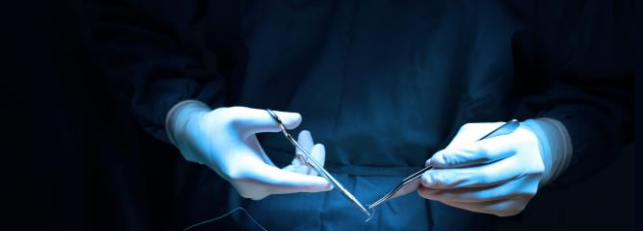
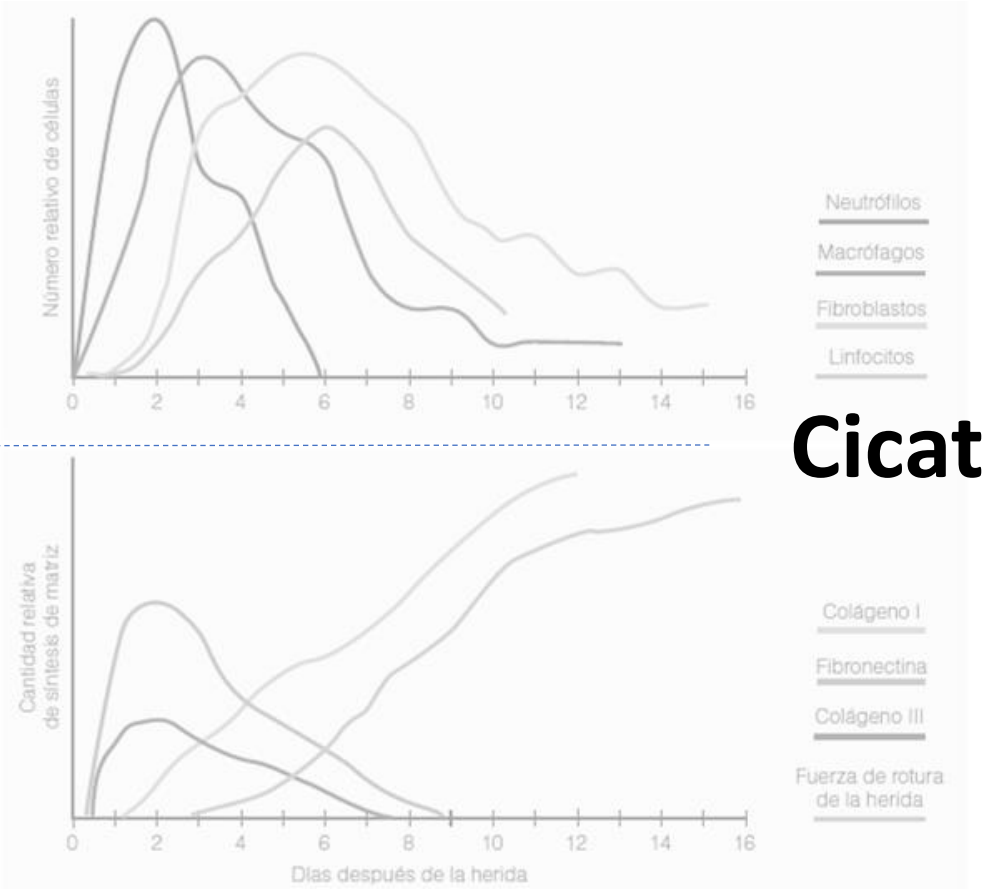


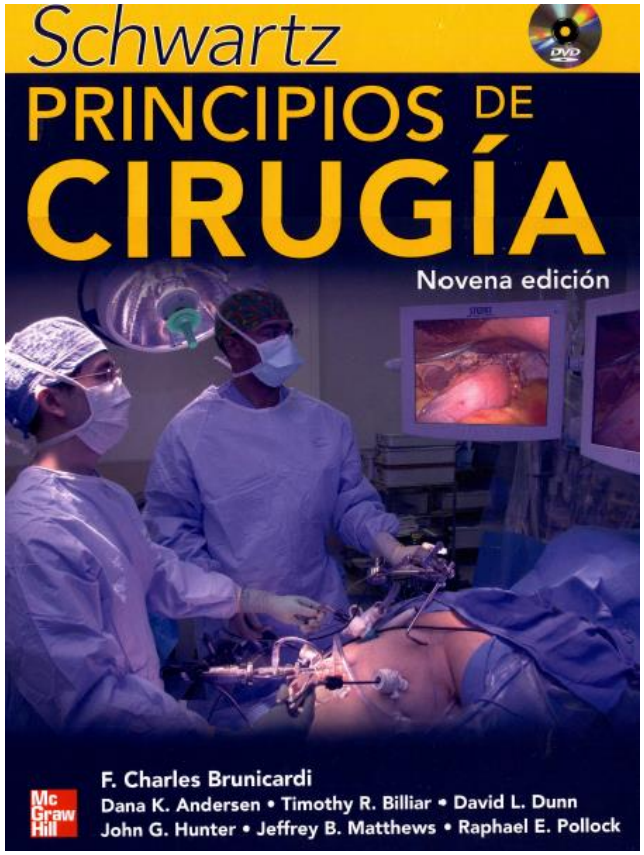


Cicatrización en Cirugía

Dr. Víctor Correa
Cirugía Pediátrica y del Adolescente UCV
MS.c Bioética UCV

tu Cirujano Pediatra

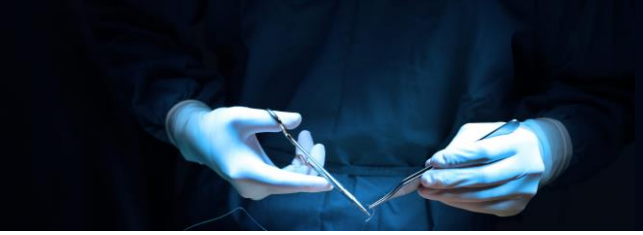
Cicatrización en Cirugía



Dr. Víctor Correa
Cirugía Pediátrica y del Adolescente UCV
MS.c Bioética UCV

tu Cirujano Pediatra

Schwartz. Principios de Cirugía, 9na
F. Charles Brunicardi, Dana K. Andersen, Timothy R. Billiar, David L. Dunn, Lillian S. Kao, John G. Hunter, Jeffrey B. Matthews, Raphael E. Pollock



