



CHMH
CENTENARIO HOSPITAL
MIGUEL HIDALGO



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES**

**CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESPECIALIDAD DE CIRUGIA GENERAL**

Tesis

**PREVENCION DE ADHERENCIAS INTESTINALES
A MALLA DE POLIPROPILENO, MEDIANTE LA
ADICIÓN DE POLIETILENGLICOL EN GEL. MODELO
EXPERIMENTAL EN RATAS**

Presenta

FRANCISCO CASTAÑEDA REZA

Para obtener el grado de

ESPECIALIDAD EN CIRUGIA GENERAL

Tutores

**M.C. EFRÉN FLORES ÁLVAREZ
DR. JOSÉ LUIS LÓPEZ SÁNCHEZ**

Aguascalientes, Ags., enero de 2016.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

FRANCISCO CASTAÑEDA REZA
ESPECIALIDAD EN CIRUGÍA GENERAL
P R E S E N T E

Por medio de la presente se le informa que en cumplimiento de lo establecido en el Reglamento General de Docencia en el Capítulo XVI y una vez que su trabajo de tesis titulado:

“PREVENCIÓN DE ADHERENCIAS INTESTINALES A MALLA DE POLIPROPILENO, MEDIANTE LA ADICIÓN DE POLIETILENGLICOL EN GEL. MODELO EXPERIMENTAL EN RATAS”

Ha sido revisado y aprobado por su tutor y consejo académico, se autoriza continuar con los trámites de titulación para obtener el grado de:
Especialista en Cirugía General

Sin otro particular por el momento me despido enviando a usted un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
“SE LUMEN PROFERRE”

Aguascalientes, Ags., 27 de Enero de 2016.

DR. RAÚL FRANCO DÍAZ DE LEÓN
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

c.c.p. C. P. Ma. Esther Rangel Jiménez / Jefe de Departamento de Control Escolar
c.c.p. Archivo



**PROGRESO
para
todos**

GOBIERNO DE AGUASCALIENTES



**100 AÑOS
POSADA**
CENTENARIO LUCTUOSO 1913 - 2013

CARTA DE ACEPTACIÓN

**"PREVENCIÓN DE ADHERENCIAS INTESTINALES A MALLA DE
POLIPROPILENO, MEDIANTE LA ADICIÓN DE
POLIETILENGLICOL EN GEL. MODELO EXPERIMENTAL EN
RATAS"**

**TESIS QUE SE REALIZA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN CIRUGÍA GENERAL**

PRESENTADA POR:

DR. FRANCISCO CASTAÑEDA REZA

ASESORES:

DR. JOSÉ LUIS LOPEZ SANCHEZ

ASESOR DE TESIS

CIRUJANO ADSCRITO HOSPITAL GENERAL TERCER MILENIO

DR. EFRÉN FLORES ALVÁREZ

ASESOR DE TESIS

PROFESOR TITULAR DE LA ESPECIALIDAD DE CIRUGÍA GENERAL DEL CENTENARIO
HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

DRA. MARIA DEL CARMEN VALLE GONZÁLEZ

JEFA DEL SERVICIO DE CIRUGÍA GENERAL DEL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL
HIDALGO

DR. FELIPE DE JESÚS FLORES PARKMANN SEVILLA

JEFE DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN DEL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

Aguascalientes, Ags. Enero de 2016



www.aguascalientes.gob.mx/HospitalHidalgo/

C. Galeana Sur 465. Colonia Obraje | Aguascalientes, Ags. | C.P. 20230

Tel: 01 (449) 994 67 20 | Fax: 01 (449) 994 67 48

Centenario
**HOSPITAL
MIGUEL HIDALGO**





**PROGRESO
para
todos**

GOBIERNO DE AGUASCALIENTES



**100 AÑOS
POSADA**
CENTENARIO LUCTUOSO 1913 - 2013

CARTA DE LIBERACION

A QUIEN CORRESPONDA:

Por medio de la presente informo que asesoré y revise el trabajo de tesis del DR. FRANCISCO CASTAÑEDA REZA, residente del cuarto año del servicio de Cirugía General del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, titulado: "PREVENCION DE ADHERENCIAS INTESTINALES A MALLA DE POLIPROPILENO, MEDIANTE LA ADICIÓN DE POLIETILENGLICOL EN GEL. MODELO EXPERIMENTAL EN RATAS" el cual autorizo su impresión para la terminación de su especialidad.

Sin más por el momento

DR. EFRÉN FLORES ALVAREZ

Cirujano Oncólogo

Asesor

Aguascalientes, Ags. Enero de 2016

c.c.p. Dr. Felipe de Jesús Flores Parkmann Sevilla. Jefe de Enseñanza e investigación del C.H.M.H.





**PROGRESO
para
todos**

GOBIERNO DE AGUASCALIENTES



**100 AÑOS
POSADA**
CENTENARIO LUCTUOSO 1915-2015

CARTA DE LIBERACION

A QUIEN CORRESPONDA:

Por medio de la presente informo que asesoré y revisé el trabajo de tesis del DR. FRANCISCO CASTAÑEDA REZA, residente del cuarto año del servicio de Cirugía General del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, titulado: "PREVENCIÓN DE ADHERENCIAS INTESTINALES A MALLA DE POLIPROPILENO, MEDIANTE LA ADICIÓN DE POLIETILENGLICOL EN GEL. MODELO EXPERIMENTAL EN RATAS" el cual autorizo su impresión para la terminación de su especialidad.

Sin más por el momento

DR. JOSE LUIS LÓPEZ SÁNCHEZ

Cirujano General

Asesor

Aguascalientes, Ags. Enero de 2016

c.c.p. Dr. Felipe de Jesús Flores Parkmann Sevilla. Jefe de Enseñanza e investigación del C.H.M.H.



AGRADECIMIENTOS

A mis Padres Mary y Agustín: Por brindarme la oportunidad de existir, por su amor y sus enseñanzas, por ser mis modelos y guías, son mi máximo orgullo.

A mis hermanos Pepe, Poncho, Carlos, Mony, Cecy: sin su apoyo y su ejemplo no hubiese llegado a este momento de mi carrera... gracias.

A mi esposa Irma: Gracias por caminar a mi lado, por darme fortaleza en los momentos más difíciles, por enseñarme con tu tenacidad que todo lo que me propongo se puede lograr.

A mi hija Natalia y mi hijo Francisco sepan que son mi razón de ser, gracias por enseñarme a amar mas de lo que podía imaginar.

A mis ex compañeros residentes: Díaz, Fernández, Roldán, Posadas, Ocón, Claudia, Toño. De quienes aprendí las bases de la cirugía.

A mis compañeros residentes que ahora dejo: Ramiro, Pepe, Nava, Gina, Gerardo, Aguila, David, Tavo. Gracias por hacerme sentir en familia en mi trabajo.

A mis hermanos de generación: Usamah, Aarón, Figueroa y Nares. Con los que pasé tantos desvelos, guardias de reflexión. Compartiendo regaños y también los buenos momentos. Los voy a extrañar.

A todos mis maestros: por sus enseñanzas, y a los que prefiero agradecerles personalmente todas sus enseñanzas.

Al Dr. Efrén Flores y al Dr. López Sánchez por apoyo para el desarrollo de esta tesis y sus invaluable enseñanzas.

Y finalmente a todos los pacientes del Hospital Centenario Miguel Hidalgo, quienes son la razón de ser de nuestra profesión.

DEDICATORIA

A Natalia y Francisco, mis hijos



ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	1
ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICAS	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
ACRÓNIMOS	5
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN	8
1. MARCO TEÓRICO	9
1.1. ANTECEDENTES HISTORICOS	9
1.2. CLASIFICACION DE LOS MATERIALES PROTESICOS	11
1.2.1 DE ACUERDO A LOS POROS DE LA MALLA (PARVIS AMID 1997).....	11
1.2.2 DE ACUERDO A LOS COMPONENTES DEL MATERIAL.....	13
1.2.3 DE ACUERDO A SU DENSIDAD.....	13
1.3 POSIBILIDAD DE CONTACTO VISCERAL DE MATERIALES PROTESICOS	15
1.3.1 MALLAS QUE NO DEBEN SER COLOCADAS EN CONTACTO VISCERAL	15
1.3.2 MALLAS QUE SE COLOCAN EN FORMA INTRAPERITONEAL	16
1.4 ADHERENCIAS	19
1.4.1 DEFINICION	20
1.4.2 CLASIFICACIONES	20
1.4.3 FISIOPATOLOGIA DE LA ADHESION PERITONEAL	22
1.4.4 ESTRATEGIAS PROFILACTICAS	29
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	33
2.1. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	33
2.1.1 HIPÓTESIS NULA	33
2.1.2 HIPÓTESIS ALTERNA	33
2.2. OBJETIVOS	33
2.2.1. Objetivo general.....	33
2.2.2. Objetivos específicos	33
2.3. JUSTIFICACIÓN	35
3. MATERIALES Y MÉTODOS	36
3.1. DISEÑO METODOLÓGICO	36
3.2. POBLACIÓN BAJO ESTUDIO.....	36
3.2.1. Características generales	37
3.2.2. Ubicación espacio temporal	37
3.2.3. Criterios de inclusión, exclusión y eliminación.	37
3.3. DISEÑO ESTADÍSTICO	38
3.3.1. Variables y escalas de medición	38
3.4. LOGÍSTICA Y RECURSOS DEL PROYECTO	39
3.4.1. Programación de actividades	39
3.4.2. Fuentes de recursos para el desarrollo del proyecto	40
4. RESULTADOS	41

4.1. IMPACTO POTENCIAL DE LOS RESULTADOS	49
4.1.1. Impacto Científico	49
4.1.2 Impacto Económico	49
5. DISCUSIÓN	50
6. CONCLUSIONES	51
7. BIBLIOGRAFÍA.....	52



ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICAS

Tabla 1: Clasificación de Diamond.....	21
Tabla 2: Clasificación de las adherencias por Granat.....	22
Tabla 3: Variables Independendientes	38
Tabla 4: Variables dependientes	38
Tabla 5: Etapas de realización del proyecto	40
Tabla 6: Valoración de la extensión de las adherencias	42
Tabla 7: Valoración de la severidad de las adherencias	44
Tabla 8: Prueba de Kruskal-Wallis.....	46
Tabla 9: Pruebas Post-Hoc	47
Gráfica 1: Peso, tres grupos	41
Gráfica 2: Grafica de cajas y ramas extensión de adherencias	43
Gráfica 3: Gráfica de cajas y ramas extensión de adherencias	44
Gráfica 4: Gráfica de cajas y ramas disección de adherencias.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: a) Esquema de integración de prótesis de tipo reticular; b) Aspecto microscópico de una prótesis de polipropileno de un implante experimental a los 90 días. F: filamento protésico	12
Figura 2: Vista microscópica de los materiales protésicos de acuerdo con el tamaño de su poro.	13
Figura 3: Representación esquemática del proceso de cicatrización y las propiedades de las prótesis reticulares de alta y baja densidad.	15
Figura 4: Mallas de polipropileno	16
Figura 5: Malla compuesta Sepramesh, con una capa de polipropileno pesado y otra de ácido hialurónico.....	19
Figura 6: Formación de adherencias posoperatorias	25
Figura 7: Malla de polipropileno en contacto con asas.....	47
Figura 8: Malla de polipropileno cubierta con celulosa oxidada y regenerada en contacto con asas.....	48
Figura 9: Malla de polipropileno cubierta con cubierta con gel de polietilenglicol en gel en contacto con asas.....	48

ACRÓNIMOS

CMC	Carboximtilcelulosa
EGF	Factor de crecimiento epidermico
EMC	Matriz extracelular
FDP	Productos de la degradacion de la fibrina
FGF	factor de crecimiento de los fibroblastos
IL1	Interleucina 1
IL8	Interleucina 8
MMP	Metaloproteasas de la matriz
MPEG	Metoxipolietilenglicoles
PDS	Polidioxanona
PEG	Polietilenglicol
PIGF	Factor de crecimiento placentario
PTFE	Politetrafluoroetileno
TNF	Facator de necrosis tumoral
tPA	Activador tisular del plasminogeno
uPA	Serina proteasa de tipo uroquinasa
VEGF	Factor de crecimiento endotelial vascular

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: Los materiales protésicos deben separarse de las vísceras abdominales para evitar las adherencias a la malla que pueden ser firmes y difíciles de disecar. Cuando se generan adherencias entre las vísceras y el material protésico se puede producir erosión, fístulas y en algunos casos obstrucción intestinal. Los materiales compuestos con barrera antiadherente disminuyen este problema. No existen estudios de gel de polietilenglicol aplicado a mallas intraperitoneales para evaluar su eficacia en segmentos de malla intraperitoneal de polipropileno.

OBJETIVO: Determinar si la adición de polietilenglicol en gel a una malla intraperitoneal de polipropileno previene la formación de adherencias en un modelo experimental en ratas

METODOLOGÍA: estudio experimental, prospectivo, comparativo, transversal, descriptivo, utilizamos tres grupos de 6 ratas cada uno. A las del grupo control negativo se les colocó un segmento de malla de polipropileno intraperitonealmente, al grupo control positivo idéntica malla cubierta con un segmento de celulosa oxidada y regenerada, a las del grupo en estudio una malla cubierta de gel de polietilenglicol. Se evaluaron las adherencias según la escala de Diamond a los 21 días.

RESULTADOS: Se evaluaron las características de las adherencias en cada grupo.

