios vasculares no coronarios y no vascular intracerebral, habitualmente este término se reserva para definir la arteriopatía obstructiva de extremidades inferiores, tal como hacemos en el presente estudio.

La EAP es una patología muy común, con una prevalencia aproximada de 202 millones de personas en 2010, de las cuales unos 40 millones habitan en Europa (62). La aterosclerosis es la principal causa de EAP (60,61). Las placas de ateroma pueden aumentar gradualmente, disminuyendo u obstruyendo completamente el flujo de la zona afectada, o complicarse y desencadenar episodios de trombosis arterial.

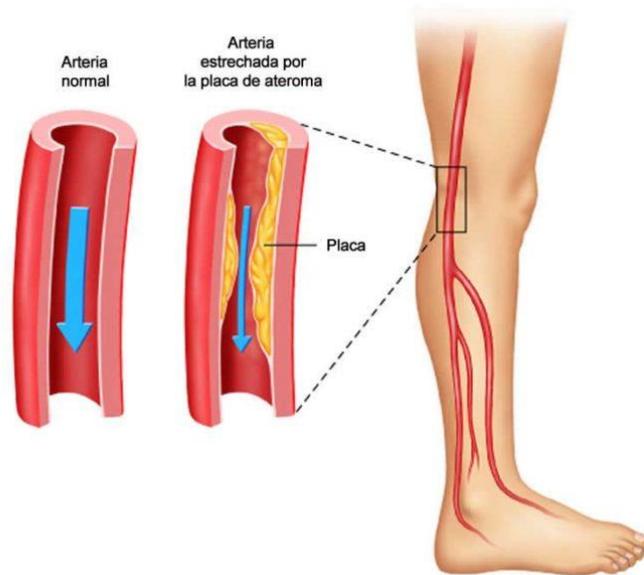


Figura 5: Ejemplo de aterosclerosis en extremidades inferiores (fuente: <https://actitudm.com/e/salud/enfermedad-arterial-periferica-sintomas-y-tratamiento/>).

En función del grado de compromiso hemodinámico asociado a la oclusión arterial, los pacientes pueden presentar varios estadios clínicos, desde asintomáticos o claudicación intermitente hasta una isquemia crónica con riesgo de pérdida de la extremidad (anteriormente llamada isquemia crítica de extremidades inferiores) (60,61). Esta es la forma más grave de EAP e incluye un grupo amplio y heterogéneo de pacientes con diversos grados de isquemia: desde el dolor en reposo a la pérdida de tejido, ya sea por úlcera o necrosis, hasta la gangrena de la extremidad (60).

Tratamiento

La revascularización quirúrgica abierta, endovascular o híbrida (abierta – endovascular) de la extremidad amenazada es esencial para evitar la amputación mayor, mejorar el estado funcional y la supervivencia del paciente. Al tratarse de una población que con frecuencia presenta edad

avanzada y/o múltiples comorbilidades, no obstante, es necesario valorar el riesgo de mortalidad posoperatoria de forma previa a plantear el tratamiento (60,61). En ocasiones muy extremas, debe ofrecerse una amputación mayor primaria o un tratamiento paliativo a aquellos pacientes con expectativa de vida muy limitada, estado clínico muy deteriorado o con un pie ya insalvable en el momento del diagnóstico (60).

El tratamiento quirúrgico abierto de la isquemia crónica con riesgo de pérdida de la extremidad se realiza mediante una derivación o bypass con material autógeno o sintético que sorte una oclusión arterial entre dos segmentos permeables (Figura 5). El procedimiento quirúrgico más frecuente en la actualidad para las obstrucciones infrainguinales es el bypass (femoro-poplíteo o femoro-distal) con vena safena invertida o in situ, y cuya historia se remonta a mediados del siglo XX. Este procedimiento se asocia a un riesgo de mortalidad posoperatoria de entre el 2,1 y el 6% (63–65) y a una tasa de salvamiento de extremidad a 2 años de seguimiento que oscilan entre el 80 y el 90% (63,65).

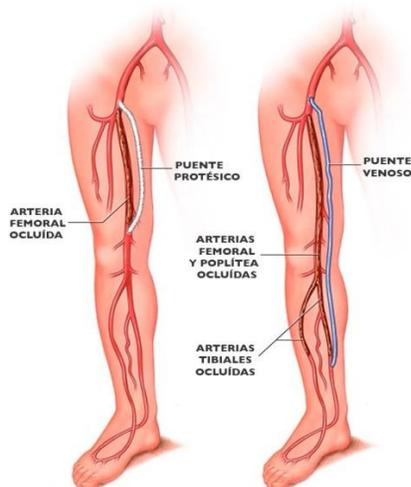


Figura 6: Ejemplo de bypass venoso y bypass protésico (fuente: <https://cirujanovascular.cl/bypass-puente/>).

La alternativa a la cirugía abierta es el tratamiento endovascular, que se realiza habitualmente mediante la recanalización percutánea de segmentos arteriales ocluidos mediante angioplastia transluminal percutánea y, eventualmente, con la implantación de stents. En general, el éxito del procedimiento está asociado a la longitud del segmento arterial ocluido y al diámetro de los vasos a tratar, entre otros factores (66).

En general, en aquellos pacientes con un riesgo perioperatorio medio (previsión de mortalidad posoperatoria < 5% y supervivencia a los 2 años de > 50%), la decisión de realizar tratamiento endovascular versus cirugía abierta (*bypass*) se basa en el patrón oclusivo arterial y la disponibilidad de vena safena apta para *bypass* (60), si bien existen diferencias notorias entre equipos quirúrgicos a la hora de valorar la importancia y características de estos parámetros (60).

1.2.2 Relación entre cirugía de *bypass* y tiempo quirúrgico

El primer estudio que menciona el TQ como factor de riesgo en cirugía vascular es un estudio prospectivo entre 1975 a 1986 y publicado en el año 1987 por Edwards WH y col (67). En él se analizan los factores de riesgo asociados a infección primaria de herida en *bypass* en extremidades inferiores en un total de 2.614 injertos protésicos, de los que se pudo conseguir el tiempo quirúrgico en 100 *bypass* consecutivos aorto - bifemorales y en 100 *bypass* femoro - poplíteos o femoro – distales, también consecutivos, realizados entre 1985 y 1986 con material protésico o compuesto de prótesis y material autólogo. Hubo diferencias estadísticamente significativas en el TQ medio entre los *bypasses* aorto – bifemorales infectados (245 ± 58 minutos) y no infectados (196 ± 55 minutos), así como en los *bypasses* infrainguinales infectados (168 ± 63 minutos) y no infectados (132 ± 57 minutos). Otros factores asociados a la infección protésica fueron la presencia de una

herida previa infectada, la diabetes mellitus, una lesión tipo úlcera o necrosis distal, las revascularizaciones múltiples en una misma extremidad y la cirugía urgente.

En la misma línea, en 2003, Chang y col valoraron los factores de riesgo asociados a infección tras cirugía de revascularización de extremidades inferiores (68). Encontraron una correlación estadísticamente significativa entre el TQ y la infección de bypass. Este artículo incluye no solo bypass infrainguinales sino también axilo - femorales y aorto - femorales. De los 335 procedimientos incluidos, hay 184 femoro – distales, 36 poplíteo distales, 17 aorto – femorales, 13 femoro – femorales, 11 axilo - femorales, 74 revisiones, además de otros 30 procedimientos vasculares (tromboembolectomía o endarterectomía). En el análisis multivariable, el único factor relacionado de forma estadísticamente significativa con la infección de herida quirúrgica fue el TQ (318 minutos de media en pacientes con infección vs 265 minutos en pacientes sin infección). Aun así, se trata de un estudio donde el número de infecciones es relativamente pequeño (sólo 27) y que además incluye un grupo heterogéneo de procedimientos (infrainguinales, bypasses aórticos o incluso femoro – femorales), factor que limita la relevancia de los resultados, tal como comentan los propios autores en las limitaciones del trabajo. Ellos especulan que el TQ prolongado expone la herida abierta a un mayor riesgo de contaminación del aire o al daño directo, aunque también puede ser que el TQ prolongado pueda ser reflejo de los casos técnicamente más difíciles, ya sea por más tejido cicatricial o una disección más extensa. Por lo tanto, admiten que un TQ prolongado puede ser un reflejo de otros factores que no se pudieron aislar durante la realización del estudio. Como parte de la discusión, ambos estudios recomiendan disminuir el TQ, incluyendo un doble equipo quirúrgico siempre que fuera posible.

En 2007, Patel y colaboradores (69) publicaron un estudio retrospectivo en el cual se valoraba las diferencias en términos quirúrgicos y resultados posquirúrgicos tras revascularización de

extremidades inferiores en pacientes obesos y no obesos. En los resultados se mostraba que la obesidad *per se* no es un factor de riesgo que alargue el TQ (210 minutos de media en ambos grupos) (69). Los pacientes obesos, comparados con los no obesos, sólo diferían en mayores tasas de infección de herida, pero presentaban tasas similares de salvamento de extremidad, morbilidad cardíaca posoperatoria, supervivencia a largo plazo y permeabilidad del bypass.