Cicatrización en Cirugía

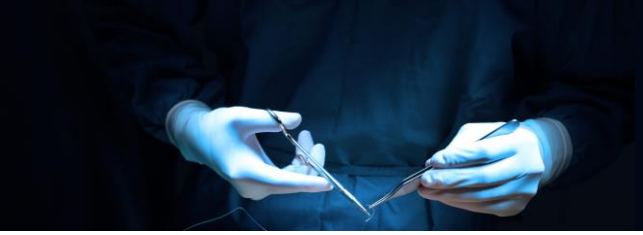
PUNTOS CLAVE

1. La cicatrización de heridas es una compleja cascada celular y bioquímica que conduce a la restitución de la integridad y la función.
2. Aunque algunos tejidos individuales tienen características de cicatrización únicas, todos los tejidos cicatrizan por mecanismos similares y el proceso cursa por fases de inflamación, migración celular, proliferación, depósito de matriz y remodelación.
3. Los factores que impiden la cicatrización normal incluyen alteraciones locales, sistémicas y técnicas que el cirujano debe tomar en cuenta.
4. El resultado óptimo de las heridas agudas depende de la evaluación completa del paciente y la herida, así como de la aplicación de las mejores prácticas y técnicas.
5. En la clínica, la cicatrización excesiva puede ser un problema tan importante como la cicatrización deficiente, con participación importante de factores genéticos, técnicos y locales.
6. Se espera que los avances futuros en la comprensión de los factores de crecimiento, ingeniería de tejidos y diseño de vendajes aumenten los recursos para mejorar los resultados de las heridas.

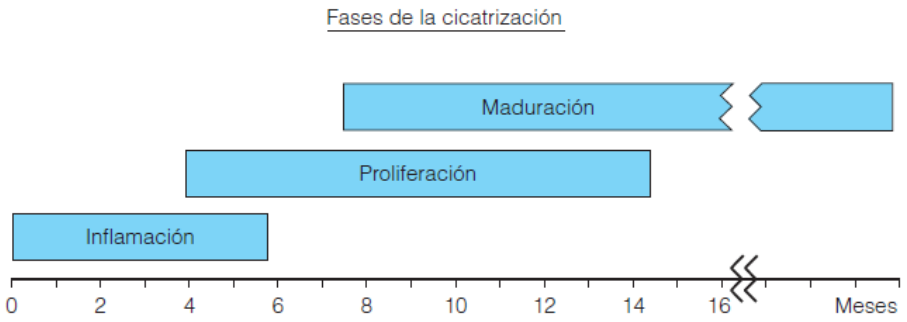
Dr. Víctor Correa
Cirugía Pediátrica y del Adolescente UCV
MS.c Bioética UCV

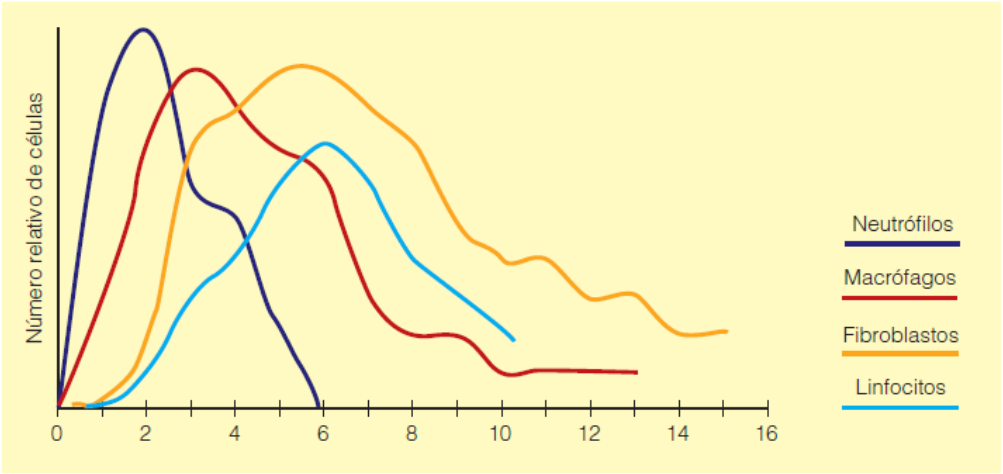
tu Cirujano Pediatra

Schwartz. Principios de Cirugía, 9na
F. Charles Brunicardi, Dana K. Andersen, Timothy R. Billiar, David L. Dunn, Lillian S. Kao, John G. Hunter, Jeffrey B. Matthews, Raphael E. Pollock



Cicatrización en Cirugía





Dr. Víctor Correa
Cirugía Pediátrica y del Adolescente UCV
MS.c Bioética UCV

tu Cirujano Pediatra

Schwartz. Principios de Cirugía, 9na
F. Charles Brunicardi, Dana K. Andersen, Timothy R. Billiar, David L. Dunn, Lillian S. Kao, John G. Hunter, Jeffrey B. Matthews, Raphael E. Pollock