Extensión: en el grupo polipropileno 1 de ellas (16.7%) presento adherencias a menos 50% de la malla, 5 de ellas (71.4%) más de 50% de la superficie de la malla. De los animales del grupo celulosa 1 (20%) con adherencias de menos del 25%, 3 (50%) menos de 50% de la superficie de la malla y 2 (28.6%) de más del 50% de la superficie de la malla. De los animales del grupo experimental 4 (80%) con adherencias de menos del 25%, 2 (33%) menos de 50% de la superficie de la malla y ninguna de más del 50% de la superficie de la malla. (P: 0.007) **Severidad:** adherencias firmes y cohesivas en 3 (50%) del grupo control polipropileno y en 0 de los grupos celulosa oxidada y experimental Adherencias delgadas, avasculares en 3 (50%) del grupo en estudio y ninguna de los grupos control. (p = 0.025).

Disección: del grupo en experimental 3 (50%) se liberaron espontáneamente al separar el colgajo y en 2 (33.3%) en grupo de celulosa, en el grupo control celulosa y experimental se separaron 3 (50%) de cada grupo con tracción de la adherencia. La liberación de las adherencias con tijeras en 4 individuos del grupo control polipropileno (66.7%) y en 1(16.7%%) del grupo control positivo (p: 0.025).

Se encontraron diferencias entre el grupo polipropileno contra los grupos celulosa y experimental en extensión, severidad y densidad de las adherencias, no se encontraron diferencias entre el grupo experimental y el grupo de celulosa.

CONCLUSIONES: el gel de polietilenglicol parece ser efectivo para reducir el porcentaje de adherencias y su firmeza a segmentos de malla intraperitoneal de

polipropileno

ABSTRACT

INTRODUCTION: The prosthetic materials must be separated from the abdominal viscera to prevent adhesions to the mesh can be firm and difficult to dissect. When generated adhesions between the viscera and the prosthetic material may cause erosion, fistula and in some cases intestinal obstruction. Composite materials with non-stick barrier diminish this problem. There are no studies of polyethylene glycol gel applied to intraperitoneal meshes to evaluate its effectiveness in segments of intraperitoneal polypropylene mesh.

OBJETIVE: To determine whether the addition of a polyethylene glycol gel intraperitoneal polypropylene mesh prevents the formation of adhesions in an experimental model in rats.

METHODS: A prospective, comparative, transversal, descriptive, analytical study, we used three groups of 6 rats each. In the negative control group they were placed a segment of polypropylene mesh intraperitoneally, the positive control group identical mesh cover with a segment of oxidized regenerated cellulose and the study group a mesh cover polyethylene glycol gel. Adhesions were evaluated according to the scale of Diamond at 21 days. The degree of adhesion with the Kruskal-Wallis test was compared.

RESULTS: The characteristics of adhesions in each group were evaluated.

Extension: in polypropylene group 1 of them (16.7 %) presented adhesions less than 50% of the mesh, including 5 (71.4 %) more than 50 % of the surface of the mesh. Cellulose animal of group 1 (20 %) with adhesions less than 25 %, 3 (50%) less than 50 % of the surface of the mesh and 2 (28.6%) of more than 50% of the surface of the mesh. Animal experimental group 4 (80%) with adhesions less than 25%, 2 (33%) less than 50 % of the surface of the mesh and No more than 50 % of the surface of the mesh. (P: 0.007). **Severity:** strong adhesion and cohesive in 3 (50 %) in the control group and polypropylene 0 of oxidized and experimental thin adhesions, avascular in 3 (50 %) of the study group in cellulose groups and none of the control groups. (p = 0.025). **Dissection:** in experimental group 3 (50%) were spontaneously released by separating the flap and in 2 (33.3%) in the group of cellulose, cellulose in the experimental control group and separated three (50%) of each traction group of adhesion. The release of adhesions with scissors in 4 negpolipropileno control subjects (66.7%) and 1 (16.7 %%) positive control group (p = 0.025). Differences between polypropylene and cellulose group against the experimental groups in size, density and severity of adhesions were found no differences between the experimental group and the cellulose found.

CONCLUSIONS: polyethylene glycol gel appears to be effective in reducing the percentage of adhesions and firmness segments of intraperitoneal polypropylene mesh

INTRODUCCIÓN

Las adherencias postoperatorias son la causa más importante de obstrucción intestinal; en su mayoría, son de origen posquirúrgico y pueden ser desencadenadas o exacerbadas por la presencia de infección, inflamación intraabdominal o bien sangre o material intestinal libre en cavidad. Existen otras causas de formación de adherencias, como es la presencia de cuerpos extraños dentro de la cavidad peritoneal (p. ej., malla), que genera reacción a cuerpo extraño y, como consecuencia, forma adherencias.

Existen 4 formas para prevenir la formación de adherencias, las cuales involucran lo siguiente: principios generales, técnica quirúrgica, métodos de barrera y agentes químicos. Los principios generales para evitar la formación de adherencias son: evitar la disección intraperitoneal extensa, evitar derramamiento de contenido intestinal o biliar en cavidad, así como evitar al máximo el contacto de la sangre con los diferentes tejidos, guantes libres de talco, resecar tejidos desvitalizados o isquémicos, controlar las infecciones y, finalmente, evitar la presencia de cuerpos extraños.

Existen modelos experimentales que evalúan la formación de adherencias dentro de la cavidad peritoneal, asociada a mallas, incluso algunos ya disponibles en el mercado comercial. La finalidad de estos es evitar la formación de adherencias, buscando disminuir la reacción inflamatoria y, sobre todo, utilizar algún material que funcione como barrera mecánica entre la malla y los tejidos intraabdominales; es por eso que han acuñado el nombre de «mallas separadoras de tejidos»

Hasta el momento, no hemos documentado estudios como este, en donde se aplique una malla de polipropileno pesado en posición intraperitoneal y de forma independiente por gel en la malla.

En la actualidad, existen pocos métodos efectivos para la prevención de la formación de adherencias peritoneales postoperatorias. En este estudio se pretende demostrar que el uso de polietilenglicol en gel (systane®) aplicado a mallas de

polipropileno pesado colocadas de forma intraperitoneal, previene la formación de adherencias postoperatorias en las plastias ventrales en un modelo experimental.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES HISTORICOS

Se han usado soportes y otras prótesis externas para el tratamiento de las hernias durante miles de años.¹

La palabra "prótesis" deriva del griego «colocar frente a». En cirugía se refiere a un dispositivo artificial utilizado para reemplazar un defecto corporal.

En los primeros intentos documentados para el manejo de las hernias se utilizaron prótesis externas sostenidas con vendajes, técnica descrita por los antiguos egipcios. Guy de Chauliac en el siglo XIV y posteriormente Ambrosio Paré utilizaron unos dispositivos llamados «troussés» para «cerrar la puerta» (al orificio inguinal externo). En 1838 Wutzer reportó el uso de un tapón metálico para ocluir el anillo inguinal interno.

Los materiales protésicos con colocación quirúrgica fueron inicialmente descritos por Billroth; él dijo alguna vez a su alumno Czerny: «Si pudiéramos producir artificialmente tejidos de la densidad y resistencia de la fascia y el tendón, el secreto para la cura radical de las hernias habría sido descubierto».

Sin embargo, el uso de prótesis no se popularizó en el campo clínico hasta la utilización del alambre de plata para la reparación de las hernias inguinales. Como una modificación a la técnica de Bassini, en 1900 Witzel y Goepel fabricaron a mano una filigrana de plata para reforzar la reparación herniaria, siendo éste quizás el origen más cercano al concepto de uso de mallas. Dichos materiales tuvieron pobres resultados; sin embargo, al evidenciar la posibilidad de contacto permanente entre el paciente y el material inerte sentaron las bases para el posterior desarrollo de los materiales protésicos como se conocen hoy en día.²

Los materiales utilizados para la reparación de hernias han variado con el transcurrir de los años. La plata continuó siendo utilizada hasta los años 60, incluso con reportes de colocación preperitoneal por Ball en 1958, con recurrencia menor al 1%. La plata fue sustituida por titanio y por acero inoxidable en 1952. Sin embargo estos metales producían rigidez, desintegración lenta y respuesta fibrosa con

formación de granulomas, por lo que todos ellos fueron sustituidos por materiales plásticos como polipropileno, poliéster y marlex a inicios de la década de los sesenta, politetrafluoroetileno y ácido poliglicólico en los 80, hasta las más novedosas mallas parcialmente absorbibles y ultraligeras a partir del 2002. Roy Plunkett descubrió casualmente el politetrafluoroetileno (PTFE o teflón) en un laboratorio de DuPont en 1938, mientras realizaba investigaciones con el refrigerante tetrafluoroetileno. Notó que el gas espontáneamente se polimerizaba y formaba una cera blanquecina, que posteriormente se utilizó para el recubrimiento de cables. William Gore, quien también trabajaba en el laboratorio de DuPont vio las potenciales aplicaciones médicas del polímero y fundó la compañía que desarrolló la malla de PTFE conocida como Gore-Tex. En 1939 se sintetizó por primera vez un polímero de etilenglicol y ácido tereftálico, conocido como Mersilene (Dacron®), popularizado por Rives, Stoppa y Flament. En 1941, los químicos británicos JR Whinfield y Dickson patentaron el poliéster (polietileno teraftalato -PET-).³

En 1944, durante la Segunda Guerra Mundial, Bounet y Aquaviva reportaron el uso de mallas de nylon con forma de flecha y con una abertura lateral para permitir el paso del cordón espermático. El nylon fue sustituido por otros plásticos, porque con el tiempo perdía su fuerza tensil debido a hidrólisis y desnaturalización, además requería ser removida en presencia de infección. En 1955, Francis C Usher, Cirujano General y Farmacólogo de Houston, Texas, fue el primero en introducir la malla de polipropileno. Este polímero fue desarrollado en 1954 por el científico italiano Giolo Natta. Usher leyó un anuncio en la revista Life que describía un nuevo polímero llamado Marlex (polipropileno cristalino). Las características del producto llamaron su atención: podía ser extraído como monofilamento, era fuerte, inerte, no se fragmentaba y resistía la ebullición. Entonces fabricó una malla de polipropileno puro, realizando experimentos en animales para obtener el grosor, porosidad, elasticidad y fuerza tensil óptimos. Además, debido a sus poros grandes, el polipropileno se incorporaba adecuadamente a los tejidos, incluso en presencia de infección. Fue hasta 1962 cuando una versión mejorada del polipropileno fue fabricada como malla. Usher también planteó por primera vez el concepto de utilizar la malla para puentear el defecto y no para reforzar tejidos afrontados bajo tensión.³

1.2. CLASIFICACION DE LOS MATERIALES PROTESICOS

1.2.1 DE ACUERDO A LOS POROS DE LA MALLA (PARVIS AMID 1997)

a) Macroporosas o tipo I: Teniendo como ejemplo las mallas de polipropileno. Este material tiene alta tolerancia en presencia de infección, pues se trata de un material macroporoso, siendo estos poros mayores a 75 micrones, lo que permite la permeación de macrófagos, fibroblastos, proliferación de vasos sanguíneos y fibras de colágena. Por ello, aun en caso de infección, generalmente no es necesario retirarla. Con este material se ha documentado la formación de fístulas y la intensa formación de adherencias viscerales cuando se le pone en contacto con el intestino, situaciones que distan mucho para considerarle como ideal; dos de sus más importantes características son la macroporosidad y su textura, que favorecen la infiltración del tejido hacia la prótesis, lo que condiciona una fuerte y segura reparación de la pared. Sin embargo, un defecto indeseable de la macroporosidad es la alta adherencia al intestino cuando se le pone en contacto directo. No se sabe la causa real de las adherencias a la malla (si se trata de un factor mecánico o si las propiedades químicas intrínsecas de la prótesis causan esta irritación), por ello debe procurarse cubrirla con peritoneo para evitar el contacto visceral.

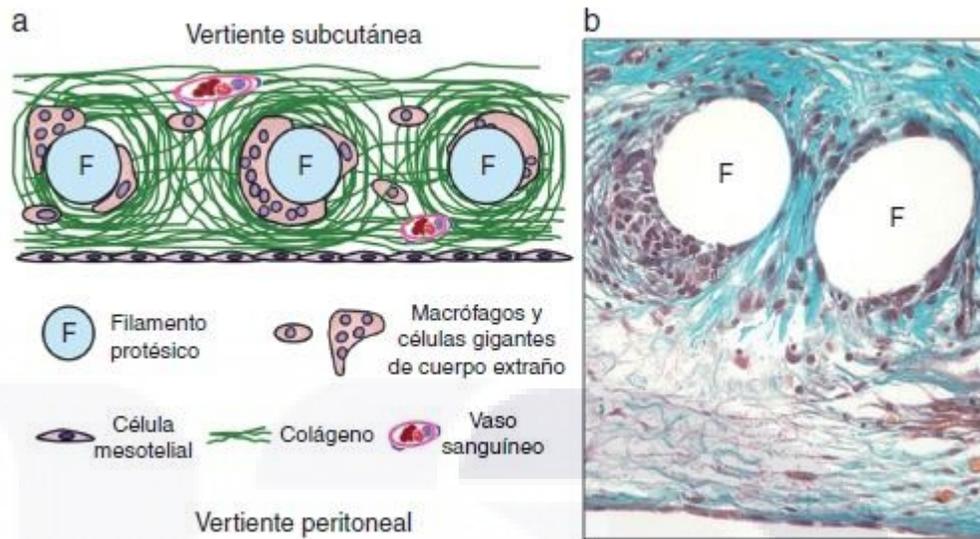


Figura 1: a) Esquema de integración de prótesis de tipo reticular; b) Aspecto microscópico de una prótesis de polipropileno de un implante experimental a los 90 días. F: filamento protésico

b) Microporosas o tipo II: El politetrafluoroetileno. Se trata de materiales con poros menores de 75 micrones que no permiten la permeación de macrófagos y fibroblastos, pero sí de las bacterias, por lo que en caso de infección, generalmente es necesario retirarlas para controlar el foco infeccioso. Tienen menor índice de formación de adherencias cuando se ponen en contacto visceral; de cualquier modo no es aconsejable su uso en campos quirúrgicos contaminados.

c) Mixtas o tipo III: Coexistencia de macro y microporos, por lo tanto, comparten las ventajas y desventajas de ambos tipos. Teflón®, polipropileno multifilamento, poliéster

c) Poros submicrones tipo o IV: Silastic® no utilizables para hernio plastias⁴.