Hasta 2012 (70) no se publicó el primer artículo que valoraba de forma más global las implicaciones del tiempo quirúrgico en la cirugía de bypass infrainguinal, concretamente en 2.644 bypasses femoro - poplíteo con material autólogo. Se dividió el tiempo quirúrgico en 4 cuartiles, y se demostró, tanto en el análisis uni como multivariable, que un TQ prolongado se asociaba a infección de herida quirúrgica (tanto superficial como profunda), pero también a un aumento de la estancia hospitalaria. Las otras variables, como la mortalidad, las complicaciones cardíacas y pulmonares, así como la trombosis del bypass, no se asociaron a un TQ prolongado.

1.3 Tiempo quirúrgico en cirugía de aneurisma de aorta abdominal

1.3.1 Aneurisma de aorta abdominal: Definición y tratamiento

El aneurisma de aorta abdominal (AAA) es una dilatación irreversible de este segmento arterial por encima de los 3 cm, lo que supone más de 2 desviaciones estándar del tamaño medio en hombres (71). La historia natural del AAA es su crecimiento hasta la ruptura, que es su complicación más frecuente. No existe en la actualidad tratamiento médico que retrase o evite esta complicación, por lo que la única opción terapéutica disponible en la actualidad es la reparación quirúrgica.

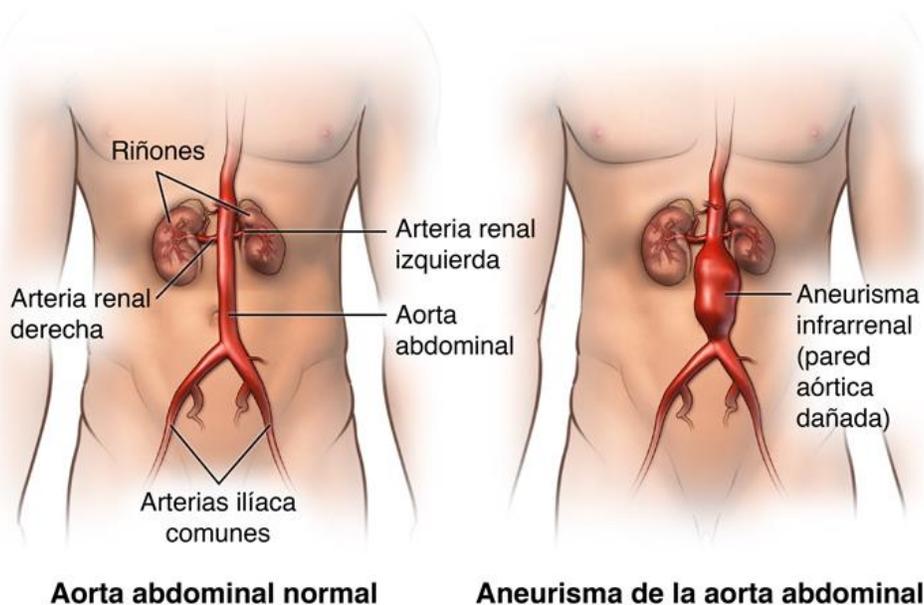


Figura 7: Aneurisma de aorta abdominal (fuente:

<https://www.stanfordchildrens.org/es/topic/default?id=abdominalaorticaneurysm-85-P08276>).

Los AAAs se tratan preventivamente para evitar la ruptura, cuando su riesgo es significativo, o cuando esta complicación ya ha ocurrido. De acuerdo con la más reciente Guía de la Sociedad Europea de Cirugía Vasculat (71) la cirugía profiláctica debe plantearse en:

- Aneurismas $\geq 5,5$ cm de diámetro en varones y 5 cm en mujeres.
- Aneurismas de rápido crecimiento (≥ 1 cm en 1 año) o morfología sacular.
- Aneurismas sintomáticos

Existen dos modalidades de tratamiento: cirugía abierta (injerto aorto – aórtico, aorto – iliaco o similares) o reparación endovascular (EVAR) mediante la implantación de una endoprótesis. Los resultados inmediatos en cirugía electiva son favorables a la terapia EVAR, aunque la mortalidad a largo plazo es semejante en ambas técnicas(72–75). Por ello, aunque ambas técnicas quirúrgicas se pueden plantear en la mayoría de casos, en general, en pacientes con expectativas de vida larga y condiciones anatómicas favorables, se suele recomendar la cirugía abierta por delante de la endovascular, mientras que en pacientes añosos o con importantes comorbilidades, que son la mayoría, el EVAR se ha convertido en el tratamiento de elección. Dado el aumento de la esperanza de vida y la disminución del tabaquismo, los pacientes con AAA serán progresivamente más añosos, lo que redundará en favor del EVAR.

1.3.2 Reparación de AAA mediante EVAR y su relación con tiempo quirúrgico

Los aspectos más estudiados en el EVAR y su relación con tiempo quirúrgico son los beneficios secundarios a la relación de un acceso percutáneo versus un abordaje femoral abierto, en términos de TQ, menor estancia hospitalaria, menor complicaciones de heridas, así como menor analgesia posoperatoria. En la siguiente tabla se resumen los 4 estudios que han valorado estos factores.

Tabla 3: Comparación entre estudios que analizaban acceso percutáneo vs acceso abierto en EVAR.

ESTUDIO	AÑO	ESTUDIO	N	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
Kronenfeld JP (76)	2022	Retrospectivo unicéntrico	159	49 con monitorización por anestesia 110 con anestesia general	Sin anestesia general ↓ TQ y pérdida de sangre, pero no ↓ la estancia hospitalaria, las complicaciones posoperatorias ni la mortalidad inmediata.
Siracuse JJ (77)	2018	Prospectivo multicéntrico nacional (USA)	13.087	8.340 (64%) percutáneo, de los cuales 347 (4%) fallidos y reconversión a abierto 4.747 (36%) acceso abierto	Acceso percutáneo: ↓ TQ, pérdida de sangre y estancia hospitalaria > se recomienda cuando sea posible Acceso abierto: transversal ↓ TQ, estancia hospitalaria y pérdida de sangre vs incisión longitudinal Acceso percutáneo fallido: ↑ complicaciones cardíacas, TQ, estancia hospitalaria y pérdida sanguínea
Buck D et al (78)	2015	Prospectivo multicéntrico nacional (USA)	4.112	1.108 (27%) acceso percutáneo, de los que el 1% reconvertidos a abierto 3.004 (73%) acceso abierto	Acceso percutáneo: ↓ TQ, estancia hospitalaria, complicaciones de herida
Nelson PR et al (23)	2014	Prospectivo multicéntrico nacional (USA)	151	101 acceso percutáneo 50 acceso abierto	Acceso percutáneo: ↓ TQ, ↓ T para conseguir la hemostasia, ↓ analgesia posoperatoria

En resumen, excepto el primer estudio que compara acceso percutáneo con o sin anestesia general, el resto de estudios compara el uso de acceso percutáneo versus acceso abierto, y en todos se ve una disminución del TQ con el acceso percutáneo, así como en 2 de los 3 estudios hay una disminución de la estancia hospitalaria. Otras ventajas que podría ofrecer el acceso percutáneo son menor pérdida de sangre, menos analgesia posoperatoria y una disminución de las complicaciones de herida.

Sin embargo, la asociación entre TQ y complicaciones en procedimientos endovasculares en general, y en el EVAR en particular, se ha estudiado muy poco. Gupta et al (79), en una muestra prospectiva multicéntrica de 11.229 pacientes, han descrito que los TQ más altos se asocian con un mayor riesgo de complicaciones al alta (que incluye infección o complicación de herida, neumonía, reintubación, embolia pulmonar entre otros) después de EVAR (OR 1,002; IC 95% 1,001 – 1,004). Otros factores relevantes fueron el sexo femenino, la presencia de enfermedad arterial periférica (EAP) o amputación, cirugía cardíaca previa, alteración hematológica, diabetes y fumador o exfumador de < 1 año.

Así mismo, se ha objetivado que la adopción de un protocolo estandarizado y el procesado de imágenes de forma digital sin necesidad de equipos sofisticados con el uso del programa OsiriX® (Pixmeo Labs., Ginebra, Suiza, Switzerland) previo al procedimiento de EVAR tiene un impacto importante no sólo en el TQ, sino con la necesidad de menos contraste intravascular y una menor pérdida de sangre. De hecho, la utilización reduce el TQ desde los 207,5 minutos de media utilizados en el grupo histórico de control de los 140,4 minutos en el grupo donde se aplicó (80), si bien también puede influir el efecto aprendizaje.