Cicatrización en Cirugía

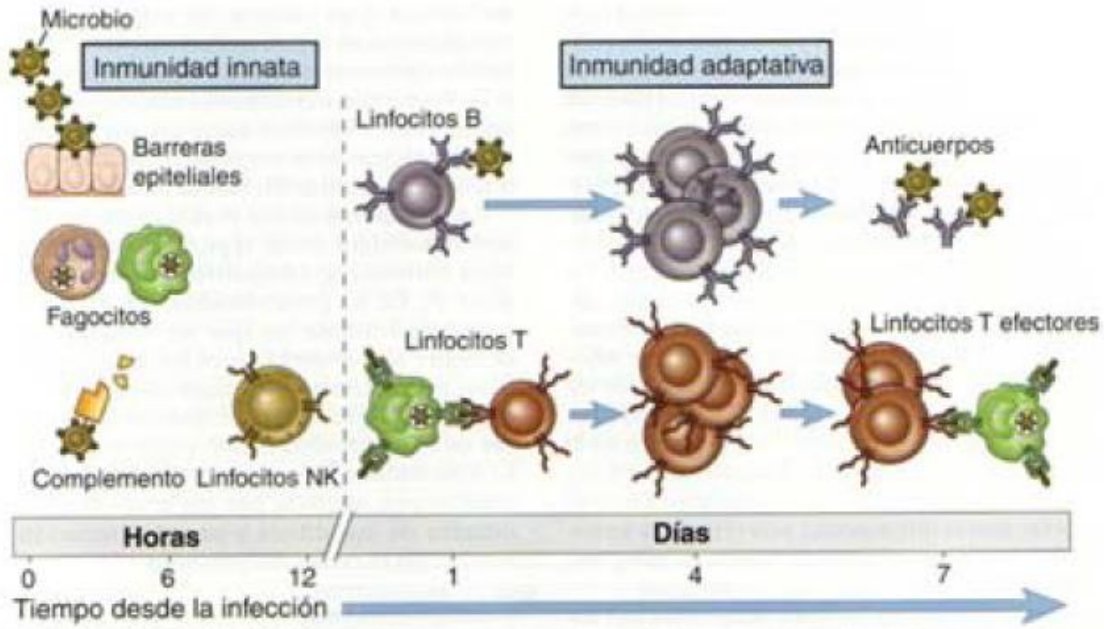
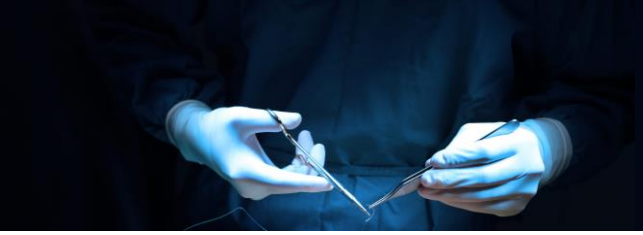


FIGURA 1-1 **Inmunidad innata y adaptativa.** Los mecanismos de la inmunidad innata aportan la primera defensa contra las infecciones. Las respuestas inmunitarias adaptativas surgen más tarde y consisten en la activación de los linfocitos. Las cinéticas de las respuestas inmunitarias innata y adaptativa no son más que aproximaciones y pueden variar en las diversas infecciones. NK, citolítico natural.

Dr. Víctor Correa
Cirugía Pediátrica y del Adolescente UCV
MS.c Bioética UCV

tu Cirujano Pediatra



Cicatrización en Cirugía

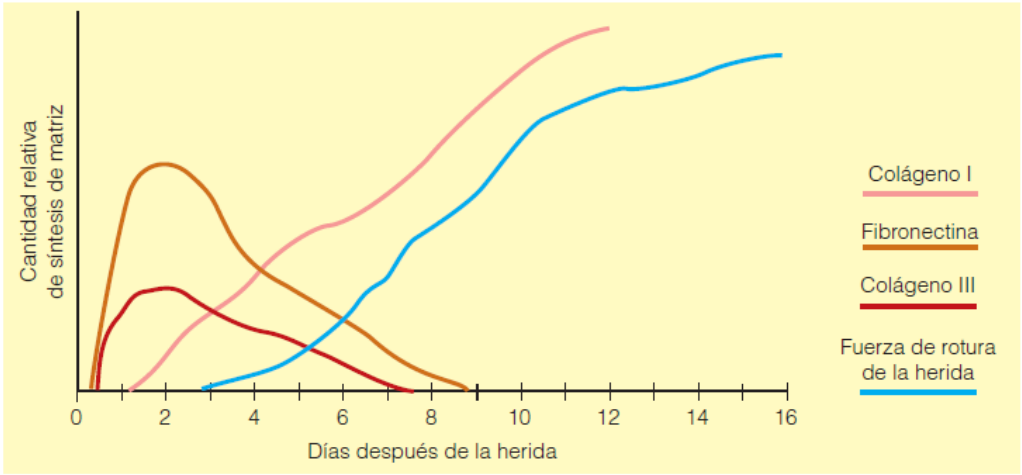
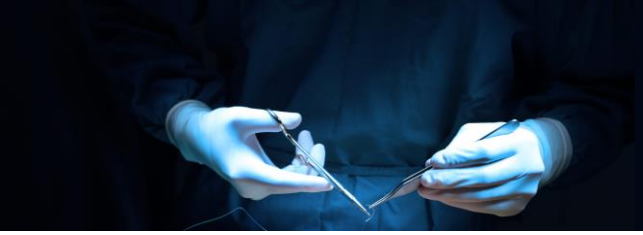


Figura 9-1. Fases celular, bioquímica y mecánica de la cicatrización de heridas.