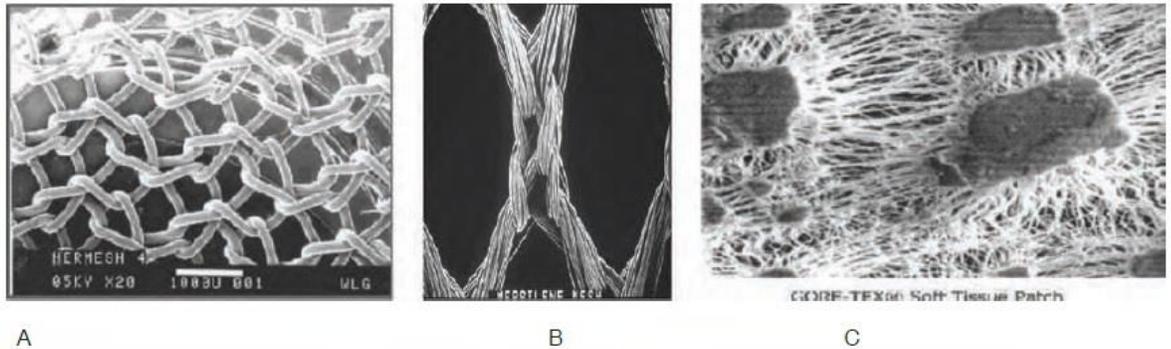


Figura 2: Vista microscópica de los materiales protésicos de acuerdo con el tamaño de su poro.

1.2.2 DE ACUERDO A LOS COMPONENTES DEL MATERIAL

a) **No absorbibles o totalmente sintéticas.** Materiales unicapa, permanentes en la integración de la cicatriz.

b) **Con capa de material absorbible.** Los avances más recientes en cuanto a materiales protésicos incluyen la fabricación de mallas parcialmente absorbibles y recubiertas, las cuales disminuyen la respuesta inflamatoria del huésped y teóricamente reducen la frecuencia de recurrencia y de dolor crónico asociado a la contracción de la malla. Esta cualidad les permite ser de baja densidad: ligeras o ultraligeras.

c) **Totalmente absorbible.** Como ejemplo tenemos la malla totalmente conformada por hebras de poliglactina 910 (Vycril®, Johnson & Johnson) con absorción a los 60-90 días.⁵

1.2.3 DE ACUERDO A SU DENSIDAD

a) **Mallas de alta densidad o pesadas.** La colocación de una malla con la consecuente respuesta inflamatoria puede llevar a la formación de una cicatriz rígida con pérdida de la elasticidad y la distensibilidad de la pared abdominal. Este es el tipo de material más utilizado en el mercado. Induce durante su integración al huésped una reacción inflamatoria intensa y crónica, con gran fibrosis, y por su característica de ser un material hidrofóbico, termina siendo encapsulado. Aporta 6 a 7 veces la resistencia necesaria, por lo que se considera que se encuentran dentro

de límites suprafisiológicos. El peso promedio es de 95 a 110 g/m². El ejemplo clásico es el polipropileno cristalizado o Marlex®.

b) Mediana densidad: Aquéllas con peso promedio entre 45 y 90 g/m². Un ejemplo de este material es el polipropileno convencional o Prolene®.

c) Baja densidad. El uso de mallas de bajo peso, que tienen un peso promedio entre 35 y 38 g/m² con reducción en el contenido de polipropileno y poros de mayor tamaño, ha demostrado reducir la inflamación, así como tener una mejor integración a los tejidos circundantes. Clínicamente, esto puede traducirse en disminución en el dolor crónico, parestesias y mejoría en la distensibilidad de la pared abdominal. Ejemplos de estas mallas incluyen VYPRO II® y ULTRAPRO® (Johnson & Johnson), materiales formados por delgados filamentos de Vycril (poliglactina 90) y Prolene (polipropileno) o Monocryl (Poliglecaprone 25) y Prolene. Estos filamentos son parcialmente absorbibles, debido a su composición, que incluye 50% de vicryl o monocryl. Son materiales macroporosos, lo cual induce una mejor integración a los tejidos y una reducción cercana al 70% del cuerpo extraño implantado. Otro ejemplo, es el nuevo poliéster o poliéster de última generación (Parietex®) que es un material macroporoso e hidrofílico (permite la integración sin encapsulación) con peso por debajo de 35 g/m².⁶

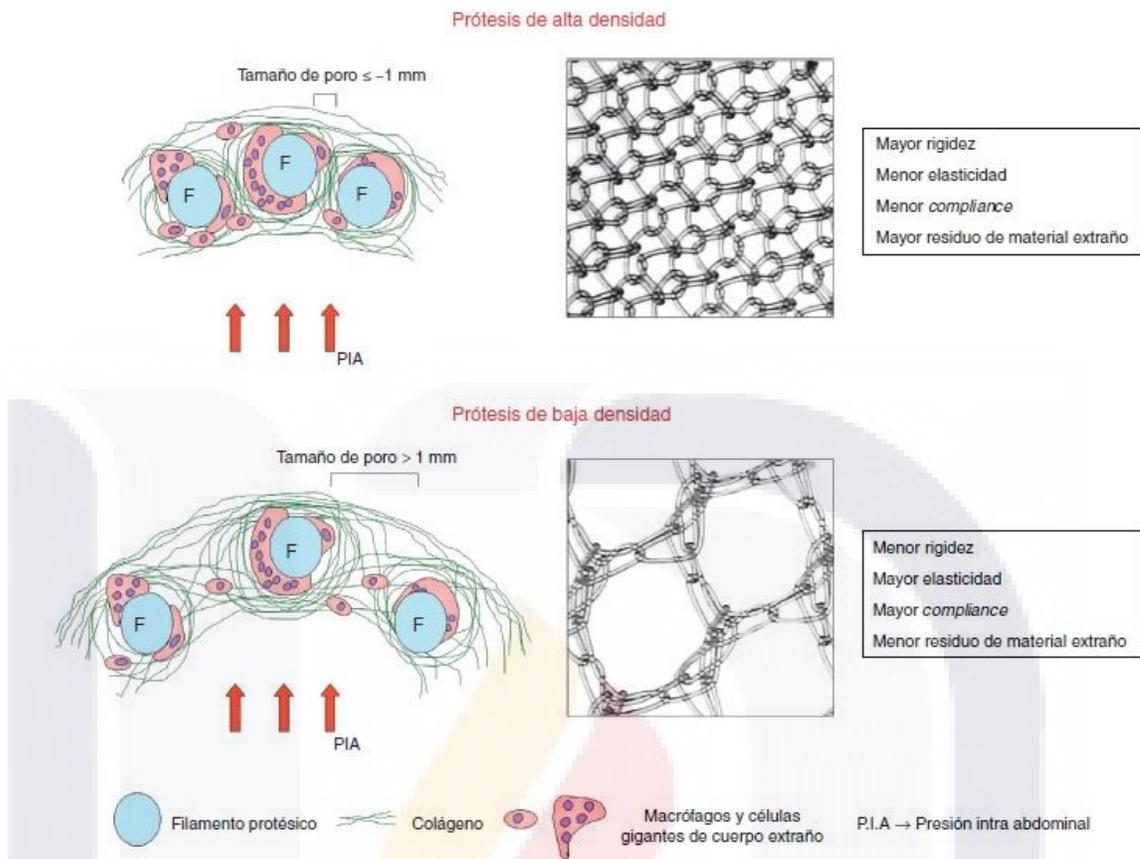


Figura 3: Representación esquemática del proceso de cicatrización y las propiedades de las prótesis reticulares de alta y baja densidad.

1.3 POSIBILIDAD DE CONTACTO VISCERAL DE MATERIALES PROTESICOS

1.3.1 MALLAS QUE NO DEBEN SER COLOCADAS EN CONTACTO VISCERAL

El material protésico debe separarse de las vísceras abdominales para evitar las adherencias a la malla que pueden ser firmes y difíciles de disecar. Cuando se generan adherencias entre las vísceras y el material protésico se puede producir erosión, fístulas y en algunos casos obstrucción intestinal, complicaciones que se relacionan con una considerable morbilidad y mortalidad.⁷ Estudios actuales en modelos animales han demostrado que las adherencias y las características de las mismas, generadas por las mallas, varían de acuerdo al material del cual están hechas. Se le ha nombrado índice de adhesión a la capacidad que tiene la malla para generar adherencias. Kiudelis propone una escala, tomando en cuenta cuatro

parámetros. El primero es el área de la malla que se cubre de adherencias en porcentaje, el segundo es el grado de vascularización de las adherencias, el tercero es el grosor de las mismas y el último la fuerza de las adherencias. La sumatoria de los puntos indica el índice de adhesión, tomando el 0 como el valor mínimo y el 12 como valor máximo.⁸

Proceed® = 2.75 Mersilene® = 9.20

Vypro® = 9.70 Prolene® = 9.50

Las mallas de MERSILENE Y PROLENE se cubren de adherencias hasta en un 75% de su superficie; estas adherencias suelen ser firmes y vascularizadas y requieren para separarlas de una disección mayor.

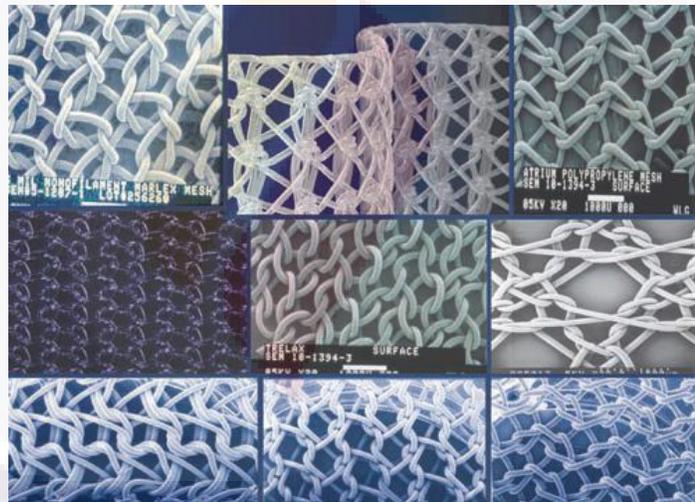


Figura 4: El Polipropileno es un material ampliamente usado, que tiene diferentes características de trenzado de acuerdo con el fabricante.

1.3.2 MALLAS QUE SE COLOCAN EN FORMA INTRAPERITONEAL

Aceptando que los mejores resultados se obtienen cuando se utiliza material protésico, existen diversos tipos de mallas que buscan cubrir los defectos

aponeuróticos, sin adherirse a los órganos intraabdominales, pero con adecuada integración a los tejidos de la pared. Estas mallas, por lo tanto, pueden tener contacto visceral y son conocidas como bicapa o separadoras de tejidos. No hay que olvidar que el objetivo de las plastias de pared, es la restauración de la integridad de la pared abdominal con continuidad miofascial y sin tensión, para recuperar así las características fisiológicas de la pared. Esto le permite al paciente la reincorporación a sus actividades con una adecuada calidad de vida.

Con el objetivo de minimizar las complicaciones y mejorar los resultados, se ha iniciado la experiencia con mallas que pueden ser puestas de forma intraabdominal o intraperitoneal. Estas mallas, además de tener una cobertura temporal protectora para el contacto visceral, mientras que se integran adecuadamente a la matriz tisular, tienen la ventaja teórica de disminuir la recurrencia de la hernia, puesto que los vectores de la presión intraabdominal y la contracción muscular se distribuyen radialmente sobre la pared abdominal y no directamente sobre los puntos de fijación de la malla. Para la colocación intraabdominal o intraperitoneal existen en el mercado diversas mallas, entre ellas:

a) e-PTFE (Dualmesh®)

La malla doble Gore-Tex tiene dos superficies: la primera es lisa (microporos de 3 mm) hecha de ePTFE y la segunda es rugosa (microporos de 22 mm). Fue diseñada para colocar su superficie lisa hacia los órganos intraabdominales. Se puede obtener en 2 presentaciones: una es una hoja sólida y la otra está perforada para permitir mayor incorporación a los tejidos, esta formulación extendida (ePTFE), tiene baja incidencia de erosión de vísceras, oclusión intestinal, formación de fístulas entero cutáneas, formación de abscesos y de formación de adherencias, porque al ser colocada es rápidamente recubierta por mesotelio. Recientemente se ha incorporado plata y clorhexidina en el ePTFE, para añadirle propiedades antimicrobianas.⁹

b) Polipropileno con recubrimiento de carboximetilcelulosa y hialuronato (Sepramesh®)

Es un material protésico con doble componente: polipropileno macroporoso en un lado con hialuronato de sodio y carboximetilcelulosa del otro lado. Fue diseñado para proteger las vísceras intraabdominales y la formación de adherencias durante el periodo crítico de remesotelización en la primera semana postquirúrgica. La porción absorbible se convierte en un gel en 48 horas, permanece sobre la malla por aproximadamente 7 días y posteriormente es degradado en 28 días. c) Poliéster y polipropileno con colágena y recubrimiento de polietilenglicol y glicerol (Parietex Composite®, Parietene Composite®), son mallas compuestas de multifilamento de poliéster con recubrimiento absorbible de atelocolágena tipo I oxidada de bovino. Esta última, a su vez, cubierta por una capa absorbible y antiadherente de polietilenglicol y glicerol. El polietilenglicol es un hidrogel que disminuye la adherencia de los tejidos y el glicerol es un lípido hidrofóbico. La cubierta de colágeno promueve el crecimiento de colágeno al incrementar la capacidad hidrofílica del poliéster y disminuir la reacción fibrosa. El colágeno, polietilenglicol y glicerol se reabsorben en 3 semanas. Parietene Composite® consiste del mismo recubrimiento sobre polipropileno.⁹

c) Polipropileno-polidioxanona con cubierta de celulosa oxidada (Proceed®).