Hasta la actualidad, esto son los únicos datos que se tiene sobre el impacto del TQ en la cirugía de EVAR: se reducen los TQs con el abordaje percutáneo versus abordaje abierto y también con el uso de un protocolo estandarizado y el procesamiento de imágenes. Además, un TQ prolongado parece asociarse a mayores complicaciones posoperatorias.

2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Las intervenciones quirúrgicas se asocian a complicaciones que afectan a los resultados posoperatorios y aumentan el gasto sanitario. En países desarrollados, el riesgo de estos eventos oscila entre un 3 y un 17% (81), y supone hasta el 40% de las complicaciones hospitalarias (82). Dado que cada año se realizan más de 310 millones de procedimientos quirúrgicos en todo el mundo, alrededor de 40 a 50 millones de ellas en los Estados Unidos y unos 20 millones en Europa (2,81), el impacto real de las complicaciones posquirúrgicas es muy elevado. Una parte de estas complicaciones podría ser prevenible y hay múltiples frentes de investigación que intentan identificar los factores de riesgo relacionados con estos eventos adversos. Uno de estos factores lo constituye un tiempo quirúrgico prolongado (2,81).

Sin embargo, a pesar de la creciente evidencia sobre el impacto del TQ en los resultados posoperatorios, muy pocos estudios han analizado su relación con los eventos adversos acaecidos más allá del período inmediato posterior a la cirugía. En concreto, sólo se ha reportado una asociación entre duración quirúrgica y menores tasas de supervivencia del injerto después del trasplante de hígado (44) y mortalidad al año después de la cirugía bariátrica (4). Así mismo, las cirugías con una duración de más de 6 horas en diferentes especialidades se han vinculado a una mortalidad elevada a largo plazo (45% a 5 años), así como a un mayor grado de dependencia tras la intervención, que puede llegar a ser del 76% (43). Dado que ciertas complicaciones graves pueden ocurrir más allá de los 30 días de la operación índice y que la aparición de complicaciones posoperatorias ha sido asociada de forma independiente con la supervivencia a largo plazo (83), parece razonable plantear la hipótesis de que un TQ prolongado podría estar también asociado con menores tasas de supervivencia más allá del período posoperatorio inmediato.

En cirugía vascular, por otra parte, el impacto del tiempo quirúrgico sobre la incidencia de complicaciones posoperatorias ha sido escasamente estudiado. En concreto, se ha asociado una mayor duración de la endarterectomía carotídea con lesión de nervio periférico (53),

morbilidad médica posoperatoria y un aumento de las tasas de mortalidad y reintervención (54–56). En cirugía abierta de AAA, el TQ se ha relacionado con el alta a centro sanitario o residencia (57,58), las complicaciones posoperatorias y la mortalidad (59). En el tratamiento endovascular de esta patología, TQ se ha asociado a mayor riesgo de complicaciones posoperatorias (incluyendo cualquier infección de herida o de órgano, neumonía, trombosis venosa profunda, insuficiencia renal entre otras) (79). En este procedimiento, el único factor que ha demostrado disminuir el TQ, la estancia hospitalaria, las complicaciones de herida, así como necesitar menos analgesia posoperatoria es el acceso percutáneo -versus abordaje femoral abierto- (23,76–78). Por último, en la cirugía de revascularización mediante bypass infrainguinal se ha asociado un TQ prolongado con infección de herida quirúrgica y aumento de estancia hospitalaria (67,68,70). Sin embargo, ninguno de estos estudios analiza la incidencia de complicaciones o mortalidad durante el periodo posterior al alta hospitalaria.

Por otro lado, aunque la cirugía de revascularización infrainguinal en la isquemia crónica con amenaza de pérdida de la extremidad y el EVAR para el tratamiento de los AAA son dos procedimientos quirúrgicos muy habituales en los servicios de cirugía vascular, no se conoce en detalle el impacto de determinadas características clínicas o particularidades técnicas sobre el tiempo quirúrgico final de la intervención. Parece obvio que la necesidad de extraer una vena de brazo para realizar un bypass infrainguinal o tener que practicar un procedimiento endovascular específico para salvar una hipogástrica durante un EVAR son singularidades técnicas que prolongan el procedimiento, pero se desconoce su impacto concreto sobre el TQ final y las consecuencias que, en términos de morbimortalidad, se asocian a una prolongación de tantos minutos en el procedimiento. Conocer en detalle cuáles son las características técnicas asociadas al TQ en cada procedimiento puede constituir un primer paso para diseñar estrategias preventivas que redunden en una disminución eficaz del TQ final.

3. HIPÓTESIS

3. HIPÓTESIS

Hipótesis principal:

1. El efecto adverso de un tiempo quirúrgico prolongado tras cirugía de revascularización de extremidad inferior mediante bypass infrainguinal o tratamiento endovascular electivo de aneurismas de aorta abdominal se prolonga más allá del posoperatorio inmediato.

Hipótesis secundarias:

2. Determinadas características del paciente y de la intervención, ya conocidas o previstas preoperatoriamente, inciden sobre la duración de la cirugía de revascularización de extremidades inferiores con bypass infrainguinal y del tratamiento endovascular electivo de aneurismas aorto - ilíacos. De este conocimiento se podrían derivar algunas actitudes preventivas.

3. Un tiempo quirúrgico prolongado aumenta el riesgo de complicaciones posoperatorias precoces y la mortalidad durante el periodo posoperatorio inmediato tanto en cirugía de revascularización de extremidad inferior mediante bypass infrainguinal como en el tratamiento endovascular electivo de aneurismas de aorta abdominal.

4. OBJETIVOS

4. OBJETIVOS

Objetivo principal:

1. Evaluar la asociación de un tiempo quirúrgico prolongado sobre la mortalidad tras cirugía de revascularización de extremidades inferiores con bypass infrainguinal o tratamiento endovascular electivo de aneurismas del sector aorto - ilíaco a 6 meses y 1 año de la intervención.

Objetivos secundarios:

2. Identificar las características clínicas del paciente y de la cirugía prevista que, ya conocidas preoperatoriamente, influyen en la duración final de la revascularización de extremidades inferiores con bypass infrainguinal y el tratamiento endovascular electivo de aneurismas del sector aorto - ilíaco.

3. Evaluar la asociación de un tiempo quirúrgico prolongado con las complicaciones posoperatorias y la mortalidad inmediatas tras cirugía de revascularización de extremidades inferiores con bypass infrainguinal o tratamiento endovascular electivo de aneurismas del sector aorto - ilíaco.

5. COMPENDIO DE PUBLICACIONES

5. COMPENDIO DE PUBLICACIONES

5.1 Artículo 1

Almorza C, Marcos L, Diaz C, et al. Influence of Operative Time in the Results of Infrainguinal Bypass for Chronic Limb Threatening Ischemia. *World J Surg.* 2020;44(12):4261-4266. doi:10.1007/s00268-020-05726-5

Enlace digital: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1007/s00268-020-05726-5>

5.2 Artículo 2

Marcos García L, Baquero Sancho L, Paredes Mariñas E, Nieto Fernández L, Romero Montaña L, Clarà Velasco A. Influence of Operative Time in the Results of Elective Endovascular Repair of Abdominal Aortic Aneurysms. *Ann Vasc Surg.* 2023;92:195-200. doi:10.1016/j.avsg.2022.12.077

Enlace digital: [https://www.annalsofvascularsurgery.com/article/S0890-5096\(22\)00908-6/fulltext](https://www.annalsofvascularsurgery.com/article/S0890-5096(22)00908-6/fulltext)

6. RESUMEN GLOBAL DE LOS RESULTADOS

6. RESUMEN GLOBAL DE LOS RESULTADOS

En la cirugía de revascularización mediante bypass infrainguinal, cincuenta y seis pacientes murieron en el primer año de seguimiento, con las principales causas de muerte siendo cardiovasculares, neoplásicas y respiratorias. Se observó una asociación entre un tiempo quirúrgico más largo y una mayor mortalidad al año después de la cirugía, junto con otras variables como la edad, la creatinina, la anemia previa y la presencia de neoplasia previa.

En el tratamiento de aneurismas de aorta abdominal mediante EVAR, veintiún pacientes murieron en el primer año de seguimiento, con las complicaciones posoperatorias y la mortalidad también relacionadas con un tiempo quirúrgico prolongado a 6 meses, aunque no al año del procedimiento.

Los factores asociados a un tiempo quirúrgico prolongado en bypass infrainguinal incluyen la realización de bypass a troncos distales, uso de vena alternativa a safena interna, procedimientos quirúrgicos proximales al bypass y transfusión intraoperatoria, mientras que la utilización exclusiva de bypass de PTFE y antecedentes de diabetes se asocian con una reducción del tiempo quirúrgico.

En el tratamiento endovascular de aneurismas de aorta abdominal, el diámetro del aneurisma, la anestesia general, la arteriopatía ocluyente infrainguinal previa, la cirugía reconstructiva femoral y procedimientos endovasculares para preservar la arteria hipogástrica se relacionan con un tiempo quirúrgico prolongado, mientras que el uso de endoprótesis aórticas rectas se asocia con una reducción del tiempo quirúrgico.