Dr. Víctor Correa
Cirugía Pediátrica y del Adolescente UCV
MS.c Bioética UCV

tu Cirujano Pediatra

Schwartz. Principios de Cirugía, 9na
F. Charles Brunicardi, Dana K. Andersen, Timothy R. Billiar, David L. Dunn, Lillian S. Kao, John G. Hunter, Jeffrey B. Matthews, Raphael E. Pollock



Cicatrización en Cirugía

CUADRO 9-1 Actividades de los macrófagos durante la cicatrización de heridas

Actividad	Mediadores
Fagocitosis	Especies reactivas al oxígeno
	Óxido nítrico
Desbridamiento	Colagenasa, elastasa
Incorporación y activación de células	Factores de crecimiento: PDGF, TGFβ, EGF, IGF
	Citocinas: TNF-α, IL-1, IL-6
	Fibronectina
Síntesis de matriz	Factores de crecimiento: TGFβ, EGF, PDGF
	Citocinas: TNF-α, IL-1, IFN-γ
	Enzimas: arginasa, colagenasa
	Prostaglandinas
	Óxido nítrico
Angiogénesis	Factores de crecimiento: FGF, VEGF
	Citocinas: TNF-α
	Óxido nítrico

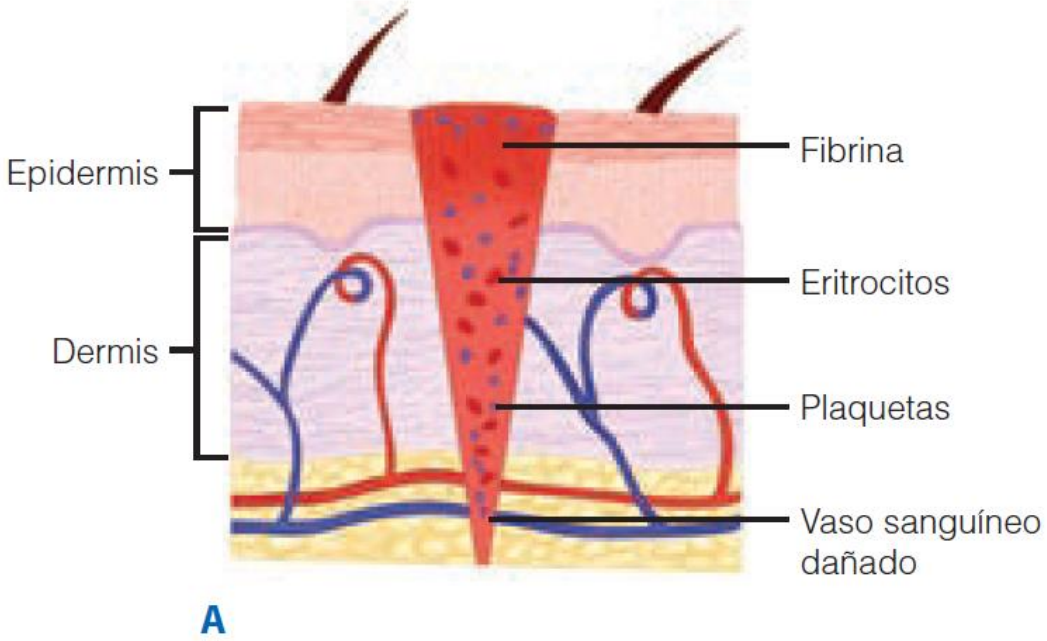
EGF, factor de crecimiento epitelial; FGF, factor de crecimiento de fibroblastos; IGF, factor de crecimiento semejante a la insulina; IFN-γ, interferón γ; IL-1, interleucina 1; PDGF, factor de crecimiento derivado de plaquetas; TGFβ, factor transformador de crecimiento beta; TNF-α, factor de necrosis tumoral alfa; VEGF, factor de crecimiento endotelial vascular.

Dr. Víctor Correa
Cirugía Pediátrica y del Adolescente UCV
MS.c Bioética UCV

tu Cirujano Pediatra

Schwartz. Principios de Cirugía, 9na
F. Charles Brunicardi, Dana K. Andersen, Timothy R. Billiar, David L. Dunn, Lillian S. Kao, John G. Hunter, Jeffrey B. Matthews, Raphael E. Pollock

Cicatrización en Cirugía

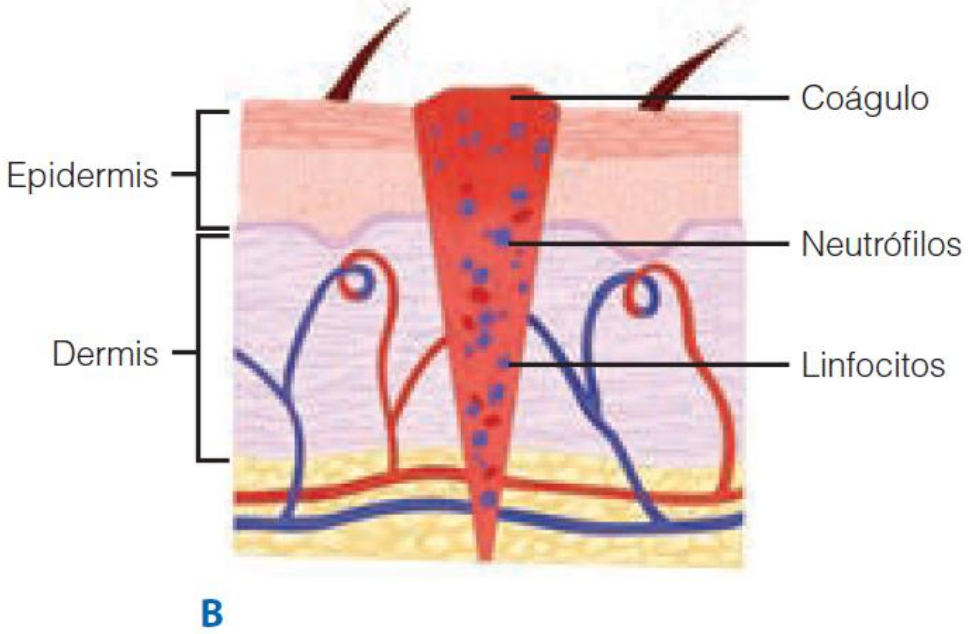


Dr. Víctor Correa
Cirugía Pediátrica y del Adolescente UCV
MS.c Bioética UCV

tu Cirujano Pediatra

Schwartz. Principios de Cirugía, 9na
F. Charles Brunicardi, Dana K. Andersen, Timothy R. Billiar, David L. Dunn, Lillian S. Kao, John G. Hunter, Jeffrey B. Matthews, Raphael E. Pollock