La malla Proceed® es un material protésico, formado de tres capas, que cuenta con las siguientes características:

1. Capa de polipropileno: Éste es un monofilamento, el cual confiere durabilidad, fuerza y flexibilidad a la malla, además de una integración excelente del tejido a la misma, lo cual genera un reforzamiento de la pared abdominal.
2. Capa de celulosa oxidada regenerada que minimiza la adhesión a los tejidos. Es un material de origen no animal.
3. Polidioxanona absorbible, que promueve una unión flexible y segura entre la malla y la capa de celulosa.

Esta bicapa es considerada como prótesis ligera, ya que contiene una menor cantidad de material extraño, pues la celulosa se absorbe por completo de 7 a 14 días posterior a su colocación, dejando únicamente el filamento de polipropileno

peritonizado (ya que también las fibras de polidioxanona se absorben). Este esqueleto de fibras de monofilamento favorece un tejido de cicatrización flexible y por lo tanto una fuerte incorporación del mismo a los tejidos. Otra característica de esta malla es que resiste la colonización bacteriana por tratarse de un material macroporoso que permite el flujo libre de líquidos a través de ella, incluyendo células como los macrófagos para evitar o resistir la infección.

Su maleabilidad permite que se adapte fácilmente a la anatomía y una vez que se conoce la técnica quirúrgica, es de fácil colocación. Sus características la convierten en un material protésico útil y seguro, que puede colocarse de forma intraperitoneal para la reparación de los defectos de la pared abdominal. Estudios experimentales realizados en ratas han demostrado que no existe diferencia en la incidencia de infección con los diferentes tipos de mallas y se documentó que las mallas que combinan un índice menor de adherencias con una incorporación máxima a los tejidos y fuerza tensil son la Parietex Composite®, Sepramesh® y Proceed®. Entre éstas se ha evidenciado superioridad en cuanto a menor formación de adherencias y mayor incorporación a los tejidos con la malla Proceed® y la Parietex Composite®. Esta última con mayor retracción y encogimiento en modelos experimentales.¹⁰

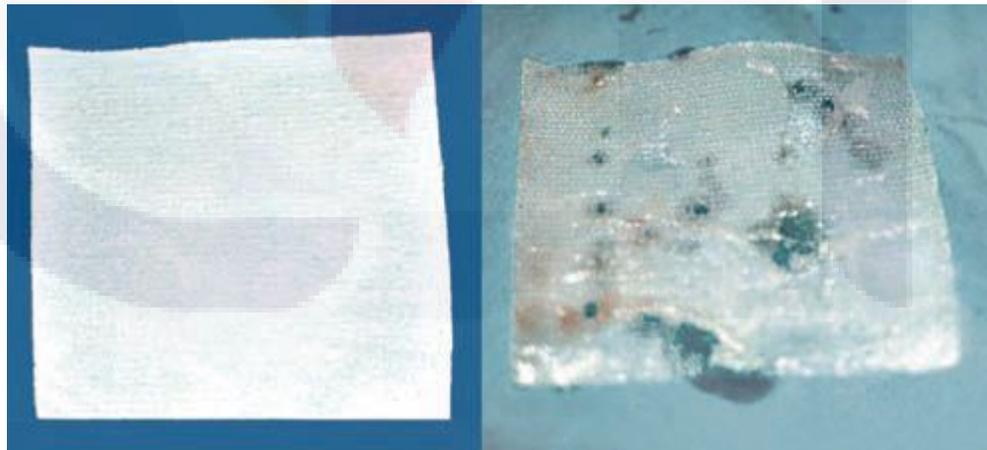


Figura 5: Malla compuesta Sepramesh, con una capa de polipropileno pesado y otra de ácido hialurónico.

1.4 ADHERENCIAS

1.4.1 DEFINICION

Las adherencias son definidas como uniones patológicas entre dos superficies dentro de la cavidad abdominal, pericardio o espacio pleural, formadas por defectos en su superficie, cuya extensión supera los límites de la incisión quirúrgica. Representan un tejido altamente diferenciado que se forma a través de un intrincado proceso que envuelve un órgano complejo como lo es el peritoneo, cuyas características en su superficie hacen que la respuesta a la lesión sea única y específica.¹¹

1.4.2 CLASIFICACIONES

Las adherencias pueden clasificarse como congénitas o adquiridas. Las congénitas están presentes desde el nacimiento como una anomalía embriológica en el desarrollo de la cavidad peritoneal (bandas vitellointestinales). Las adquiridas se subdividen en inflamatorias o post quirúrgicas. Las adherencias inflamatorias surgen después de procesos inflamatorios intraabdominales, tales como apendicitis, colecistitis aguda, diverticulitis aguda, enfermedad inflamatoria pélvica, y el uso previo de un dispositivo intrauterino, la proporción real de cada uno de estos tipos no se conoce, pero ha sido reportado que la mayoría de las adherencias son posquirúrgicas. Las adherencias posquirúrgicas son una consecuencia resultante de la lesión de la superficie de los tejidos cuando a raíz de la incisión, cauterización, de sutura u otros medios de trauma forman tejido cicatrizal, recientemente se encontró que todos los pacientes que se habían sometido al menos a una cirugía abdominal desarrolló de 1 a 10 adherencias.¹²

Las adherencias postoperatorias, pueden distinguirse:

- Adherencias tipo 1 o la formación de adherencias de novo :
Adherencias formadas en los sitios que no tenían adherencias previamente.
 - ❖ 1A: no hay procedimientos quirúrgicos previos en el sitio de adherencias.

- ❖ 1B: procedimientos operativos anteriores en el sitio de adherencias.
- Adherencias tipo 2 o la reformación de adherencias:
Adherencias formadas en los lugares donde se realizó la adherensiólisis.
 - ❖ 2A: no hay procedimientos quirúrgicos en el sitio de adherencias además de adherensiólisis.
 - ❖ 2B: otros procedimientos quirúrgicos en el lugar de adherencias además de adherensiólisis. ¹³

1.4.2.1 CLASIFICACION DE DIAMOND

Para poder estudiar las adherencias existen varias clasificaciones en base a las características de las mismas como la propuesta por Le Blank en 2002 en la cual describen la extensión, severidad y disección, ubicado en 4 categorías de acuerdo a las características macroscópicas, siendo el de menor puntaje de 0 y el mayor de 9. ¹⁴

	0	1	2	3
Extensión	Sin adherencias	Cubre menos del 25%	Cubre menos del 50%	Cubre más del 50%
Severidad	Sin adherencias	Delgadas avasculares	Vascularizado denso	Vascularizado firme
Disección	Sin adherencias	Se separa sin tracción	Se separa con tracción	Se separa solo con corte

Tabla 1: Clasificación de Diamond

1.4.2.1 CLASIFICACIÓN DE GRANAT

Otra escala de medición macroscópica de las adherencias formadas es por el método de graduación desarrollado por Granat.

0	Ausencia de adherencias
I	Adherencias delgadas, filamentosas y fácilmente separables
II	Adherencias firmes y organizadas confinadas a un área, incluye adherencias únicas a la pared abdominal
III	Adherencias firmes y organizadas diseminadas en más de un área
IV	Adherencias grado III + adherencias de órganos abdominales a la pared anterior

Tabla 2: Clasificación de las adherencias por Granat

Tabla tomada de Granat, M. 1983. Reduction of peritoneal adhesions formation by colchicine. A comparative study in the rat. Fertil Steril 369-372.

1.4.3 FISIOPATOLOGIA DE LA ADHESION PERITONEAL

El peritoneo es uno de los órganos más grandes en los seres humanos con una superficie de 10.000 cm², sirve para minimizar la fricción y facilitar la libre circulación de las vísceras abdominales, para resistir y localizar infecciones y para almacenar grasa, especialmente en el epiplón mayor, forma un saco cerrado en los hombres y un saco abierto en las mujeres, que recubre las paredes abdominales (peritoneo parietal) y las vísceras (peritoneo visceral). Está compuesta de una capa continua de células mesoteliales y una capa de tejido conectivo laxo, las células mesoteliales peritoneales están altamente diferenciadas, como las células mesoteliales pleurales y pericárdicas, su superficie apical contiene abundantes microvellosidades que aumentan la superficie funcional del peritoneo para la absorción y la secreción, están conectadas entre sí por desmosomas y muy vagamente unidas a la membrana basal, el tejido conectivo está compuesta de haces de fibras de colágena y elásticas orientadas en diferentes direcciones y una rica red de vasos sanguíneos y linfáticos, intercaladas entre estas fibras y vasos hay células similares a fibroblastos, macrófagos, mastocitos y células de grasa, la cavidad peritoneal intacta contiene 3-50 ml de fluido con un pH de 7,5-8,0. El líquido peritoneal contiene plasma, proteínas, que incluyen una gran cantidad de

fibrinógeno, y una variedad de células libres-flotantes, incluidos los macrófagos, linfocitos, eosinófilos, mastocitos y células mesoteliales.¹⁵

Las adherencias son la consecuencia de un trauma al tejido que puede resultar de una lesión aguda, mecánica o térmica; infección; la radiación; isquemia; la desecación; abrasión; o reacción de cuerpo extraño. Tal trauma desencadena una cascada de eventos que comienza con la interrupción de los mastocitos del estroma, que libera sustancias vasoactivas como la histamina y cininas que aumentan la permeabilidad vascular. Se forman entonces depósitos de fibrina, que contiene exudados de células, leucocitos, y macrófagos. La curación se produce por una combinación de fibrosis y regeneración mesotelial. A diferencia de heridas de la piel, que curan de los bordes, la reparación de defectos peritoneales se produce a partir del mesénquima subyacente. Como resultado, tanto grandes y pequeños defectos peritoneales se curan relativamente rápido. Los exudados de fibrina se forman dentro de las 3 horas después de la lesión. La mayoría de los exudados de fibrina son transitorios y se descomponen por la fibrinólisis dentro de las 72 horas. Inducida por la supresión local del trauma por la fibrinólisis peritoneal. La invasión de fibroblastos y vasos sanguíneos pronto llegaran a formar las nuevas adherencias vasculares permanentes.¹⁶

A) COMPONENTES CELULARES DE LA CICATRIZACION DEL PERITONEO

Los leucocitos, células mesoteliales y macrófagos, son componentes celulares importantes de la cicatrización, la cual caracteriza por infiltración celular y una respuesta aumentada de las células mesoteliales en el área dañada, en respuesta a la lesión, las células peritoneales como los macrófagos y células mesoteliales producen mediadores que modulan y dirigen la respuesta en cadena de otras células involucradas en la respuesta inflamatoria.