Así mismo, las complicaciones posoperatorias se ven afectadas por un tiempo quirúrgico más prolongado. En el bypass infrainguinal, las complicaciones posoperatorias incluyen complicaciones médicas y quirúrgicas, con una asociación entre el tiempo quirúrgico prolongado y mayor incidencia de complicaciones y necesidad de soporte al alta, aunque no se relaciona directamente con la amputación mayor en el posoperatorio y tampoco a mortalidad inmediata.

En EVAR, las complicaciones posoperatorias y la mortalidad inmediata se incrementan por cada 30 minutos de cirugía adicional.

6.1 Análisis post hoc adicional

El modelo multivariable compuesto por las variables asociadas a TQ en cirugía de EVAR permitió calcular un TQ 'teórico' para cada caso en función de las características de cada cirugía (endoprótesis recta vs bifurcada, necesidad de bypass femoral, salvamento de hipogástrica...). Al TQ real (observado) de cada paciente se le restó el valor teórico calculado para ese caso, obteniendo así un exceso/defecto de TQ para cada paciente que no podía ser explicado por las características antes mencionadas. Se consideraron de forma específica aquellos pacientes cuyo TQ real se prolongó al menos 30 minutos más respecto al teórico, lo que ocurrió en 74 (26%) casos. En el análisis bivariado, un TQ observado > 30 minutos del esperado se asoció de forma significativa a complicaciones posoperatorias (OR 3,5, $p < 0,001$) y mortalidad inmediata (OR 5, $p = 0,03$), si bien esta asociación desapareció al incluir el TQ observado en el modelo. Un alargamiento del TQ ya previsto por complejidad de la intervención, por consiguiente, no confirió un riesgo adicional al ya de por sí explicado por el TQ observado.

7. RESUMEN GLOBAL DE LA DISCUSIÓN

7. RESUMEN GLOBAL DE LA DISCUSIÓN

Los resultados de nuestros estudios indican una asociación independiente entre la prolongación de la cirugía y la mortalidad más allá del periodo posoperatorio, concretamente, a 6 meses en cirugía de EVAR y a 1 año en la cirugía de bypass infrainguinal. En el caso de la cirugía de EVAR esta relación se mantenía al año en el análisis bivariado pero no en el multivariable, probablemente porque las complicaciones que puedan derivar en exitus tras el procedimiento tienen mayor afectación durante los primeros meses y posteriormente su relación disminuye con el tiempo. En el caso del bypass infrainguinal, también al año se demostró una relación directa entre TQ y la necesidad de amputación mayor.

Hay muy pocos datos sobre la influencia de la TQ más allá del posoperatorio como ya se ha comentado en la introducción de esta tesis. Cornellà et al (43) encontraron que las cirugías prolongadas se asociaron con una alta tasa de complicaciones posoperatorias, mortalidad a corto y largo plazo y dependencia del sistema de salud. Estos resultados se obtuvieron estudiando intervenciones de distintas especialidades quirúrgicas de más de 6 horas de duración, pero carentes de grupo control. Asimismo, las complicaciones posoperatorias se han relacionado con la supervivencia al año ya largo plazo. Khuri et al (83) describieron, de hecho, que las complicaciones posoperatorias que ocurren durante los primeros 30 días después de una cirugía mayor fueron el determinante más importante de la supervivencia de los pacientes. Por lo tanto, dado que un TQ prolongado está ampliamente relacionado con las complicaciones posoperatorias, parecía razonable plantear la hipótesis de que el TQ pudiera influir en la morbilidad y la mortalidad más allá del período posoperatorio, como confirman los resultados de esta tesis.

En cuanto a las complicaciones y mortalidad dentro del periodo posoperatorio, en la cirugía de revascularización mediante bypass infrainguinal, encontramos una asociación significativa entre

TQ prolongado y complicaciones (tanto globales como quirúrgicas), salvamento de la extremidad a 1 año, requerimiento de soporte sociosanitario al alta hospitalaria. En la cirugía de EVAR también encontramos una asociación significativa entre TQ prolongado y complicaciones posoperatorias así como mortalidad inmediata, donde cada aumento de 30 minutos en TQ se asoció con un aumento del 48% en el riesgo de muerte posoperatoria. El escaso número de pacientes fallecidos en el posoperatorio tras cada una de las técnicas, sin embargo, obliga a tener cautela sobre estos resultados.

Estudios previos ya han objetivado los beneficios de un acceso percutáneo en términos de TQ, menor estancia hospitalaria y complicaciones de la herida (23,76–78). Al margen de estos estudios, la asociación entre TQ y las complicaciones en procedimientos endovasculares ha recibido muy poca atención en la literatura. Por ejemplo, Ichihashi et al (84) informaron que las angioplastias ilíacas complejas se asociaron con procedimientos más prolongados y un mayor riesgo de complicaciones. Sin embargo, hasta donde sabemos, solo Gupta et al (79) han descrito que los TQ más elevados se asocian con un mayor riesgo de complicaciones posteriores al alta después de EVAR. A pesar de que la reparación endovascular del aneurisma es un procedimiento quirúrgico menos invasivo, nuestros resultados confirman el efecto adverso de un mayor TQ sobre los resultados posoperatorios en esta técnica también. De hecho, el TQ de los pacientes que presentaron algún tipo de complicación (ya fuera médico o quirúrgica) fue de 58 minutos superior.

La duración de un procedimiento quirúrgico depende en gran medida de la complejidad del caso (patología que motiva la intervención, el tipo de intervención, cirugías previas y comorbilidades del paciente) y del equipo quirúrgico (experiencia previa, volumen de cirugías, becarios o residentes como primeros cirujanos), que en su mayoría son previsibles, pero también influye la aparición de complicaciones intraoperatorias. Este último componente del TQ puede confundir el efecto real de la duración de la cirugía sobre los resultados posoperatorios, ya que las complicaciones intraoperatorias pueden aumentar simultáneamente el riesgo posoperatorio

(por sí mismas) y prolongar la duración de la intervención, lo que también se espera que influya en los resultados. Aunque este riesgo de confusión puede parecer obvio, casi ningún estudio ha podido controlarlo, o incluso reconocerlo en el pasado. Solo un estudio mostró que las complicaciones intraoperatorias prolongaron el TQ, pero (lamentablemente) este factor no fue incluido en el análisis multivariado que relaciona el TQ con el resultado posoperatorio (5). La inclusión de complicaciones intraoperatorias en el análisis estadístico puede ser valiosa, pero estos eventos con frecuencia no se informan en las historias clínicas, salvo en casos notorios, y su recopilación retrospectiva puede ser desalentadora. En el segundo artículo se abordó la distinción entre procedimientos largos previsible e inesperados desde una perspectiva alternativa. Una vez identificadas las características relacionadas de forma independiente con el TQ, se calculó la duración teórica de cirugía para cada paciente. Se restó el tiempo teórico del tiempo real y se consideró que los pacientes con un TQ real superior a 30 minutos respecto al TQ teórico experimentaron procedimientos inesperadamente largos, cualquiera que fuera la causa. Tener un procedimiento largo inesperado se incluyó junto con el TQ en el análisis multivariado. Este factor, sin embargo, no confirió un riesgo adicional de complicaciones posoperatorias o mortalidad. Por lo tanto, este análisis post hoc sugiere que un TQ prolongado se asocia con peores resultados después de la EVAR, independientemente de si la cirugía es previsiblemente larga o no.

Por otro lado, tras realizar el análisis multivariable, se han podido identificar diversos factores en las dos poblaciones analizadas que influyen en el TQ y que se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla 4: Factores relacionados con el TQ en cirugía de bypass infrainguinal y en cirugía de tratamiento mediante EVAR del AAA

	Cirugía de revascularización mediante bypass infrainguinal	Cirugía de EVAR para tratamiento de AAA
Alargan el TQ	Bypass infrapoplíteo: + 36 min Uso de vena alternativa o PTFE + vena: + 37 min Mejorar inflow: + 47 min Transfusión intraoperatoria: + 46 min	Diámetro del AAA: + 9 min/cm Anestesia general: + 34 min EAP previa: + 22 min Cirugía femoral: + 80 min Tratamiento de arteria hipogástrica: + 70 min
Acortan el TQ	Bypass de PTFE: - 67 min Diabetes: - 21 min	Endoprótesis recta: - 38 min

Es interesante observar cómo la simple realización complementaria de un procedimiento que asegure un correcto inflow proximal, una angioplastia ilíaca por ejemplo, que alarga el procedimiento quirúrgico sobre tres cuartos de hora, puede incrementar hasta un 20% el riesgo de complicaciones posoperatorias (extrapolado a partir de los resultados). De hecho, con una estrategia de realización previa del procedimiento de inflow (normalmente un gesto endovascular aislado), siempre que sea posible, y la incorporación de un segundo equipo quirúrgico para la preparación de un injerto alternativo a la safena, podrían llegar a ahorrarse hasta 80 minutos de intervención, lo que podría llegar a suponer una reducción significativa de las complicaciones posoperatorias.