Cicatrización en Cirugía

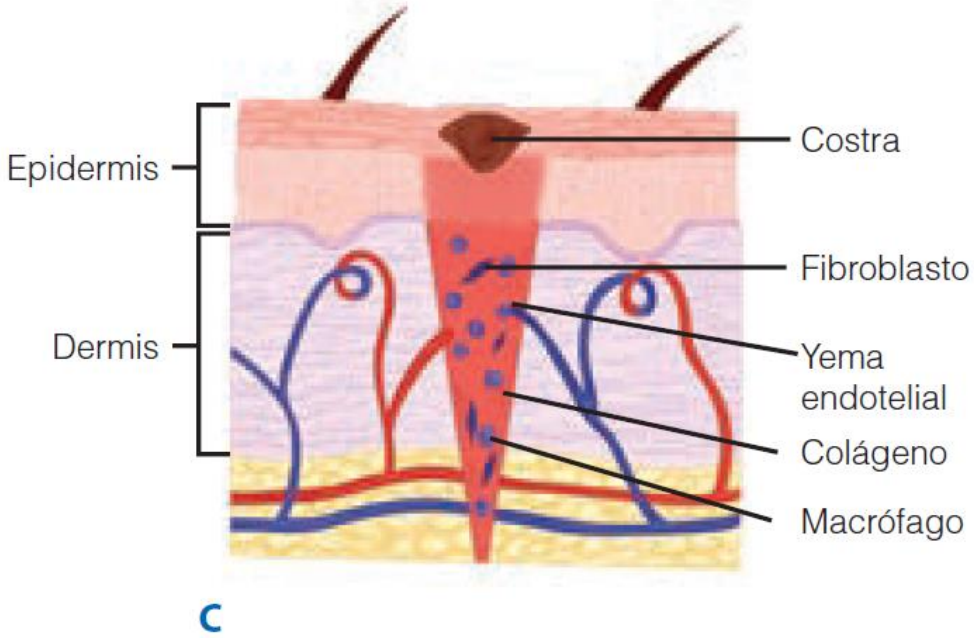


Dr. Víctor Correa
Cirugía Pediátrica y del Adolescente UCV
MS.c Bioética UCV

tu Cirujano Pediatra

Schwartz. Principios de Cirugía, 9na
F. Charles Brunicardi, Dana K. Andersen, Timothy R. Billiar, David L. Dunn, Lillian S. Kao, John G. Hunter, Jeffrey B. Matthews, Raphael E. Pollock

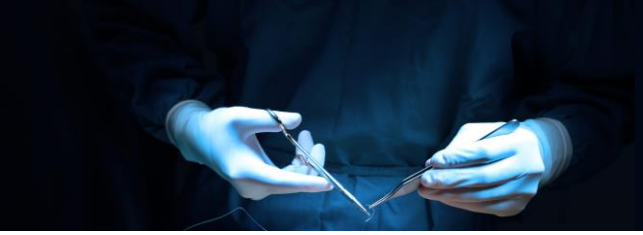
Cicatrización en Cirugía



Dr. Víctor Correa
Cirugía Pediátrica y del Adolescente UCV
MS.c Bioética UCV

tu Cirujano Pediatra

Schwartz. Principios de Cirugía, 9na
F. Charles Brunicardi, Dana K. Andersen, Timothy R. Billiar, David L. Dunn, Lillian S. Kao, John G. Hunter, Jeffrey B. Matthews, Raphael E. Pollock



Cicatrización en Cirugía

CUADRO 9-2 Factores de crecimiento que participan en la cicatrización de heridas

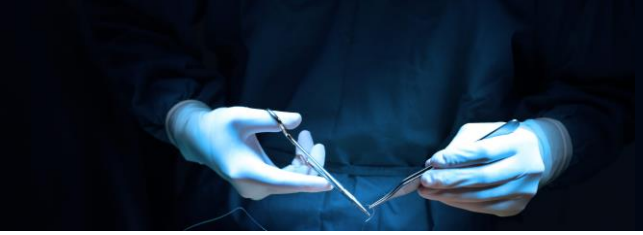
Factor de crecimiento	Origen en células de la herida	Efectos celulares y biológicos
PDGF	Plaquetas, macrófagos, monocitos, células de músculo liso, células endoteliales	Quimiotaxis: fibroblastos, músculo liso, monocitos, neutrófilos Mitogénesis: fibroblastos, células de músculo liso Estimulación de angiogénesis Estimulación de síntesis de colágeno
FGF	Fibroblastos, células endoteliales, células de músculo liso, condrocitos	Estimulación de angiogénesis (por estimulación de la proliferación y la migración de células endoteliales) Mitogénesis: mesodermo y neuroectodermo Estimula fibroblastos, queratinocitos, condrocitos, mioblastos
Factor de crecimiento de queratinocitos	Queratinocitos, fibroblastos	Homología importante con FGF; estimula queratinocitos
EGF	Plaquetas, macrófagos, monocitos (también se identifican en glándulas salivales, glándulas duodenales, riñones y glándulas lagrimales)	Estimula la proliferación y la migración de todos los tipos de célula epitelial
TGFα	Queratinocitos, plaquetas, macrófagos	Homología con EGF; se une al receptor de EGF Mitógeno y quimiotáctico para células epidérmicas y endoteliales
TGFβ (tres isoformas: β_1, β_2, β_3)	Plaquetas, linfocitos T, macrófagos, monocitos, neutrófilos	Estimula la angiogénesis TGFβ_1 estimula la producción de matriz de la herida (fibronectina, glucosaminoglucanos de colágeno); regulación de la inflamación TGFβ_3 inhibe la formación de cicatriz
Factores de crecimiento similares a la insulina (IGF-I, IGF-II)	Plaquetas (IGF-I en concentraciones altas en hígado; IGF-II en concentraciones altas durante el crecimiento fetal); probablemente el efector de la acción de la hormona del crecimiento	Promueve la síntesis de proteínas/matriz extracelular Incrementa el transporte de glucosa en la membrana
Factor de crecimiento endotelial vascular	Macrófagos, fibroblastos, queratinocitos	Similar a PDGF Mitógeno para células endoteliales (no fibroblastos) Estimula la angiogénesis
Factor estimulante de colonias de granulocitos y macrófagos	Macrófagos/monocitos, células endoteliales, fibroblastos	Estimula la diferenciación/proliferación de macrófagos