B) RESPUESTA CELULAR

Se ha estudiado la respuesta celular encontrando una secuencia celular de la siguiente manera:

- ❖ 12 horas se encuentran polimorfonucleares múltiples entre las bandas de fibrina con escaso infiltrado celular en la profundidad de la herida.
- ❖ 24-36 horas se incrementa el infiltrado celular en la superficie de la herida, sobre todo por macrófagos, permaneciendo escaso infiltrado en la base de la herida
- ❖ Día 2: la superficie se encuentra cubierta por una capa de macrófagos, encontrándose además dos tipos celulares nuevos: la célula mesenquimal primitiva e islotes de células mesoteliales interconectadas por desmosomas y uniones estrechas
- ❖ Día 3: aumentan las células primitivas, sin superar el número de macrófagos y en la base de la herida se observan algunas células primitivas y fibroblastos, en este día se equipara la cantidad de células en la superficie y en la profundidad de la herida.
- ❖ Día 4: las células de la superficie (mesenquimales primitivas y fibroblastos) entran en contacto
- ❖ Día 5: la cicatrización parece completa en algunas áreas, donde se observa una sola capa de células mesoteliales interconectadas por desmosomas y uniones estrechas
- ❖ Día 6: el número de macrófagos disminuyen en la superficie de la herida
- ❖ Día 7: se hace evidente una membrana basal discontinua
- ❖ Día 8: se observa una capa continua de células mesoteliales en la superficie
- ❖ Día 10: se observa una capa continua de células mesoteliales en la membrana basal, fibroblastos y fibras de colágeno
- ❖ El recambio celular se observa tan pronto como a los 30 minutos y a las 8 horas es posible observar una variedad de células. ¹⁷

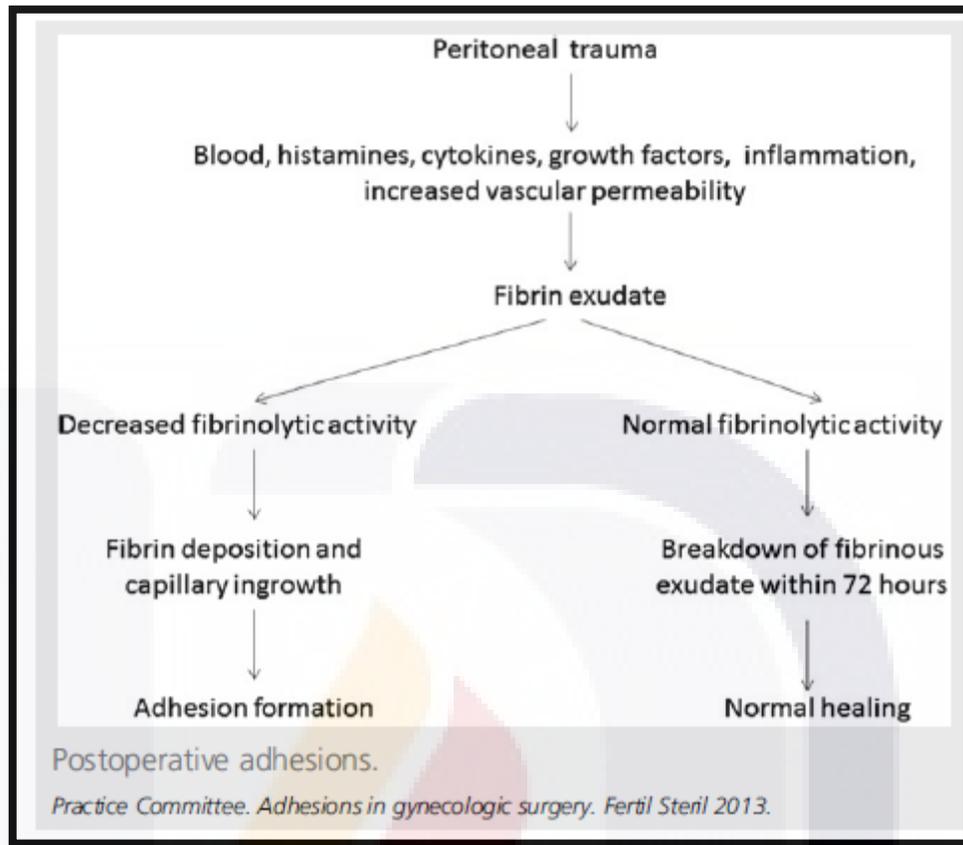


Figura 6: Formación de adherencias posoperatorias ¹⁸

DAÑO TISULAR Y SISTEMA FIBRINOLITICO

Desde 1958 se demostró que el tiempo necesario para saber si una adherencia va a ser permanente o destruida es de 72 horas. Es ampliamente aceptado que el sistema fibrinolítico desempeña un papel central en la curación peritoneal postoperatoria.

Inmediatamente después de una lesión quirúrgica en el peritoneo hay sangrado y un aumento en la permeabilidad vascular con la extravasación de líquido rico en fibrinógeno, casi al mismo tiempo, se produce una respuesta inflamatoria, con la migración de células inflamatorias, liberación de citoquinas, activación de la cascada de la coagulación y como resultado la formación de trombina, que es necesaria para la conversión de fibrinógeno a fibrina. La fibrinólisis es un factor clave en la determinación de la cantidad de la formación de adherencias. La fibrinólisis

temprana, dentro de los primeros 5 días, favorece la cicatrización del peritoneo sin adhesión a los tejidos. Sin embargo, si la fibrinolisis no ocurre en 5 a 7 días de la lesión peritoneal, la matriz temporal de fibrina persiste y se vuelve gradualmente más organizada y conduce a la formación de la adhesión. Varios autores coinciden en que existen dos eventos clave en la formación de adherencias, ellos son:

1. La coaptación de las dos superficies mesoteliales dañadas.
2. El desbalance entre los depósitos de fibrina y su disolución.

Hay 2 principales activadores del sistema fibrinolítico: activador tisular del plasminógeno y activador de plasminógeno uroquinasa similar. Ellos son los principales factores que convierten el plasminógeno en plasmina activa, una proteasa de amplio alcance capaz de degradar fibrina. Los inhibidores del activador del plasminógeno inhiben la fibrinolisis y aumentan la formación de adherencias.

Se ha considerado como la más importante defensa natural anti adherencias al activador tisular del plasminógeno (tAP), ya que la plasmina degrada la matriz gelatinosa de fibrina.¹¹

El plasminógeno es una glicoproteína sintetizado en el hígado, abundante en casi todos los tejidos. Es el precursor inactivo de la plasmina, una serina proteasa que es muy eficaz en productos de degradación de la fibrina (FDP) y que tiene un papel en la otras etapas de la reparación de tejidos tales como la degradación de la matriz extracelular (ECM), activador de la familia de proenzimas de metaloproteasas de la matriz (MMP) y la activador de factores de crecimiento.

El activador tisular del plasminógeno es una serina proteasa de tipo tisular (tAP), que es expresada en células endoteliales, células mesoteliales y macrófagos, tAP tiene una alta afinidad por la fibrina y se une a un receptor específico, que se expone en la superficie de la molécula de fibrina.

Por lo tanto, en la presencia de fibrina, la tasa de activación de plasminógeno es notablemente mayor, mientras que en ausencia de la fibrina, el tAP es un pobre activador de plasminógeno. Esto se traduce en una mayor activación del plasminógeno en los sitios donde se requiere. El otro activador de plasminógeno es la serina proteasa de tipo uroquinasa PA (uPA). Las propiedades de uPA difiere de las de tAP ya que carece de unión de alta afinidad por fibrina y por lo tanto el aumento de la actividad en presencia de fibrina. Por lo tanto, de uPA está limitada en su capacidad para activar plasminógeno.

La angiogénesis es un proceso auto-limitado y estrictamente controlado que se produce de una manera secuencial, con la participación la degradación de la matriz intersticial, vascular y de membrana basal, la migración y la proliferación de células endoteliales y finalmente la formación de capilares. La producción de enzimas proteolíticas tales como MMP, en respuesta a factores angiogénicos es fundamental para todas las etapas de la angiogénesis, es decir, la degradación de la matriz perivascular y estroma de tejido, la migración y la proliferación de las células endoteliales.

Dado que estas proteasas son producidas en formas inactivas y deben activarse para iniciar sus acciones, sus actividades están reguladas por inhibidores fisiológicos de origen natural, es decir, TIMPs y los PAI (inhibidor tisular del plasminógeno). Las citocinas y factores de crecimiento tales como IL 1, IL 8, TNF- α , el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF), el factor de crecimiento de fibroblastos (FGF), factor de crecimiento epidérmico (EGF), TGF- α , TGF- β , factor de crecimiento derivado de las plaquetas-(PDGF) son considerados como factores angiogénicos, debido a su capacidad de regular la expresión de MMPs, las AP y sus inhibidores y para modular la migración de células endoteliales y la proliferación. VEGF, el factor angiogénico conocido más potente, una familia que incluye VEGF-A, VEGF-B, VEGF-C, VEGF y factor de crecimiento placentario (PIGF).¹⁵

La atenuación y / o la inhibición de uno o más componentes en la formación de fibrosis en este tipo de lesiones representaría el objetivos clave en las estrategias de prevención a formación de adherencias intraperitoneales. Una clase de compuestos que pertenecen a la familia PDE ha surgido como potencial inhibidor de la adhesión debido a su amplia gama de actividades en el tejido de proliferación a través de la regulación de las fosfodiesterasas de nucleótidos cíclicos. Un inhibidor de la PDE disminuye la degradación de cAMP / cGMP y ha sido utilizado para el tratamiento de trastornos vasculares (Lin et al. 2002). Este compuesto ha demostrado que disminuye la proliferación celular en el mesotelio peritoneal in vitro (Hung et al. 2003), atenúa la fibrosis renal y fibrosis peritoneal.¹⁹

La curación peritoneal difiere al de la piel. La reepitelización de la piel se lleva a cabo a través de la proliferación de células epiteliales de la periferia hacia el centro de la herida. Por el contrario, el peritoneo se convierte en mesotelio al mismo tiempo, y sin importar el tamaño de la lesión, con el nuevo desarrollo de las islas de células mesoteliales que luego proliferan en hojas de células mesoteliales. En consecuencia, las lesiones grandes de piel tardan más en reepitelizarse que las lesiones pequeñas en la piel. Las lesiones grandes del peritoneo mesotelizan casi tan rápido como las heridas pequeñas, en un plazo de 5-6 días para el peritoneo parietal y de 5-8 días para el mesotelio visceral que cubre el íleon terminal y la capa mesotelial del peritoneo parietal. El sitio clave en la formación de adherencias es la superficie que recubre del peritoneo. La delicadeza de la superficie peritoneal y su posterior susceptibilidad a daños, así como el rápido ritmo de remodelización dentro de 5-8 días son factores importantes en la formación de adherencias. Las células mesoteliales peritoneales reepitelizan el defecto en aproximadamente 8 días.²⁰

La lesión o inflamación del peritoneo desencadena un estado de coagulación al comienzo de la reparación peritoneal posquirúrgica que libera varios mensajeros químicos en el lugar de la lesión que dan lugar a una serie de eventos. Los leucocitos, las células mesoteliales, y la fibrina desempeñan un papel importante en

esta cascada de eventos. También presente en la cavidad peritoneal antes de la cirugía es una pequeña cantidad de líquido que contiene macrófagos y proteínas plasmáticas que contienen una gran cantidad de fibrinógeno. Después de la cirugía, los macrófagos aumentan en número. Los macrófagos postquirúrgicos son totalmente diferentes a los macrófagos residentes y secretan sustancias variables, incluyendo la ciclooxygenasa y metabolitos de la lipoxigenasa, activador del plasminógeno, colagenasa, elastasa, interleucinas (IL) 1 y 6, factor de necrosis tumoral (TNF), leucotrieno B₄, la prostaglandina E₂, etc. Los Macrófagos intraperitoneales postoperatorias reclutan nuevas células mesoteliales sobre la superficie de la lesión. Estas células mesoteliales en respuesta a citoquinas y otros mediadores de macrófagos forman pequeñas islas que proliferan en láminas de células mesoteliales en el área lesionada lo que conducirá a remesotelización peritoneal. La organización de la matriz en gel de fibrina es de gran importancia en la formación de adherencias. Esta matriz se forma en varios pasos, comenzando a partir de fibrinógeno en monómero de fibrina, a continuación, a un polímero soluble de fibrina, y finalmente se convierte en polímero insoluble de fibrina. Este último interactúa con proteínas, incluyendo fibronectina, para formar un gel de matriz de fibrina. Dos superficies peritoneales dañadas entran en aposición mientras está cubierto con una matriz de gel de fibrina que puede formar una adhesión, no sólo en el momento de la lesión quirúrgica, sino también durante los próximos 3-5 días.¹²

1.4.4 ESTRATEGIAS PROFILACTICAS

Aunque la cuestión de la adhesión no es nueva, no existe actualmente ninguna estrategia definitiva a prevenir su formación. Evaluar y comparar la efectividad de los tratamientos siguen siendo difíciles porque no hay estandarización de inducción y clasificación protocolos. Combinado con la técnica quirúrgica apropiada, los agentes más comúnmente utilizado como adyuvantes en la inhibición de la adhesión. Evaluar y comparar la efectividad de los tratamientos siguen siendo difíciles porque no hay estandarización de inducción y clasificación protocolos.²¹

1.4.4.1 CLASIFICACIÓN DE AGENTES PARA LA PREVENCIÓN DE ADHERENCIAS

- Antiinflamatorios
- Barreras de materiales absorbibles
- Geles o soluciones
- Anticoagulantes
- Antioxidantes

El cirujano puede adoptar varias estrategias quirúrgicas a disminuir el impacto de la formación de adherencias. Estas estrategias son lógicas y libre de costos adicionales, incluyendo estricta asepsia, el uso de guantes sintéticos sin polvo, mínimo trauma quirúrgico, irrigación intestinal continua, el uso mínimo de electrocirugía, estricta la hemostasia, el uso de suturas biocompatibles, y la disección del tejido mínima. Aunque los cirujanos aplican estas técnicas, la aparición de adherencias persiste.

Las barreras sólidas comprenden la mayor categoría de productos aprobado para su uso contra la formación de adherencias, estos productos han demostrado eficacia en la reducción de la incidencia y la gravedad de la formación de adherencias en las personas. Hay muchos materiales diferentes en esta categoría, pero dos los principales productos son Seprafilm (Genzyme Corporation) e Interceed. Ambos productos se utilizan en pacientes sometidos a cirugía abdominal o pélvica como adyuvantes para reducir la formación de adherencias intraabdominales. Seprafilm consta de CMC y ácido hialurónico, Interceed consiste en celulosa oxidada, ambos productos son biodegradables y diseñado para una sola aplicación. Seprafilm es el más ampliamente estudiado en la prevención de adherencias en humanos. No hay consenso acerca de la efectividad de estos productos, aunque estudios en ratas, ratones, conejos y seres humanos demuestran que disminuyen la incidencia de la adhesión, la gravedad, y el área de formación de adherencias.