En el caso del EVAR para tratamiento del AAA, uno de los factores ampliamente demostrados que reducen el tiempo quirúrgico en diferentes estudios previos es la realización de accesos percutáneos versus el abordaje abierto femoral (23,76–78). En nuestra muestra, si bien el acceso percutáneo resultó estadísticamente significativo en el análisis bivariado, acortando 46 minutos el TQ, en el análisis multivariable no resultó significativo. En nuestro estudio, los factores relacionados con un mayor TQ fueron fundamentalmente el diámetro del aneurisma y la

necesidad de realizar procedimientos revascularizadores simultáneos a nivel femoral o para el salvamiento de la hipogástrica. Por ello, salvo algún caso en que la reparación femoral pueda plantearse previamente, es poco probable que estos resultados puedan incidir en un cambio de hábitos para reducir el TQ, más allá de la utilización del acceso percutáneo. Otra forma de acortar el tiempo operatorio en este tipo de procedimientos, que ya se ha demostrado previamente eficaz y no se ha tenido en cuenta en nuestro estudio, es el procesamiento de las imágenes del angioTC del AAA previo a la cirugía mediante protocolos y softwares específicos (80). Esto puede ayudar no sólo a reducir el tiempo quirúrgico, sino la exposición a la radiación y la cantidad de contraste administrado (75,85). Molinari et al demostraron que no usar este protocolo hacía que el TQ variara de media de los 140,4 minutos en el grupo que se aplicó a los 207,5 minutos de media en el grupo histórico de control (80). El resultado del EVAR está estrechamente relacionado con la adquisición de las imágenes del aneurisma y su interpretación, incluido el procesamiento preprocedimiento, intraprocedimiento y posprocedimiento de la anatomía vascular, las posiciones y las configuraciones de los componentes de la endoprótesis, así como de la posición del arco radiológico (75,85). El equipo de rayos utilizados, las estrategias de reducción de dosis de radiación y contraste y las técnicas de optimización de imágenes influyen fuertemente en el éxito de la técnica EVAR, y también ayudarían a reducir el tiempo operatorio, y, por consiguiente, la morbimortalidad.

7.1 LIMITACIONES

Los estudios presentados sobre la relación entre TQ y complicaciones y mortalidad tras cirugía de revascularización de extremidades inferiores mediante bypass o tratamiento endovascular electivo de aneurismas aorto - ilíacos tienen varias limitaciones que deben ser reconocidas.

En primer lugar, en ambos casos se trata de estudios con diseño retrospectivo, lo que limita, por una parte, la inclusión de variables que podrían haber sido de interés para los estudios (obesidad, diámetro de la vena, angulaciones del sector aorto - ilíaco, entre otras), y, en segundo lugar, siempre posibilita que la información registrada contenga datos imprecisos.

En segundo lugar, se trata de un análisis unicéntrico y con una mayoría de población de varones, sobre todo en el caso de la cirugía de EVAR, lo que condiciona la aplicabilidad de los resultados. Por lo tanto, nuestros resultados deberían verificarse en otras poblaciones en futuras investigaciones.

En tercer lugar, existen algunas pérdidas de seguimiento o causas de muerte desconocidas que pueden haber influido en los resultados, aunque éstas son escasas y su efecto es probablemente limitado.

En cuarto lugar, el tamaño de muestra, aunque adecuado para el objetivo principal de ambos estudios, puede haber resultado insuficiente para evaluar con precisión el impacto del tiempo quirúrgico sobre eventos con baja incidencia, como el número de amputaciones tras bypass infrainguinal.

En quinto lugar, ambos estudios cubren un largo período de tiempo de reclutamiento de casos donde no pueden descartarse efectos de aprendizaje, cambio en las indicaciones, técnicas o nuevos materiales. Estos efectos, obviamente, son más probables en el estudio del EVAR, cuya implantación en nuestro país vino con el cambio de milenio, pero también en el del bypass infrainguinal, cuya técnica no ha variado pero sí su indicación, que se ha ido restringiendo cada

vez más en favor de las técnicas endovasculares. En ambos casos, estos efectos han sido minimizados incluyendo el periodo en que fue realizada la intervención como covariable de ajuste en todos los modelos multivariados.

En sexto lugar, los resultados medidos a 6 meses y 1 año de la cirugía son resultados acumulados, por lo que incluyen también los resultados inmediatos y no son, por tanto, específicos del periodo comprendido entre el alta hospitalaria y el año de la cirugía. Por consiguiente, cabría la posibilidad de que el riesgo de eventos adversos a 6 meses o 1 año asociados al TQ fuera simplemente 'arrastrado' desde el periodo posoperatorio inmediato. Sin embargo, este extremo parece improbable dado que en la regresión de Cox el tiempo quirúrgico no mostró las características propias de una covariable dependiente del tiempo. Además, 37 de las 54 muertes registradas durante el primer año en el estudio del bypass infrainguinal, y 13 de las 21 correspondientes al estudio del EVAR, ocurrieron precisamente en el periodo comprendido entre el alta hospitalaria y el año de cirugía, por lo que de no estar relacionado el TQ con la mortalidad post-alta éste no habría resultado predictivo a 6 meses o 1 año, como así ha sido.

Por último, existe en los resultados de esta tesis una limitación que es común a todos los estudios que hasta la fecha han relacionado tiempo quirúrgico con resultados. Se trata del efecto confusor que pueden ejercer algunos incidentes intraoperatorios que no sólo prolongan el tiempo quirúrgico, sino que, también de por sí, pueden ser causa de complicaciones posoperatorias o muerte. Puede pensarse, por ejemplo, en lesiones hemorrágicas o en la malposición de una endoprótesis, sucesos que no sólo se asocian a un mayor tiempo quirúrgico, aunque se resuelva, sino que también pueden relacionarse por sí mismos a complicaciones posoperatorias con independencia de la prolongación del TQ. Pues bien, este posible efecto confusor no sólo no ha sido analizado hasta la fecha, sino que ni tan siquiera ha sido citado como limitación en toda la literatura consultada. Obviamente, no es lo mismo un aumento de la duración de la intervención causada porque el procedimiento en sí es complejo y duradero, pero sin complicación alguna sobrevenida, o porque el cirujano sea más lento, pero sin más, que otra

en que la prolongación de la cirugía se debe a una iatrogenia no esperada, ya de por sí grave. Lamentablemente, una distinción adecuada entre estas posibilidades precisaría de una recogida prospectiva de datos *ad hoc*, pues los registros operatorios habituales informan sobre eventos intraoperatorios relevantes, pero no sobre otros aparentemente menores, como una pérdida hemática leve pero continua, o que se descubren después de la cirugía. Para intentar mitigar este efecto confusor, se incluyó en el estudio del EVAR un análisis post-hoc adicional que permitió diferenciar el componente que quizás incide con mayor frecuencia en la duración de la intervención (la complejidad ya prevista del procedimiento), de aquellos alargamientos no previstos. Los resultados de este subanálisis adicional (apartado 6.3.2.3) revelaron que el alargamiento no previsto del TQ no confería un riesgo adicional al que, ya de por sí, se asocia al TQ y que indicaría que el efecto perjudicial del alargamiento quirúrgico sería independiente de su causa. Es razonable pensar, sin embargo, que con un mayor número de casos resultarían predictivos tanto los alargamientos imprevistos como los previstos. De hecho, este análisis adicional se realizó para evaluar no el efecto de los alargamientos imprevistos, lo cual parecería una obviedad, sino el del tiempo quirúrgico con independencia de su causa.

8. CONCLUSIONES

8. CONCLUSIONES

- Un tiempo quirúrgico prolongado aumenta la mortalidad más allá del periodo posoperatorio inmediato en la cirugía de revascularización de extremidades inferiores mediante bypass infrainguinal (a 1 año) y en el tratamiento endovascular electivo de aneurismas aorto - ilíacos (a 6 meses).
- Son características explicativas del tiempo quirúrgico en el bypass infrainguinal la anastomosis distal infrapoplítea, la necesidad de usar venas alternativas a la safena interna, los procedimientos de revascularización proximales al bypass, la transfusión intraoperatoria y la diabetes, mientras que lo son del tratamiento endovascular de aneurismas aorto - ilíacos la endoprótesis recta, el tamaño del aneurisma, la anestesia general, la enfermedad arterial periférica asociada, la cirugía concomitante de la arteria femoral así como la necesidad de realizar procedimientos endovasculares para preservar la arteria hipogástrica.
- Un tiempo quirúrgico prolongado se asocia con mayor frecuencia de complicaciones posoperatorias y necesidad de soporte al alta, pero no a una mayor mortalidad posoperatoria inmediata en la cirugía de revascularización de extremidades inferiores mediante bypass infrainguinal, y a un mayor número complicaciones y mortalidad posoperatorias en el tratamiento endovascular electivo de aneurismas aorto - ilíacos.