EGF, factor de crecimiento epidérmico; FGF, factor de crecimiento de fibroblastos; PDGF, factor de crecimiento derivado de plaquetas; TGF, factor transformador de crecimiento.

Dr. Víctor Correa
Cirugía Pediátrica y del Adolescente UCV
MS.c Bioética UCV

tu Cirujano Pediatra

Schwartz. Principios de Cirugía, 9na
F. Charles Brunicardi, Dana K. Andersen, Timothy R. Billiar, David L. Dunn, Lillian S. Kao, John G. Hunter, Jeffrey B. Matthews, Raphael E. Pollock



Cicatrización en Cirugía

CUADRO 9-5 Comparación de la cicatrización de heridas en el tubo digestivo y la piel

		Tubo GI	Piel
Ambiente de la herida	pH	Varía en la totalidad del tubo GI según las excreciones exocrinas locales	Suele ser constante excepto durante sepsis o infección local
	Microorganismos	Aerobios y anaerobios, en especial en colon y recto; problemáticos si contaminan la cavidad peritoneal	Los comensales de la piel rara vez causan problemas; la infección suele resultar de contaminación exógena o diseminación hematógena
	Fuerza de desgarro	El tránsito del volumen intraluminal y la peristalsis ejercen fuerzas de separación en la anastomosis	Los movimientos esqueléticos pueden forzar la línea de sutura pero el dolor suele actuar como un mecanismo protector que evita el movimiento excesivo
	Oxigenación tisular	Dependiente del aporte vascular intacto y la formación de neocapilares	Transporte circulatorio de oxígeno, así como difusión
Síntesis de colágeno	Tipo de célula	Fibroblastos y células de músculo liso	Fibroblastos
	Latirógenos	La D-penicilamina no tiene efecto en el enlace cruzado de colágeno	Inhibición importante del enlace cruzado con disminución de la fuerza de la herida
	Esteroides	Existen pruebas contradictorias acerca de su efecto negativo en la cicatrización GI; el incremento de abscesos en la línea anastomótica puede tener una función importante	Descenso significativo de la acumulación de colágeno
Actividad de colagenasa	—	Incremento de su presencia en la totalidad del tubo GI después de transección y reanastomosis; durante la sepsis el exceso de enzima puede promover la dehiscencia al disminuir la capacidad del tejido para sostener suturas	No tiene una función importante en heridas cutáneas
Fuerza de la herida	—	Recuperación rápida a nivel preoperatorio	Menos rápida que en el tejido GI
Formación de cicatriz	Edad	Se observa cicatrización definitiva en sitios de heridas fetales	En el feto suele curar sin formación de cicatriz

Dr. Víctor Correa
Cirugía Pediátrica y del Adolescente UCV
MS.c Bioética UCV

tu Cirujano Pediatra

Schwartz. Principios de Cirugía, 9na
F. Charles Brunicardi, Dana K. Andersen, Timothy R. Billiar, David L. Dunn, Lillian S. Kao, John G. Hunter, Jeffrey B. Matthews, Raphael E. Pollock

Cicatrización en Cirugía

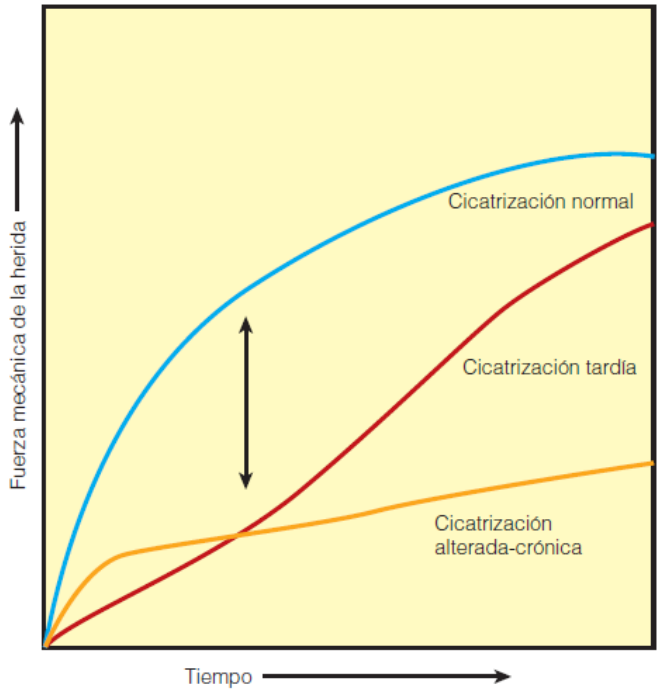
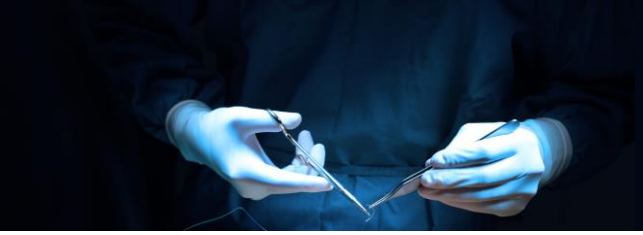


Figura 9-7. Adquisición de fuerza mecánica de la herida con el tiempo en la cicatrización normal, tardía y alterada.