1.4.4.2 POLILENGLCOL

Introducción

El polietilenglicol o glicol de polietileno (PEG) es un poliéter con muchas aplicaciones desde la industria manufacturera hasta la industria medicinal. Los glicoles de polietileno (PEG) y los metoxipolietilenglicoles (MPEG) son algunos de los ingredientes químicos más versátiles utilizados ya sea para mejorar los procesos de producción, en aplicaciones como agentes de liberación de moldes, lubricantes, agentes antiestáticos o también como productos químicos intermedios, lo que resulta en productos para control de la espuma y espesantes.

Estructura química:

La fórmula química general para el polietilenglicol es $H-(OCH_2CH_2)_n-OH$ y para el metoxipolietilenglicol es $CH_3-(OCH_2CH_2)_n-OH$, en donde "n" es el número de repetición de grupos oxietileno.

El PEG es soluble en agua, metanol, benceno, y diclorometano, y es insoluble en éter dietílico y hexano. Se acopla a moléculas hidrófobas para producir tensoactivos no iónicos.

Aplicaciones principales

Se utilizan comercialmente en numerosas aplicaciones, tales como agentes tensoactivos, en los alimentos, en cosmética, en farmacia, en la biomedicina, como agentes dispersantes, como disolventes, en ungüentos, en bases de supositorios, como excipientes en tabletas y como laxantes. Algunos grupos específicos son lauromacrogol, nonoxinol, octoxinoles y poloxámeros.

El Macrogol, utilizado como un laxante, es una forma de polietilenglicol. El nombre puede ser seguido por un número que representa el peso molecular medio (por ejemplo, macrogol 4000, macrogol 3350 o macrogol 6000).

Usos médicos

El PEG es la base de un gran número de laxantes (por ejemplo, productos que contienen macrogol, tales como Movicol, polietilenglicol 3350, SoftLax, MiraLAX o Glycolax). La irrigación del intestino entero con polietilenglicol y electrolitos añadidos se usa para la preparación del intestino antes de una cirugía o colonoscopia. La preparación se vende bajo marcas tales como GlycoLax, TriLyte, Colyte, Halflytely, Softlax, ClearLax y MoviPrep. En los Estados Unidos, MiraLAX y Dulcolax Balance se venden sin receta médica para el alivio a corto plazo del estreñimiento crónico. El Miralax está actualmente aprobado por la FDA para los adultos durante un período de siete días, pero no está aprobado para niños. Estos medicamentos ablandan la masa fecal por extracción osmótica de agua en el tracto gastrointestinal. Es generalmente, es bien tolerado, sin embargo, los efectos secundarios son posibles distensiones abdominales, náuseas, gases y diarrea (con el uso excesivo).²²

Usos del polietilenglicol para la prevención de adherencias

Otra propuesta de prevención son las barreras líquidas que consisten en la administración intraperitoneal de sustancias hiperosmolares.

El mecanismo no está aún bien comprendido, probablemente se debe a un estado de hidrofloculación de causa osmótica que separa las superficies de peritoneo lesionado durante el periodo adhesiogénico.²³

Existe una presentación de polietilenglicol (SprayGel®), que se compone de dos precursores líquidos sintéticos que, cuando se mezclan juntos, rápidamente se retículan para formar un sólido hidrogel biocompatible, reabsorbible in situ, el cual parece haber probado la disminución de adherencias en un modelo experimental en cerdos.²⁴

Sanem and cols. demostraron la disminución de adherencias posterior a una tiroidectomía subtotal en ratas tras la administración de polietilenglicol.²⁵

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿La adición de polietilenglicol en gel a un segmento de malla intraperitoneal de polipropileno previene la formación de adherencias intestinales?

2.1. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

2.1.1 HIPÓTESIS NULA

La adición polietilenglicol en gel a una malla intraperitoneal de polipropileno NO previene la formación de adherencias abdominales en ratas Wistar

2.1.2 HIPÓTESIS ALTERNA

La adición polietilenglicol en gel a una malla intraperitoneal de polipropileno previene la formación de adherencias abdominales en ratas Wistar.

2.2. OBJETIVOS

2.2.1. Objetivo general

Determinar si la adición de polietilenglicol en gel a una malla intraperitoneal de polipropileno pesado previene la formación de adherencias en un modelo experimental en ratas

2.2.2. Objetivos específicos

2.2.2.1. Comparar la prevención de adherencias mediante la adición de polietilenglicol en gel a malla de polipropileno con un material que se use habitualmente para la prevención de adherencias (celulosa oxidada y regenerada).

2.2.2.2. Impulsar la realización de estudios que evalúen la disminución de adherencias mediante la adición de polietilenglicol en gel a

materiales protésicos dentro de la cavidad peritoneal (segmentos expuestos de malla, grapas, etc.)



2.3. JUSTIFICACIÓN

Las complicaciones relacionadas con el contacto del polipropileno con las asas intestinales han sido ampliamente descritas, se han utilizado múltiples compuestos para cubrir al material protésico con la finalidad de que sirvan de barrera antiadherente contra las asas intestinales y las vísceras abdominales. Los materiales utilizados hasta el momento son: el ácido hialurónico, la celulosa oxigenada y regenerada, ácidos omega 3, colágena hidrofílica, carboximetilcelulosa y sellador de fibrina.

A pesar de que existen múltiples mallas comerciales separadoras de tejido sus precios son elevados y son poco accesibles, por lo que se deben estudiar materiales que puedan tener un uso práctico y factible en la prevención de adherencias.

Dentro de los materiales antiadherentes descritos el polietilenglicol Systane Gel Drops® es de costo accesible, es factible usarse pues se encuentra en presentación de gel, es un material estéril.

El polietilenglicol ha sido usado para la prevención de adherencias principalmente en cirugía ginecológica, Ferland y cols. realizaron un estudio experimental en cerdos disminuyendo significativamente las adherencias después de una cirugía tubárica con la administración de polietilenglicol (Spray Gel®).²⁴

En 2011 Ediz ALTINLI y cols. realizaron un estudio experimental en ratas aplicado una malla de polipropileno polietilenglicol en spray (Spray Gel®) el cual se solidifica al momento de su colocación, encontraron disminución significativas de las adherencias contra otros antiadherentes. Cabe mencionar que esta presentación de polietilenglicol es de costosa y de difícil acceso.²⁵

Se cuenta con las evidencias suficientes para utilizar el polietilenglicol en gel para la prevención de adherencias a malla de polipropileno, cabe mencionar que esta presentación es económica y de fácil acceso.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio experimental aprobado por el comité interno para el cuidado y uso de animales de laboratorio de la Universidad Autónoma de Aguascalientes y de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-062-200-1999

3.1. DISEÑO METODOLÓGICO

Prospectivo
Comparativo
Transversal
Descriptivo
Analítico

3.2. POBLACIÓN BAJO ESTUDIO

Se utilizaron 18 ratas tipo Wistar hembras de entre 200 y 400 g de peso para integrar, en forma aleatoria, un grupo control positivo, un grupo control negativo y otro de estudio con 6 ratas cada uno en el bioterio de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Grupo control negativo (Grupo I): Se realizó laparotomía media, omentectomía total y se implantara un segmento de malla de polipropileno pesado de 2 x 2 cm, fijo a la pared del abdomen a nivel de mesogastrio con puntos simples de poliglactina 910 3/0. Se cerró la herida por planos con PDS 4-0.

Posteriormente las ratas ingresan al contenedor de 6 animales, durante el tiempo del estudio se mantuvieron a una temperatura de 21 grados Celsius, humedad 50%, con 12 hrs. de Luz y 12 hrs. de noche. Se alimentó y vigiló a las ratas para detectar cualquier complicación cada 24 horas, seguimiento a 21 días fecha en que se realizó el sacrificio de los animales con obtención de hallazgos.

Método Anestésico: Midazolam a 40 ugr/kg/dosis Intramuscular, y Ketamina a 50 ug/kg/dosis Intramuscular, lidocaína 1 mg/kg/dosis local.

Grupo control positivo (Grupo II): El mismo procedimiento que el grupo control negativo pero agregando, una capa de celulosa oxidada y regenerada fibrilar para cubrir la totalidad de la malla y se fijara a pared abdominal.

Grupo de estudio (Grupo III): mismo procedimiento que los grupos anteriores pero agregando, antes del cierre de la pared, gel de polietilenglicol hasta cubrir la totalidad de la malla y las suturas de fijación.

3.2.1. Características generales

Ratas tipo Wistar hembras de entre 200 y 400 gr.

3.2.2. Ubicación espacio temporal

Bioterio de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

3.2.3. Criterios de inclusión, exclusión y eliminación.

Criterios de Inclusión.

- 1.- Ratas tipo Wistar.
- 2.- Sanas.
- 3.- Entre 200 - 400gr. de peso cada una.
- 4.- De 6 a 8 meses de edad
- 5.- Pertenecientes al Bioterio de La Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- 6.- De cualquier género.
7. Todos los animales operados que sobrevivan los 21 días de seguimiento antes de ser sacrificadas.

Criterios de exclusión.

1. Ratas Wistar que fallecieron durante el proceso anestésico, quirúrgico o de seguimiento menor a 15 días.
2. Animales extraviados.

3.3. DISEÑO ESTADÍSTICO

3.3.1. Variables y escalas de medición

- Se realizó una base de datos en el programa estadístico SPSS versión 21.
- Para las variables cuantitativas se emplearon mediana y moda
- Para las variables cualitativas se emplearon frecuencias y porcentajes.
- Para medir las diferencias entre los 3 grupos se utilizó la prueba de Kruskal Wallis considerando $p \leq 0.05$ como estadísticamente significativo.

Definición de variables

Independientes	
Variable	Escala
Tipo de malla (Grupo)	Cualitativa, nominal
Peso	Cuantitativa, Razón
Sexo	Cualitativa, dicotómica

Tabla 3: Variables Independientes

Dependientes	
Variable	Escala
Infección de sitio quirúrgico	Cualitativo, nominal, dicotómica
Grado de adherencias (Diamond)	Cualitativa, ordinal

Tabla 4: Variables dependientes

3.4. LOGÍSTICA Y RECURSOS DEL PROYECTO

3.4.1. Programación de actividades

Número de Etapa:	001
Descripción:	Puesta en Marcha
Duración (meses):	6
Fechas	Inicio: 30 de septiembre de 2014 Fin: 30 de marzo de 2015
Descripción de la Etapa:	Se realizó revisión sistemática de literatura sobre el tema de tesis, se realizó protocolo de tesis
Productos de la Etapa:	Protocolo de investigación de tesis.
Número de Etapa:	002
Descripción:	Trabajo experimental en bioterio, UAA
Duración (meses):	4
Fechas	Inicio: 01 de julio de 2015 Fin: 30 de octubre de 2015
Descripción de la Actividad:	Trabajo experimental en bioterio, cirugías, cuidados y alimentación de animales, recolección de datos.
Productos de la Etapa:	Resultados de tesis, análisis de resultados, elaboración de conclusiones.
Número de Etapa:	003
Descripción:	Difusión de resultados
Duración (meses):	4
Fechas	Inicio: 01 de noviembre de 2016 Fin: 29 de febrero de 2016
Descripción de la Etapa:	Se realizara la presentación de los resultados y sus repercusiones teóricas y prácticas en eventos académicos, sesión de hospital, examen de grado

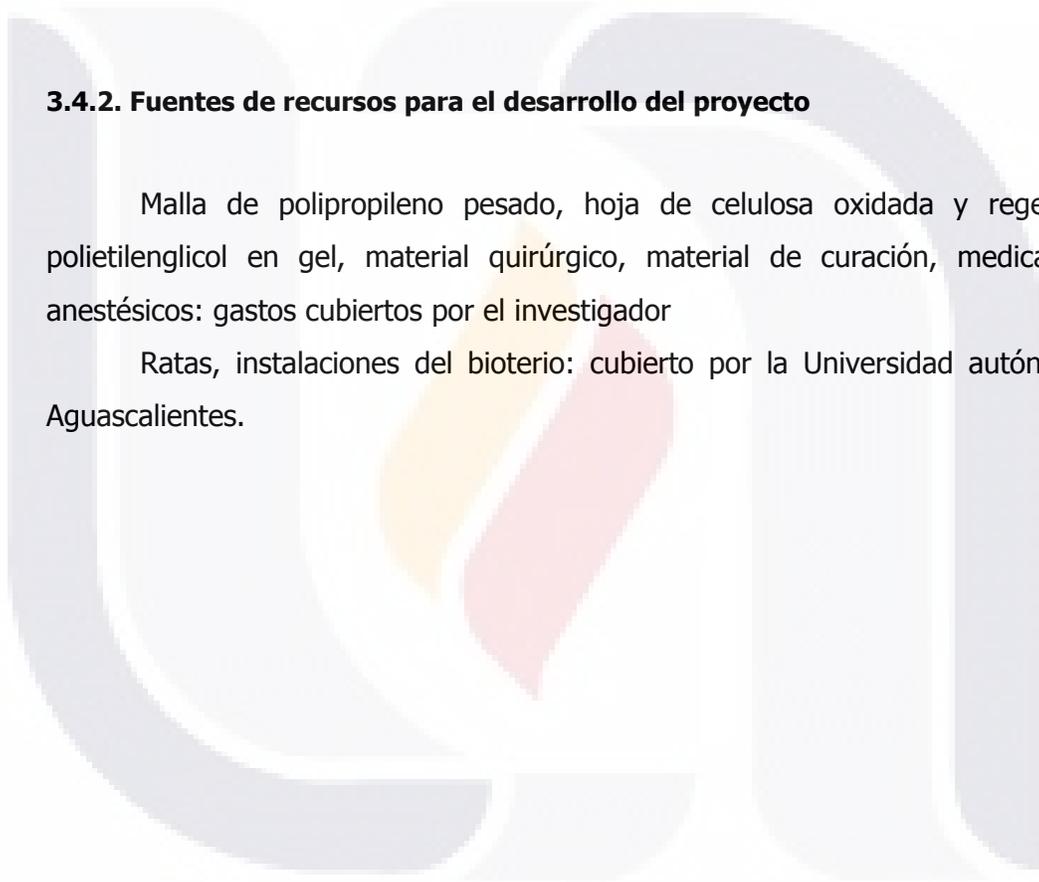
Descripción de la Meta:	Redacción de una versión de la tesis en el formato institucional y con las autorizaciones correspondientes. Participación como ponente en al menos en un congreso. Cumplimiento de los requisitos para la autorización del examen de grado.
Productos de la Etapa:	Al menos un artículo científico, una participación como ponente en un congreso; Obtención de autorizaciones correspondientes a la tesis y del cumplimiento de los requisitos para el examen de grado.