9. LÍNEAS DE FUTURO

9. LÍNEAS DE FUTURO

Un tiempo quirúrgico prolongado se ha asociado de manera independiente con una mayor incidencia de complicaciones posoperatorias y mortalidad en diversos procedimientos, como lo han demostrado numerosos estudios en las últimas décadas. Este tiempo quirúrgico no solo es un factor de riesgo en sí mismo, sino también un marcador de otras condiciones quirúrgicas, ambas influenciando en los resultados posoperatorios. Por lo tanto, es crucial discriminar entre estos efectos en futuras investigaciones.

Mientras tanto, es fundamental que los cirujanos se comprometan a reducir el tiempo quirúrgico sin comprometer la calidad de la cirugía, manteniendo así el más alto estándar quirúrgico incluso en procedimientos poco invasivos, como sugieren nuestros resultados. A lo largo de los años, la introducción del acceso percutáneo en sustitución al abordaje femoral y el uso de endoprótesis aórticas ha contribuido significativamente a la reducción del TQ. Sin embargo, el uso liberal de procedimientos endovasculares para preservar la arteria hipogástrica durante el tratamiento endovascular del aneurisma aorto-ilíaco puede aumentar el tiempo quirúrgico, a veces de manera innecesaria. Además, es importante considerar la posibilidad de realizar ciertos procedimientos previos al tratamiento endovascular, como la embolización de una arteria hipogástrica cuando sea necesario. Esta opción debe ser tomada en cuenta durante la planificación del procedimiento.

En el caso de la cirugía de revascularización mediante bypass infrainguinal, es crucial considerar cuidadosamente la indicación del procedimiento para evitar posibles consecuencias negativas. Una mejor comprensión de la influencia del tiempo quirúrgico en el posoperatorio y a medio plazo puede ser de gran ayuda en la toma de decisiones para estos pacientes. Se necesitan estudios prospectivos para definir mejor los riesgos de una operación prolongada y el valor del

tiempo quirúrgico como marcador de la complejidad del caso al considerar el mejor abordaje en pacientes con enfermedad arterial periférica avanzada.

Teniendo en cuenta lo expuesto previamente, aquí hay algunas posibles líneas de futuro que se derivan de los resultados de esta tesis:

1. Optimización del tiempo quirúrgico: futuras investigaciones podrían centrarse en desarrollar estrategias para reducir el TQ sin comprometer la calidad del procedimiento. Esto podría incluir técnicas quirúrgicas mejoradas, cambios en el proceso de atención preoperatoria o la implementación de protocolos de gestión del tiempo en el quirófano.
2. Factores predictivos y preventivos: continuar investigando los factores que contribuyen al TQ prolongado y su impacto en los resultados del paciente. Esto podría implicar estudios adicionales para identificar características específicas de los pacientes o aspectos técnicos de los procedimientos que puedan prever un TQ más largo. Además, explorar intervenciones preventivas dirigidas a mitigar estos factores de riesgo y mejorar los resultados del paciente podría ser una línea de investigación importante.
3. Manejo de las complicaciones posoperatorias: dado que un TQ prolongado se ha asociado con una mayor incidencia de complicaciones posoperatorias y necesidad de soporte al alta, futuras investigaciones podrían centrarse en el desarrollo de estrategias de manejo perioperatorio y posoperatorio para minimizar estas complicaciones y optimizar la recuperación del paciente. Esto podría incluir protocolos de seguimiento más intensivos, rehabilitación personalizada y medidas para mejorar la atención domiciliaria.
4. Evaluación de nuevas tecnologías y técnicas quirúrgicas: considerar la aplicación de nuevas tecnologías y técnicas quirúrgicas que puedan reducir el tiempo quirúrgico y mejorar los resultados del paciente. Esto podría implicar la evaluación de dispositivos

médicos innovadores, como endoprótesis con características mejoradas o sistemas de navegación avanzados para procedimientos endovasculares.

10. BIBLIOGRAFÍA

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Burgette LF, Mulcahy AW, Mehrotra A, Ruder T, Wynn BO. Estimating Surgical Procedure Times Using Anesthesia Billing Data and Operating Room Records. *Health Serv Res.* 2017 Feb 1;52(1):74–92.
2. Cheng H, Clymer JW, Po-Han Chen B, Sadeghirad PhD B, Ferko NC, Cameron CG, et al. Prolonged operative duration is associated with complications: a systematic review and meta-analysis. Vol. 229, *Journal of Surgical Research.* Academic Press Inc.; 2018. p. 134–44.
3. Costa A da S. Assessment of operative times of multiple surgical specialties in a public university hospital. *Einstein (Sao Paulo).* 2017 Apr 1;15(2):200–5.
4. Inaba CS, Koh CY, Sujatha-Bhaskar S, Gallagher S, Chen Y, Nguyen NT. Operative time as a marker of quality in bariatric surgery. *Surgery for Obesity and Related Diseases.* 2019 Jul 1;15(7):1113–20.
5. Zdichavsky M, Bashin YA, Blumenstock G, Zieker D, Meile T, Königsrainer A. Impact of risk factors for prolonged operative time in laparoscopic cholecystectomy. *Eur J Gastroenterol Hepatol.* 2012 Sep;24(9):1033–8.
6. Allen RW, Pruitt M, Taaffe KM. Effect of Resident Involvement on Operative Time and Operating Room Staffing Costs. *J Surg Educ.* 2016 Nov 1;73(6):979–85.
7. Targarona E, Feliu X, Salvador J. *Cirugía Endoscópica (Guías Clínicas de la Asociación Española de Cirujanos N° 2).* 2a ed. Editorial ARAN; 2010.
8. Martínez Dubois S. *Cirugía: bases del conocimiento quirúrgico y apoyo en trauma.* 5th ed. Editorial MCGRAW HILL; 2013.
9. Archundia García A. *Educación quirúrgica para el estudiante de ciencias de la salud.* 1a ed. Mendez Editores; 2009.
10. Peterson EC, Ghosh TD, Qureshi AA, Myckatyn TM, Tenenbaum MM. Impact of Residents on Operative Time in Aesthetic Surgery at an Academic Institution. *Aesthet Surg J Open Forum.* 2019 Oct 7;1(4).
11. Yasunaga H, Tsuchiya K, Matsuyama Y, Ohe K. Analysis of factors affecting operating time, postoperative complications, and length of stay for total knee arthroplasty: Nationwide web-based survey. *Journal of Orthopaedic Science.* 2009;14(1):10–6.
12. Strum DP, Sampson AR, May JH, Vargas LG. Surgeon and Type of Anesthesia Predict Variability in Surgical Procedure Times [Internet]. Vol. 92, *Anesthesiology.* 2000. Available from: <http://pubs.asahq.org/anesthesiology/article-pdf/92/5/1454/651223/0000542-200005000-00036.pdf>

13. Meneveau MO, Mehaffey JH, Turrentine FE, Shilling AM, Showalter SL, Schroen AT. Patient and personnel factors affect operating room start times. *Surgery (United States)*. 2020 Feb 1;167(2):390–5.
14. Lowndes B, Thiels CA, Habermann EB, Bingener J, Hallbeck S, Yu D. Impact of patient factors on operative duration during laparoscopic cholecystectomy: evaluation from the National Surgical Quality Improvement Program database. *Am J Surg*. 2016 Aug 1;212(2):289–96.
15. Johnstone PL. Technology-related factors contributing to labour intensification of surgical production. *Prometheus (United Kingdom)*. 2005;23(1):27–46.
16. Adair MJ, Alharthi S, Ortiz J, Qu W, Baskara A. Robotic Surgery Is More Expensive with Similar Outcomes in Sleeve Gastrectomy: Analysis of the NIS Database.
17. Canale LS, Colafranceschi AS. Is robotic mitral valve surgery more expensive than its conventional counterpart? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2015 Jun 1;20(6):844–7.
18. Huang YJ, Kang YN, Huang YM, Wu AT, Wang W, Wei PL. Effects of laparoscopic vs robotic-assisted mesorectal excision for rectal cancer: An update systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Vol. 42, *Asian Journal of Surgery*. Elsevier (Singapore) Pte Ltd; 2019. p. 657–66.
19. Kang J, Yoon KJ, Min BS, Hur H, Baik SH, Kim NK, et al. The impact of robotic surgery for mid and low rectal cancer: A case-matched analysis of a 3-arm comparison - Open, laparoscopic, and robotic surgery. *Ann Surg*. 2013 Jan;257(1):95–101.
20. Jayne D, Pigazzi A, Marshall H, Croft J, Corrigan N, Copeland J, et al. Effect of robotic-assisted vs conventional laparoscopic surgery on risk of conversion to open laparotomy among patients undergoing resection for rectal cancer the rolarr randomized clinical trial. *JAMA - Journal of the American Medical Association*. 2017 Oct 24;318(16):1569–80.
21. Kim MJ, Park SC, Park JW, Chang HJ, Kim DY, Nam BH, et al. Robot-assisted Versus Laparoscopic Surgery for Rectal Cancer: A Phase II Open Label Prospective Randomized Controlled Trial. In: *Annals of Surgery*. Lippincott Williams and Wilkins; 2018. p. 243–51.
22. Li L, Zhang W, Guo Y, Wang X, Yu H, Du B, et al. Robotic Versus Laparoscopic Rectal Surgery for Rectal Cancer: A Meta-Analysis of 7 Randomized Controlled Trials. Vol. 26, *Surgical Innovation*. SAGE Publications Inc.; 2019. p. 497–504.
23. Nelson PR, Kracjer Z, Kansal N, Rao V, Bianchi C, Hashemi H, et al. A multicenter, randomized, controlled trial of totally percutaneous access versus open femoral exposure for endovascular aortic aneurysm repair (the PEVAR trial). *J Vasc Surg*. 2014;59(5):1181–93.
24. Li JCM, Leung KL, Ng SSM, Liu SYW, Lee JFY, Hon SSF. Laparoscopic-assisted versus open resection of right-sided colonic cancer-a prospective randomized controlled trial. *Int J Colorectal Dis*. 2012 Jan;27(1):95–102.