Dr. Víctor Correa
Cirugía Pediátrica y del Adolescente UCV
MS.c Bioética UCV

tu Cirujano Pediatra

Schwartz. Principios de Cirugía, 9na
F. Charles Brunicardi, Dana K. Andersen, Timothy R. Billiar, David L. Dunn, Lillian S. Kao, John G. Hunter, Jeffrey B. Matthews, Raphael E. Pollock



Cicatrización en Cirugía

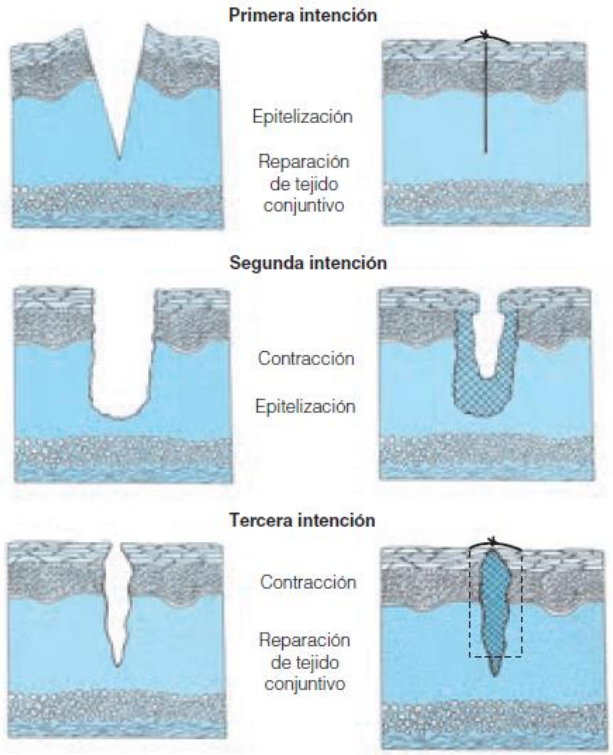
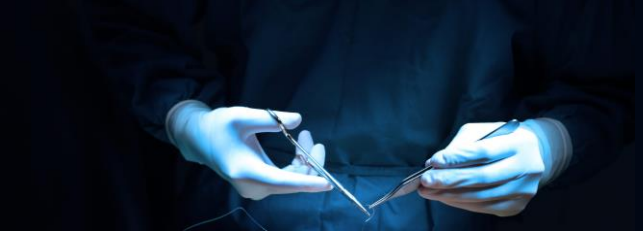


Figura 9-6. Diferentes métodos clínicos para el cierre y cicatrización de heridas agudas.

Dr. Víctor Correa
Cirugía Pediátrica y del Adolescente UCV
MS.c Bioética UCV

tu Cirujano Pediatra

Schwartz. Principios de Cirugía, 9na
F. Charles Brunicardi, Dana K. Andersen, Timothy R. Billiar, David L. Dunn, Lillian S. Kao, John G. Hunter, Jeffrey B. Matthews, Raphael E. Pollock



Cicatrización en Cirugía

CUADRO 9-6 Factores que afectan la cicatrización de heridas

Sistémicos
- Edad
- Nutrición
- Traumatismos
- Enfermedades metabólicas
- Inmunodepresión
- Trastornos del tejido conjuntivo
- Tabaquismo

Locales
- Lesión mecánica
- Infección
- Edema
- Isquemia/necrosis de tejido
- Agentes tópicos
- Radiación ionizante
- Tensión de oxígeno baja
- Cuerpos extraños

Dr. Víctor Correa
Cirugía Pediátrica y del Adolescente UCV
MS.c Bioética UCV

tu Cirujano Pediatra

Schwartz. Principios de Cirugía, 9na
F. Charles Brunicardi, Dana K. Andersen, Timothy R. Billiar, David L. Dunn, Lillian S. Kao, John G. Hunter, Jeffrey B. Matthews, Raphael E. Pollock

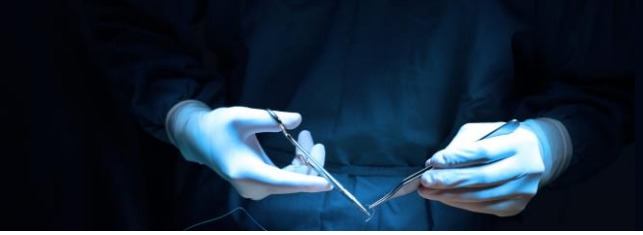
Cicatrización en Cirugía

Figura 9-10. Queloide recurrente en el cuello de un paciente de 17 años de edad el cual ha sido revisado varias veces. *(Reproducida con autorización de Murray JC, Pinnell SR: Keloids and excessive dermal scarring, in Cohen IK, Diegelmann RF, Lindblad WJ [eds]:* Wound Healing: Biochemical and Clinical Aspects. *Philadelphia: WB Saunders, 1993.)*

Dr. Víctor Correa
Cirugía Pediátrica y del Adolescente UCV
MS.c Bioética UCV

tu Cirujano Pediatra

Schwartz. Principios de Cirugía, 9na
F. Charles Brunicardi, Dana K. Andersen, Timothy R. Billiar, David L. Dunn, Lillian S. Kao, John G. Hunter, Jeffrey B. Matthews, Raphael E. Pollock