Tabla 5: Etapas de realización del proyecto

3.4.2. Fuentes de recursos para el desarrollo del proyecto

Malla de polipropileno pesado, hoja de celulosa oxidada y regenerada, polietilenglicol en gel, material quirúrgico, material de curación, medicamentos anestésicos: gastos cubiertos por el investigador

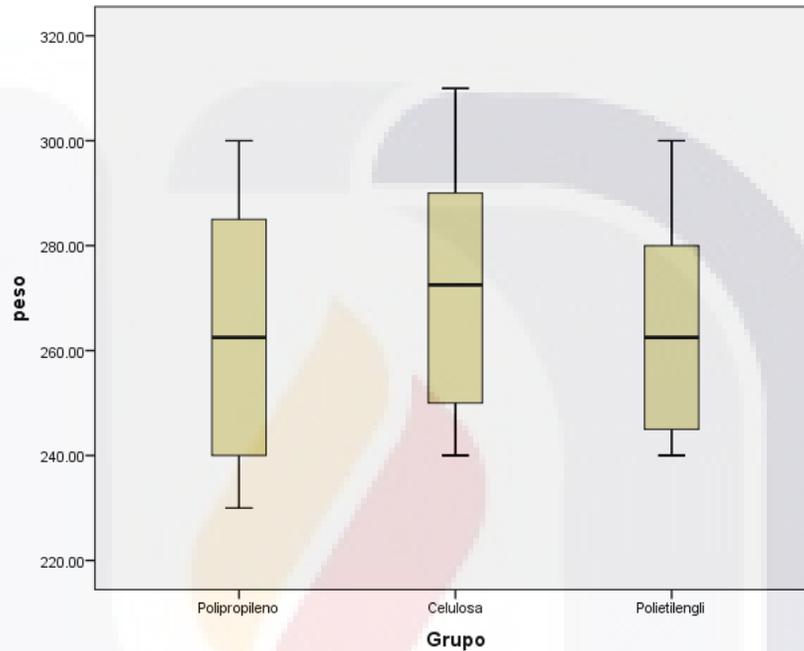
Ratas, instalaciones del bioterio: cubierto por la Universidad autónoma de Aguascalientes.



4. RESULTADOS

Se estudiaron 18 ratas tipo Wistar hembras, pertenecientes a tres grupos (control negativo, control positivo, experimental).

Con una mediana de peso de 265 gr.



Gráfica 1: Peso, comparación tres grupos

Al sacrificar a los animales 18 días después de la implantación de la malla encontramos que 100% de los animales presentaron algún tipo de adherencia.

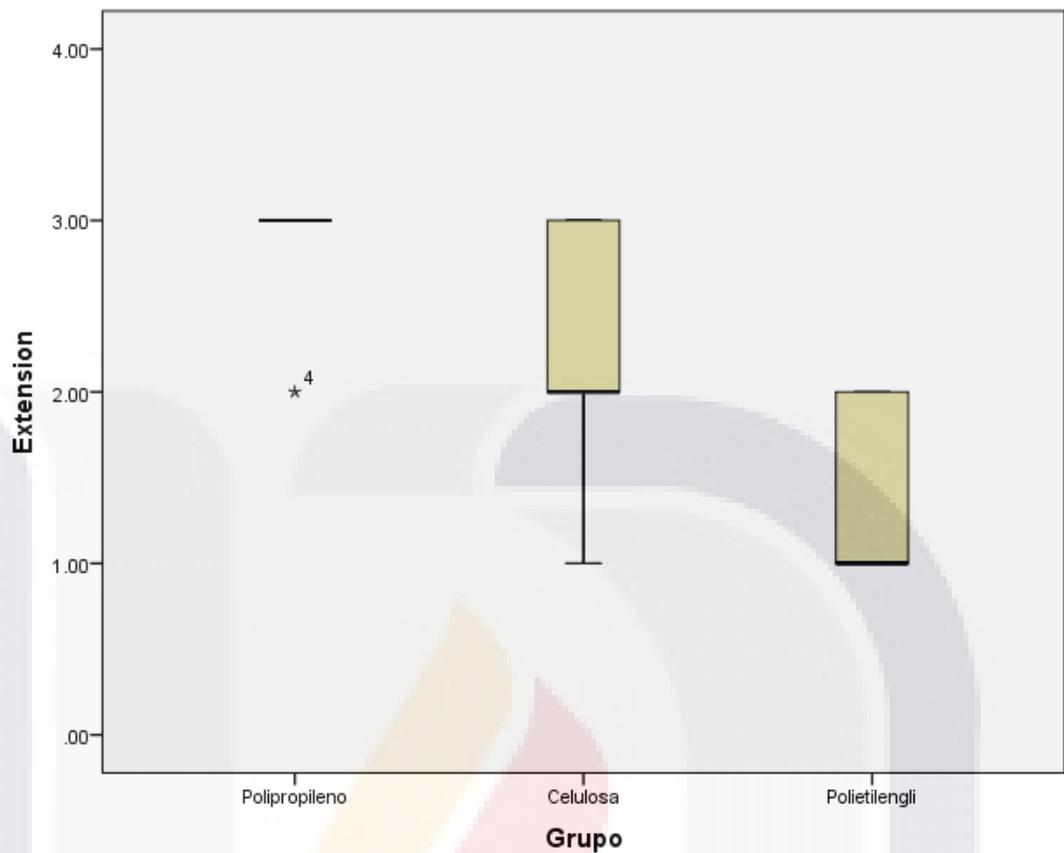
De acuerdo con la clasificación modificada de Diamond para valoración de adherencias, en las que las variables son extensión de las adherencias, severidad de las mismas y densidad (facilidad para su disección) encontramos los siguientes resultados:

Extensión: en el grupo control negativo 1 de ellas (16.7%) presento adherencias a menos del 50% de la malla, 5 de ellas (71.4%) más de 50% de la superficie de la malla. De los animales del grupo control positivo 1 (20%) con adherencias de menos del 25%, 3 (50%) menos de 50% de la superficie de la malla y 2 (28.6%) de más del 50% de la superficie de la malla. De los animales del grupo

experimental 4 (80%) con adherencias de menos del 25%, 2 (33%) menos de 50% de la superficie de la malla y ninguna de más del 50% de la superficie de la malla.

		Grupo		
		Polipropileno	Celulosa	Polietilenglicol
Extensión	Cubre < 25%	0 0.0%	1 16.7%	4 66.7%
	Cubre < 50%	1 16.7%	3 50.0%	2 33.3%
	Cubre mas 50%	5 83.3%	2 33.3%	0 0.0%
Total		6 100.0%	6 100.0%	6 100.0%

Tabla 6: Valoración de la extensión de las adherencias

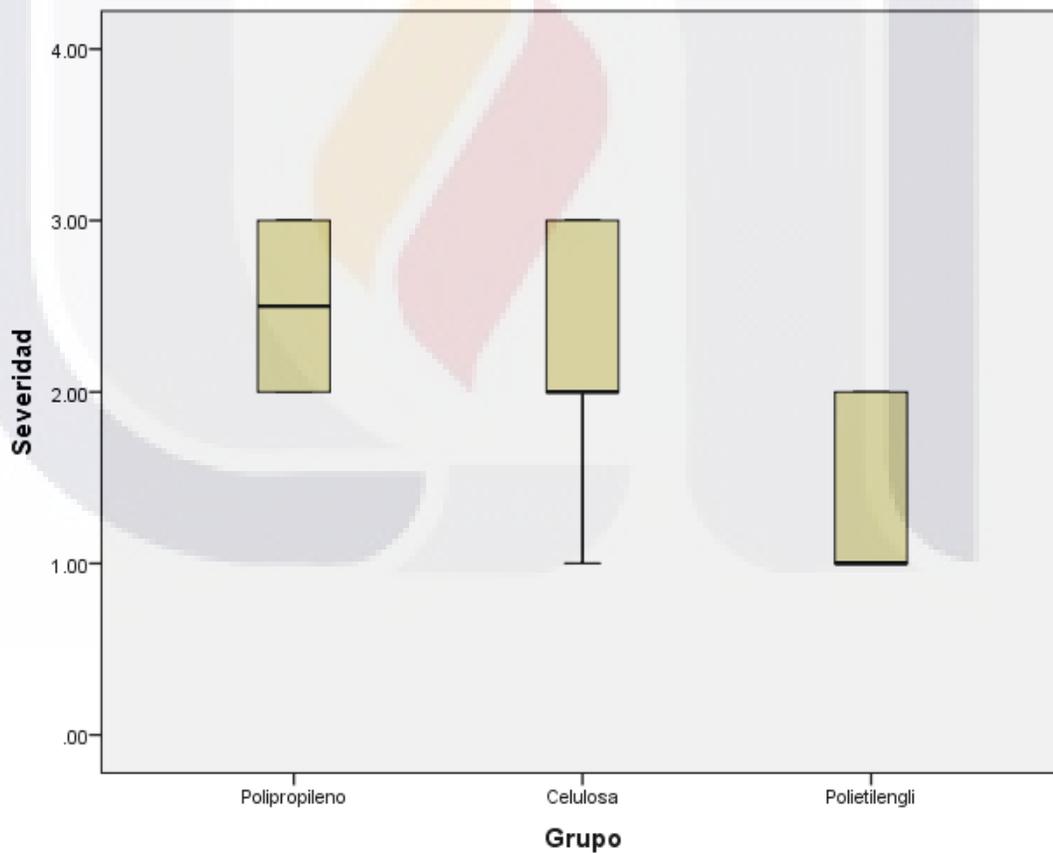


Gráfica 2: Grafica de cajas y ramas extensión de adherencias

Severidad: adherencias firmes y cohesivas en 3 (50%) del grupo control negativo y en 0 de los grupos control positivo y experimental ($p = 0.05$). Adherencias delgadas, avasculares en 3 (50%) del grupo en estudio y ninguna de los grupos control.

		Grupo		
		Polipropileno	Celulosa	Polietilenglicol
Severidad	Delgada avascular	0 0.0%	1 16.7%	4 66.7%
	Vascularizado denso	3 50.0%	3 50.0%	2 33.3%
	Firme y cohesiva	3 50.0%	2 33.3%	0 0.0%
Total		6 100.0%	6 100.0%	6 100.0%

Tabla 7: Valoración de la severidad de las adherencias

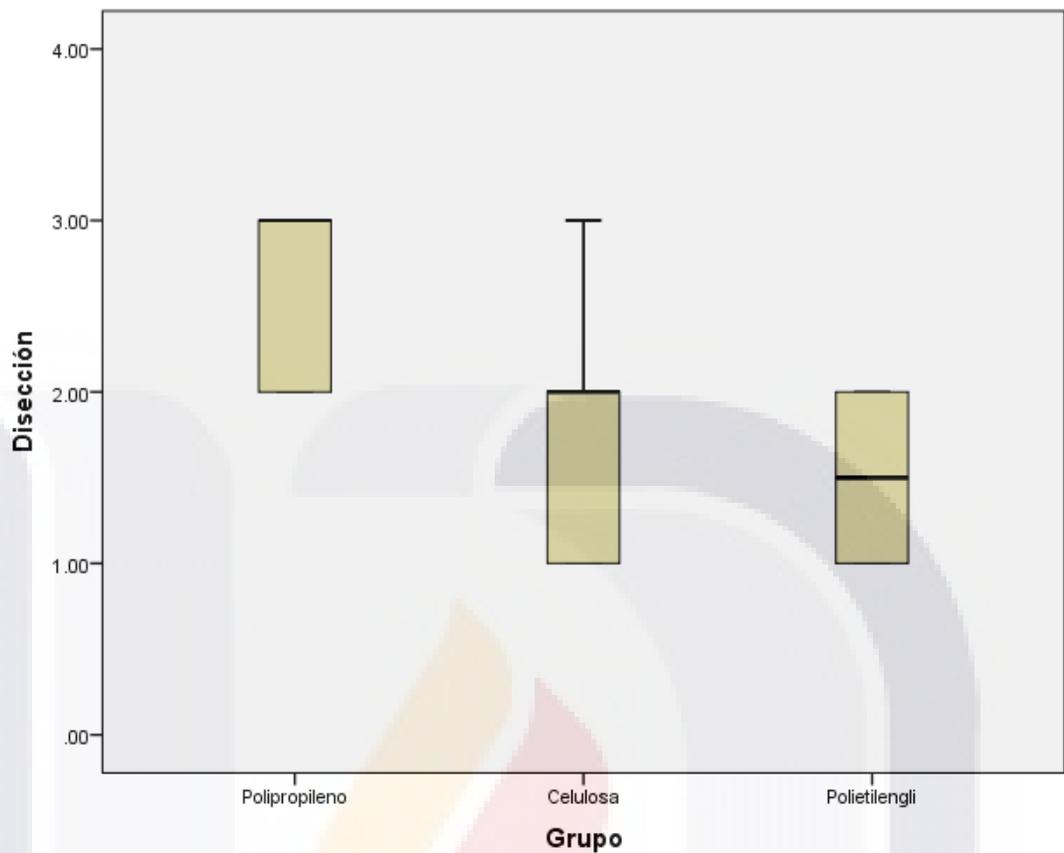


Gráfica 3: Gráfica de cajas y ramas extensión de adherencias

Densidad: del grupo en estudio 3 (50%) se liberaron espontáneamente al separar el colgajo; con tracción de suave a moderada y en 2 (33.3%) en grupo control positivo, en el grupo control positivo y estudio se separaron 3 (50%) de cada grupo con tracción de la adherencia. Liberación de las adherencias con tijeras en 4 individuo del grupo control negativo (66.7%) y en 1(16.7%%) del grupo control positivo ($p < 0.05$).