25. Meschino MT, Giles AE, Rice TJ, Saddik M, Doumouras AG, Nenshi R, et al. Operative timing is associated with increased morbidity and mortality in patients undergoing emergency general surgery: A multisite study of emergency general services in a single academic network. *Canadian Journal of Surgery*. 2020;63(4):E321–8.
26. Qureshi A, Smith A, Wright F, Brenneman F, Rizoli S, Hsieh T, et al. The impact of an acute care emergency surgical service on timely surgical decision-making and emergency department overcrowding. *J Am Coll Surg*. 2011 Aug;213(2):284–93.
27. Thomas R. Indications et époques opératoires des malformations et affections congénitales de la face et du cou. *Gaz Med Fr*. 1957 Mar;10(64):441–2.
28. Sierra Rojas L. Momento “Optimo operatorio en padecimientos ortopédicos.” *Bol Med Hosp Infant Mex*. 1965 Jan;22:101–6.
29. Linn BS HTNICWJWM. Anastomosis of arteries by invagination technic: operative time and blood loss in dogs. *Am Surg*. 1966;32(6):395–8.
30. E Cruse PJ, Foord R. A Five-Year Prospective Study of 23,649 Surgical Wounds [Internet]. Available from: <http://archsurg.jamanetwork.com/>
31. Jeon BG, Kim HJ, Jung KH, Kim SW, Park JS, Kim KH, et al. Prolonged operative time in laparoscopic appendectomy: Predictive factors and outcomes. *International Journal of Surgery*. 2016 Dec 1;36:225–32.
32. Li BC, Xia ZQ, Li C, Liu WF, Wen SH, Liu KX. The incidence and risk factors of gastrointestinal complications after hepatectomy: A retrospective observational study of 1329 consecutive patients in a single center. *Journal of Surgical Research*. 2014 Dec 1;192(2):440–6.
33. Kaibori M, Kubo S, Nagano H, Hayashi M, Nakai T, Ishizaki M, et al. Higher complication rate in hepatocellular carcinoma patients undergoing prophylactic cholecystectomy with curative hepatic resection. *Hepatogastroenterology* . 2014 Oct;61(135):2028–34.
34. Procter LD, Davenport DL, Bernard AC, Zwischenberger JB. General Surgical Operative Duration Is Associated with Increased Risk-Adjusted Infectious Complication Rates and Length of Hospital Stay. *J Am Coll Surg*. 2010;210(1).
35. Webster C, Neumayer L, Smout R, Horn S, Daley J, Henderson W, et al. Prognostic Models of Abdominal Wound Dehiscence after Laparotomy and Participants in the National Veterans Affairs Surgical Quality Improvement Program. 2003;
36. Freilich DA, Cilento BG, Graham D, Zhou J, Retik AB, Nguyen HT. Perioperative risk factors for surgical complications in pediatric urology: A pilot study in preoperative risk assessment in children. *Urology*. 2010;76(1):3–8.
37. Tiberio GAM, Solaini L, Arru L, Merigo G, Baiocchi GL, Giulini SM. Factors influencing outcomes in laparoscopic adrenal surgery. *Langenbecks Arch Surg*. 2013 Jun;398(5):735–43.

38. Routh JC, Bacon DR, Leibovich BC, Zincke H, Blute ML, Frank I. How long is too long? The effect of the duration of anaesthesia on the incidence of non-urological complications after surgery. *BJU Int.* 2008 Aug;102(3):301–4.
39. Offodile AC, Aherrera A, Wenger J, Rajab TK, Guo L. Impact of increasing operative time on the incidence of early failure and complications following free tissue transfer? A risk factor analysis of 2,008 patients from the ACS-NSQIP database. *Microsurgery.* 2017 Jan 1;37(1):12–20.
40. Kwok AC, Agarwal JP. Unplanned reoperations after microvascular free tissue transfer: An analysis of 2,244 patients using the american college of surgeons national surgical quality improvement program database. *Microsurgery.* 2017 Mar 1;37(3):184–9.
41. Kodama J, Seki N, Ojima Y, Nakamura K, Hongo A, Hiramatsu Y. Risk factors for early and late postoperative complications of patients with endometrial cancer. *European Journal of Obstetrics and Gynecology and Reproductive Biology.* 2006 Feb 1;124(2):222–6.
42. Cheng H, Chen BPH, Soleas IM, Ferko NC, Cameron CG, Hinoul P. Prolonged Operative Duration Increases Risk of Surgical Site Infections: A Systematic Review. Vol. 18, *Surgical Infections.* Mary Ann Liebert Inc.; 2017. p. 722–35.
43. Cornellà N, Sancho J, Sitges-Serra A. Short and Long-Term Outcomes after Surgical Procedures Lasting for More Than Six Hours. *Sci Rep.* 2017 Dec 1;7(1).
44. Lee DD, Li J, Wang G, Croome KP, Burns JM, Perry DK, et al. Looking inward: The impact of operative time on graft survival after liver transplantation. *Surgery (United States).* 2017 Oct 1;162(4):937–49.
45. Alkaaki A, Al-Radi OO, Khoja A, Alnawawi A, Alnawawi A, Maghrabi A, et al. Surgical site infection following abdominal surgery: A prospective cohort study. *Canadian Journal of Surgery.* 2019 Apr 1;62(2):111–7.
46. Piper K, Algattas H, DeAndrea-Lazarus IA, Kimmell KT, Li YM, Walter KA, et al. Risk factors associated with venous thromboembolism in patients undergoing spine surgery. *J Neurosurg Spine.* 2017 Jan 1;26(1):90–6.
47. Bekelis K, Labropoulos N, Coy S, Byrne R, MacDonald JD, Ducis K. Risk of venous thromboembolism and operative duration in patients undergoing neurosurgical procedures. *Clin Neurosurg.* 2017 May 1;80(5):787–92.
48. Hoekstra LT, Van Trigt JD, Reiniers MJ, Busch OR, Gouma DJ, Van Gulik TM. Vascular occlusion or not during liver resection: The continuing story. *Dig Surg.* 2012 Mar;29(1):35–42.
49. Bennett-Guerrero E, Welsby I, Dunn TJ, Young LR, Wahl TA, Diers TL, et al. The Use of a Postoperative Morbidity Survey to Evaluate Patients with Prolonged Hospitalization After Routine, Moderate-Risk, Elective Surgery. Vol. 89, *Anesth Analg.* 1999.