Disección		Grupo		
		Polipropileno	Celulosa	Polietilenglicol
Se separa sin tracción		0	2	3
		0.0%	33.3%	50.0%
Se separa con tracción		2	3	3
		33.3%	50.0%	50.0%
Se separa solo con corte		4	1	0
		66.7%	16.7%	0.0%
Total		6	6	6
		100.0%	100.0%	100.0%

Tabla 6: Valoración de la disección de las adherencias



Gráfica 4: Gráfica de cajas y ramas disección de adherencias

Se encontraron diferencias entre el grupo control negativo contra los grupos control positivo y experimental en extensión, severidad y densidad de las adherencias, no se encontraron diferencias entre el grupo experimental y el grupo control positivo.

Prueba de Kruskal-Wallis			
	Extensión	Severidad	Disección
p	.007	.025	.025

Tabla 8: Prueba de Kruskal-Wallis

U de Mann-Whitney			
	Extensión	Severidad	Disección
Polipropileno / Celulosa	.083	.423	.057
Polipropileno/ polietilenglicol	.004	.011	.011
Celulosa / Polietilenglicol	.057	.057	.423

Tabla 9: Pruebas Post-Hoc



Figura 7: Malla de polipropileno en contacto con asas



Figura 8: Malla de polipropileno cubierta con celulosa oxidada y regenerada en contacto con asas



Figura 9: Malla de polipropileno cubierta con cubierta con gel de polietilenglicol en gel en contacto con asas

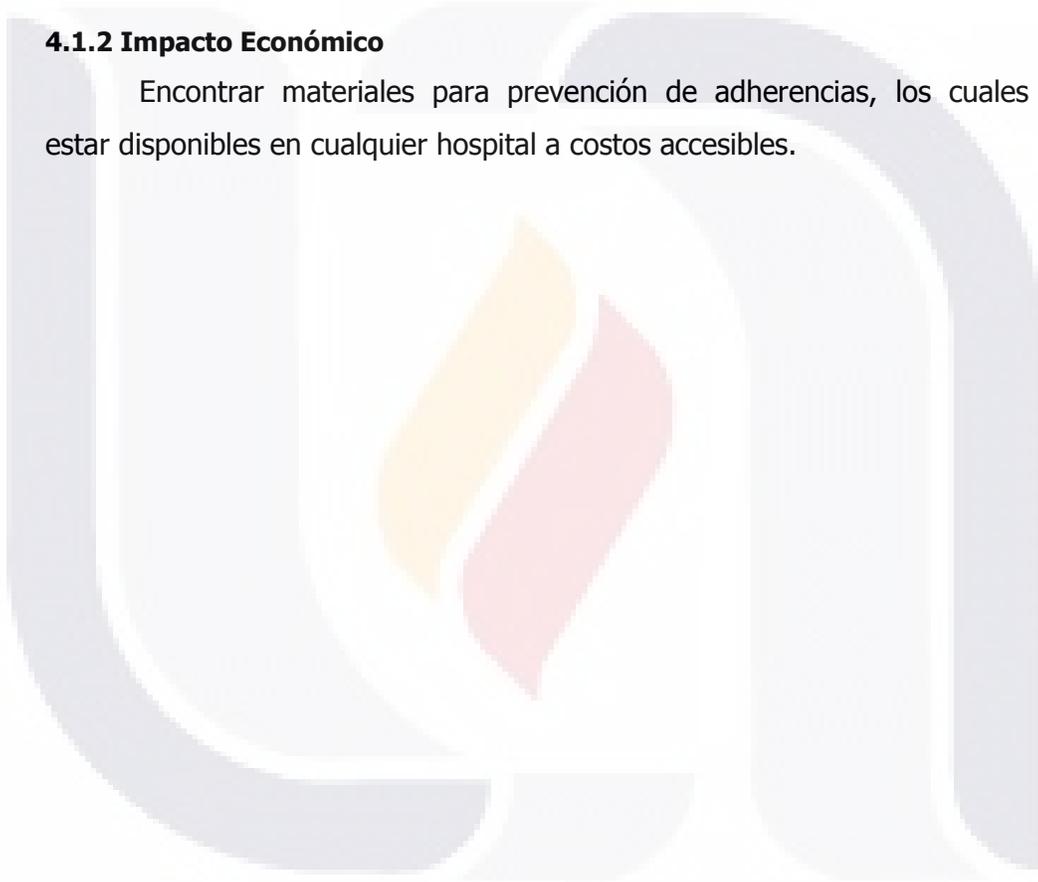
4.1. IMPACTO POTENCIAL DE LOS RESULTADOS

4.1.1. Impacto Científico

El estudio puede ser base para nuevos estudios sobre la prevención de adherencias con polietilenglicol en sus diferentes presentaciones y realizar comparaciones con materiales comerciales para prevención de adherencias y establecer si hay diferencias.

4.1.2 Impacto Económico

Encontrar materiales para prevención de adherencias, los cuales puedan estar disponibles en cualquier hospital a costos accesibles.



5. DISCUSIÓN

Se conocen perfectamente las complicaciones de colocar materiales protésicos para hernioplastias de pared abdominal incisional o ventral (principalmente de polipropileno o poliéster) en contacto directo con vísceras abdominales; especialmente con las asas intestinales con las que producen adherencias severas con riesgo de complicaciones abdominales catastróficas. Desde hace dos décadas aparecieron materiales protésicos para la reparación de defectos abdominales conocidos como separadores de tejidos o antiadherentes.

No existe un manejo estándar para la prevención de la formación de adherencias posoperatorias, si tomamos en cuenta los factores de riesgos para la formación de adherencias posquirúrgicas condicionando una reacción local en el peritoneo que condiciona un mayor riesgo para presentar adherencias.

Las adherencias intraabdominales, secundarias a un procedimiento quirúrgico se presentan en un porcentaje estimado desde el 55-100%, con complicaciones que puede generar oclusión intestinal, dolor abdominal crónico, y en el caso de re intervención, prolongación del transoperatorio, con el riesgo de lesión del intestino , útero o vasos mayores, los costos económicos de reingresos y complicaciones lo cual hace indispensable el uso de materiales que sirvan de barreras físicas o químicas, aun en la actualidad no se ha encontrado un material idóneo.

6. CONCLUSIONES

La adición de polietilenglicol en gel a un segmento de malla intraperitoneal de polipropileno disminuye la extensión, severidad y facilita la disección de adherencias.

Se requieren de estudios observacionales en humanos, nuestros resultados hacen promisoría la utilización de este material a prótesis de polipropileno colocadas intraperitonealmente, al obtener menor porcentaje de adherencias con menor severidad y densidad.

Consideramos de utilidad la aplicación del gel cuando se utilice una técnica preperitoneal y queden pequeñas áreas desprotegidas de peritoneo o en los casos en los que se lastime o se desprendan accidentalmente segmentos pequeños de capas laminares antiadherentes de mallas compuestas (situación frecuente al momento de introducir la malla de doble componente a través de trocares laparoscópicos).

Igualmente se podrá aplicar de manera preventiva en las grapas o suturas de fijación de la malla para evitar adherencias a las mismas, debido a que no es raro encontrar en laparotomías adherencias a materiales protésicos utilizados en cirugías previas, incluso a materiales con baja capacidad de adhesiva.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Lau W. Y. History of treatment of groin hernia. *World J. Surg.* 2002;26:748-759
2. Read RC. Milestones in the history of hernia surgery: Prosthetic repair. *Hernia* 2004; 8: 8–14.
3. Earle DV, Mark LA. Prosthetic material in inguinal hernia repair: how do I choose? *Surg Clin N Am* 2008; 88: 179-201.
4. Hultman SC, Craft CM. Complex abdominal wall reconstruction with acellular dermal matrix. *Op Tech Gen Surg* 2006; 8(4): 207-15.
5. Hutchinson RW, Chagnon M, Divilio LT. Pre-clinical abdominal adhesion studies with Proceed surgical mesh. *Business*
6. Briefing. *Global Surgery 2004: 1-4.* Gray SH, Hawn MT, Itani KMF. Surgical progress in inguinal and ventral incisional hernia repair. *Surg Clin N Am* 2008; 88: 17–26.
7. Leber G. Long-term complications associated with prosthetic repair of incisional hernias. *Arch Surg* 1998; 133: 378-382.
8. Rasim, Zafer M et al. Comparison of adhesion formation and tensile strength after three laparoscopic herniorrhaphy techniques. *Surgical Laparoscopy & Endoscopy* 1997; 7(2): 133-136.
9. Doctor HG. Evaluation of various prosthetic materials and newer meshes for hernia repairs. *J Min Access Surg* 2006; 3: 110-6
10. Judge TW, Parker DM, Dinsmore RC. Abdominal wall hernia repair: a comparison of Sepramesh and Parietex Composite Mesh a rabbit hernia model. *Am Coll Surg* 2007; 204: 276-281.
11. Elizondo-Hinojosa, Jose L. López-Gutierrez, Javier. Poblano Morales, Manuel. Pérez-García Roberto. Adherencias peritoneales post-quirúrgicas: Fisiopatología y prevención. *Rev Hosp Jus Mex*, 71 (1), 36-42.
12. Theodoros Liakakosa Nikolaos, Thomakosc Paul M. Finec Christos Dervenisb Ronald L. Youngc. Peritoneal Adhesions: Etiology, Pathophysiology, and Clinical Significance *Dig Surg* 2001; 18: 260–273.
13. Carlos Roger Molinas. Maria Mercedes Binda. Philippe Robert Koninckx. Angiogenic factors in peritoneal adhesion formation. *Gynecol Surg.* (2006) 3: 157–167.
14. Diamond MP, Daniell JF, Feste J, Surrey MW, McLaughlin DS, Friedman S, et al. Adhesion reformation and de novo adhesion formation after reproductive pelvic surgery. *Fertil Steril*, 1987;47(5):864-866.
15. Carlos Roger Molinas. Maria Mercedes Binda. Philippe Robert Koninckx. Angiogenic factors in peritoneal adhesion formation. *Gynecol Surg.* (2006) 3: 157–167.

16. American Society for Reproductive Medicine. Pathogenesis, consequences, and control of peritoneal adhesión in gynecologic surgery. *Fertility and Sterility*. 2008,90:144-149
17. Gere S. DiZerega. Peritoneum, Peritoneal Healing and adhesión formation. *Peritoneal Surgery* 2000.14-23
18. American Society for Reproductive Medicine. Pathogenesis, consequences, and control of peritoneal adhesión in gynecologic surgery. *Fertility and Sterility*. 2008,90:144-149
19. Barros Mendes J, Peixoto Campos P, Angela Rocha M, Passos Andrade S, Cilostatol and pentoxifilina decrease angiogénesis, inflamación, and fibrosis in sponge-induced intraperitoneal adhesión in mice. *Life Sciences*. Brazil 84 (2009) 537-543.
20. Serkan Kahyaoglu, Hakan Timur, Metin Kaba, et al. Prevention of adhesion formation in Wistar-albino rats by increased bowel movements achieved with oral Ricinus oil use for 8 days postoperatively: An experimental study. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*. 165 (2012), 337–341.
21. Juliana deMoura Alonso, Ana Liz Garcia Alves, Marcos JunWatanabe,Celso et al, Peritoneal Response to Abdominal Surgery:The Role of Equine Abdominal Adhesions and Current Prophylactic Strategies, *Veterinary Medicine International* Volume 2014.
22. <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.mx/2013/06/peg.html>
23. Watson A, Vandekerckhove P, Lilford R, Liquid and fluid agents for preventing adhesions after surgery for subfertility, *Cochrane Database Syst Rev* 2000
24. Ferland R, Mulani D, Campbell PK, Evaluation of a sprayable polyethylene glycol adhesion barrier in a porcine efficacy mode. *Hum Reprod*. 2001 Dec; 16 (12):2718-23.
25. Sanem Guler Cimen, Impact of Polyethylene Glycol and Dextran 70 Treatment on Adhesion Formation after Subtotal Thyroidectomy. *International Journal of Surgical Research* 2013, 2(2): 8-12
26. Ediz Altinli, Aziz Sümer. Prevention of adhesion to prosthetic mesh: comparison of oxidized generated cellulose, polyethylene glycol and hylan G-F 20. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2011;17 (5):377-382