50. Schwartzman UP, Torres Batista K, Duarte LTD, Saraiva RÂ, Barreto de C. Fernandes M do C, Costa VV da, et al. Complicación anestésica en un hospital de rehabilitación. ¿La incidencia tiene relación con la consulta preanestésica? *Brazilian Journal of Anesthesiology (Edición en Español)*. 2014 Sep;64(5):357–64.
51. Kim BD, Ver Halen JP, Grant DW, Kim JYS. Anesthesia duration as an independent risk factor for postoperative complications in free flap surgery: A review of 1,305 surgical cases. *J Reconstr Microsurg*. 2014;30(4):217–26.
52. Kheterpal S, O'reilly M, Englesbe MJ, Rosenberg AL, Shanks AM, Zhang L, et al. Preoperative and Intraoperative Predictors of Cardiac Adverse Events after General, Vascular, and Urological Surgery [Internet]. Vol. 110, *Anesthesiology*. 2009. Available from: www.anesthesiology.org.
53. Bennett KM, Scarborough JE, Shortell CK. Risk factors for cranial nerve injury after carotid endarterectomy. In: *Journal of Vascular Surgery*. Mosby Inc.; 2015. p. 363–9.
54. Bennett KM, Scarborough JE, Shortell CK. Predictors of 30-day postoperative stroke or death after carotid endarterectomy using the 2012 carotid endarterectomy-targeted American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program database. *J Vasc Surg*. 2015 Jan 1;61(1):103–11.
55. Aziz F, Lehman EB, Reed AB. Increased Duration of Operating Time for Carotid Endarterectomy Is Associated with Increased Mortality. In: *Annals of Vascular Surgery*. Elsevier Inc.; 2016. p. 166–74.
56. Perri JL, Nolan BW, Goodney PP, DeMartino RR, Brooke BS, Arya S, et al. Factors affecting operative time and outcome of carotid endarterectomy in the Vascular Quality Initiative. In: *Journal of Vascular Surgery*. Mosby Inc.; 2017. p. 1100–8.
57. Boitano LT, Iannuzzi JC, Tanious A, Mohebbi J, Schwartz SI, Clouse WD, et al. Predicting Postoperative Destination Through Preoperative Evaluation in Elective Open Aortic Aneurysm Repair. *Journal of Surgical Research*. 2019 Mar 1;235:543–50.
58. Arya S, Long CA, Brahmhatt R, Shafii S, Brewster LP, Veeraswamy R, et al. Preoperative Frailty Increases Risk of Nonhome Discharge after Elective Vascular Surgery in Home-Dwelling Patients. *Ann Vasc Surg*. 2016 Aug 1;35:19–29.
59. Landry GJ, Liem TK, Abraham CZ, Jung E, Moneta GL. Predictors of perioperative morbidity and mortality in open abdominal aortic aneurysm repair. *Am J Surg*. 2019 May 1;217(5):943–7.
60. Conte MS, Bradbury AW, Kolh P, White J V., Dick F, Fitridge R, et al. Global Vascular Guidelines on the Management of Chronic Limb-Threatening Ischemia. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2019 Jul 1;58(1):S1-S109.e33.
61. Aboyans V, Ricco JB, Bartelink MLEL, Björck M, Brodmann M, Cohnert T, et al. 2017 ESC guidelines for the diagnosis and treatment of peripheral arterial disease, developed in

- collaboration with the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Rev Esp Cardiol*. 2018 Feb 1;71(2):117–8.
62. Song P, Rudan D, Zhu Y, Fowkes FJI, Rahimi K, Fowkes FGR, et al. Global, regional, and national prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2015: an updated systematic review and analysis. *Lancet Glob Health*. 2019 Aug 1;7(8):e1020–30.
 63. Bradbury AW, Moakes CA, Popplewell M, Meecham L, Bate GR, Kelly L, et al. A vein bypass first versus a best endovascular treatment first revascularisation strategy for patients with chronic limb threatening ischaemia who required an infra-popliteal, with or without an additional more proximal infra-inguinal revascularisation procedure to restore limb perfusion (BASIL-2): an open-label, randomised, multicentre, phase 3 trial. *The Lancet*. 2023 May 27;401(10390):1798–809.
 64. Bodewes TCF, Darling JD, Deery SE, O'Donnell TFX, Pothof AB, Shean KE, et al. Patient selection and perioperative outcomes of bypass and endovascular intervention as first revascularization strategy for infrainguinal arterial disease. *J Vasc Surg*. 2018 Jan 1;67(1):206-216.e2.
 65. Motaganahalli R, Menard M, Koopman M, Farber A. BEST Endovascular Versus Best Surgical Therapy in Patients with Critical Limb Ischemia (BEST-CLI) Trial. *Vascular and Endovascular Review*. 2020 Jul 1;3.
 66. Farber A, Menard MT, Conte MS, Kaufman JA, Powell RJ, Choudhry NK, et al. Surgery or Endovascular Therapy for Chronic Limb-Threatening Ischemia. *New England Journal of Medicine*. 2022 Dec 22;387(25):2305–16.
 67. Edwards WH, Martin RS, Jenkins JM, Edwards WH, Mulherin JL. Primary graft infections. *J Vasc Surg*. 1987 Sep;6(3):235–9.
 68. Chang J, Calligaro K, Ryan S, et al. Risk factors associated with infection of lower extremity revascularization: analysis of 365 procedures performed at a teaching hospital. *Ann Vasc Surg*. 2003 Jan;17(1):91–6.
 69. Patel VI, Hamdan AD, Schermerhorn ML, Hile C, Dahlberg S, Campbell DR, et al. Lower extremity arterial revascularization in obese patients. *J Vasc Surg*. 2007 Oct;46(4):738–42.
 70. Tan TW, Kalish JA, Hamburg NM, Rybin D, Doros G, Eberhardt RT, et al. Shorter duration of femoral-popliteal bypass is associated with decreased surgical site infection and shorter hospital length of stay. *J Am Coll Surg*. 2012 Oct;215(4):512–8.
 71. Wanhainen A, Verzini F, Van Herzelee I, Allaire E, Bown M, Cohnert T, et al. Editor's Choice – European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2019 Clinical Practice Guidelines on the Management of Abdominal Aorto-iliac Artery Aneurysms. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2019 Jan 1;57(1):8–93.
 72. Yokoyama Y, Kuno T, Takagi H. Meta-analysis of phase-specific survival after elective endovascular versus surgical repair of abdominal aortic aneurysm from randomized

- controlled trials and propensity score-matched studies. Vol. 72, *Journal of Vascular Surgery*. Elsevier Inc.; 2020. p. 1464-1472.e6.
73. Salata K, Hussain MA, De Mestral C, Greco E, Aljabri BA, Mamdani M, et al. Comparison of Outcomes in Elective Endovascular Aortic Repair vs Open Surgical Repair of Abdominal Aortic Aneurysms. *JAMA Netw Open*. 2019 Jul 10;2(7).
 74. Lee K, Tang E, Dubois L, Power AH, DeRose G, Forbes TL. Durability and survival are similar after elective endovascular and open repair of abdominal aortic aneurysms in younger patients. In: *Journal of Vascular Surgery*. Mosby Inc.; 2015. p. 636–41.
 75. Walker TG, Kalva SP, Ganguli S, Öklü R, Salazar GM, Waltman AC, et al. Image optimization during endovascular aneurysm repair. Vol. 198, *American Journal of Roentgenology*. 2012. p. 200–6.
 76. Kronenfeld JP, Ryon EL, Lall A, Kang N, Kenel-Pierre S, DeAmorim H, et al. Percutaneous endovascular abdominal aortic aneurysm repair with monitored anesthesia care decreases operative time but not pulmonary complications. *Vascular*. 2022 Jun 1;30(3):418–26.
 77. Siracuse JJ, Farber A, Kalish JA, Jones DW, Rybin D, Doros G, et al. Comparison of access type on perioperative outcomes after endovascular aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg*. 2018 Jul 1;68(1):91–9.
 78. Buck DB, Karthaus EG, Soden PA, Ultee KHJ, van Herwaarden JA, Moll FL, et al. Percutaneous versus femoral cutdown access for endovascular aneurysm repair. *J Vasc Surg*. 2015 Jul 1;62(1):16–21.
 79. Gupta PK, Engelbert TL, Ramanan B, Fang X, Yamanouchi D, Hoch JR, et al. Postdischarge outcomes after endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg*. 2014;59(4):903–8.
 80. Molinari GJDP, Guillaumon AT, Dalbem AM de O. Efficacy analysis of a script-based guide for EVAR execution: Is it possible to reduce patient exposure to contrast, operative time and blood loss even when advanced technologies are not available? *Braz J Cardiovasc Surg*. 2015 Nov 1;30(6):650–6.
 81. Shah N, Hamilton M. Clinical review: Can we predict which patients are at risk of complications following surgery? *Crit Care*. 2013 May 7;17(3).
 82. de Vries EN, Ramrattan MA, Smorenburg SM, Gouma DJ, Boermeester MA. The incidence and nature of in-hospital adverse events: A systematic review. *Qual Saf Health Care*. 2008 Jun;17(3):216–23.
 83. Khuri SF, Henderson WG, DePalma RG, Mosca C, Healey NA, Kumbhani DJ. Determinants of long-term survival after major surgery and the adverse effect of postoperative complications. In: *Annals of Surgery*. Lippincott Williams and Wilkins; 2005. p. 326–43.

84. Ichihashi S, Higashiura W, Itoh H, Sakaguchi S, Nishimine K, Kichikawa K. Long-term outcomes for systematic primary stent placement in complex iliac artery occlusive disease classified according to Trans-Atlantic Inter-Society Consensus (TASC)-II. *J Vasc Surg.* 2011 Apr;53(4):992–9.
85. Molinari GJP, Dalbem AM de O, Guillaumon AT. O uso de recursos virtuais na preparação pré-Operatoacut;ria de aneurismas infrarrenais: Explorando o potencial do OsiriX. In: *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery.* Sociedade Brasileira de Cirurgia Cardiovascular; 2014. p. 279–84.