Cicatrización en Cirugía

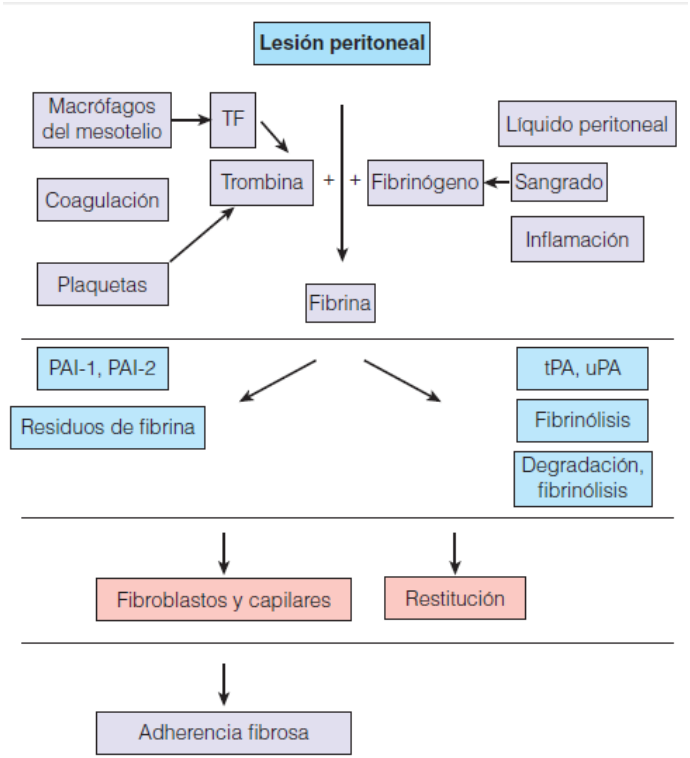


Figura 9-11. Formación y degradación de fibrina en la reparación de tejido peritoneal y formación de adherencias. PAI-1, -2, inhibidor del activador de plasminógeno 1 y 2; TF, factor hístico; tPA, activador del plasminógeno hístico; uPA, activador de plasminógeno urocinasa.

Dr. Víctor Correa
Cirugía Pediátrica y del Adolescente UCV
MS.c Bioética UCV

tu Cirujano Pediatra

Schwartz. Principios de Cirugía, 9na
F. Charles Brunicardi, Dana K. Andersen, Timothy R. Billiar, David L. Dunn, Lillian S. Kao, John G. Hunter, Jeffrey B. Matthews, Raphael E. Pollock

Cicatrización en Cirugía

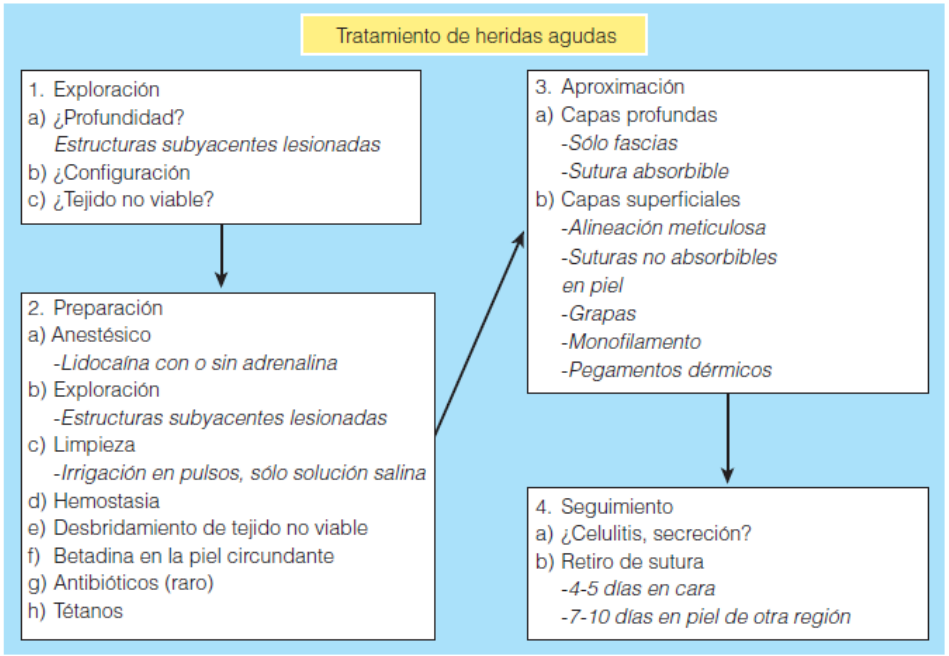
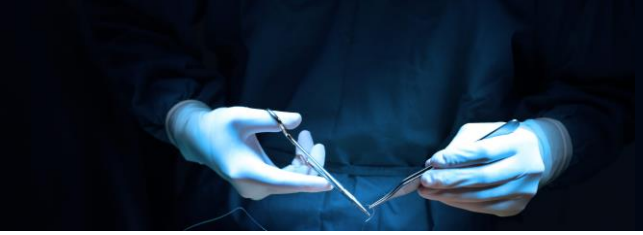


Figura 9-12. Algoritmo para tratamiento de heridas agudas.

Dr. Víctor Correa
Cirugía Pediátrica y del Adolescente UCV
MS.c Bioética UCV

tu Cirujano Pediatra

Schwartz. Principios de Cirugía, 9na
F. Charles Brunicardi, Dana K. Andersen, Timothy R. Billiar, David L. Dunn, Lillian S. Kao, John G. Hunter, Jeffrey B. Matthews, Raphael E. Pollock



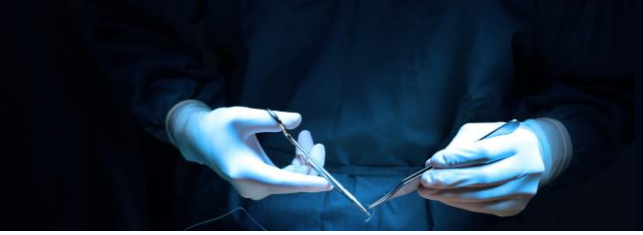
Cicatrización en Cirugía

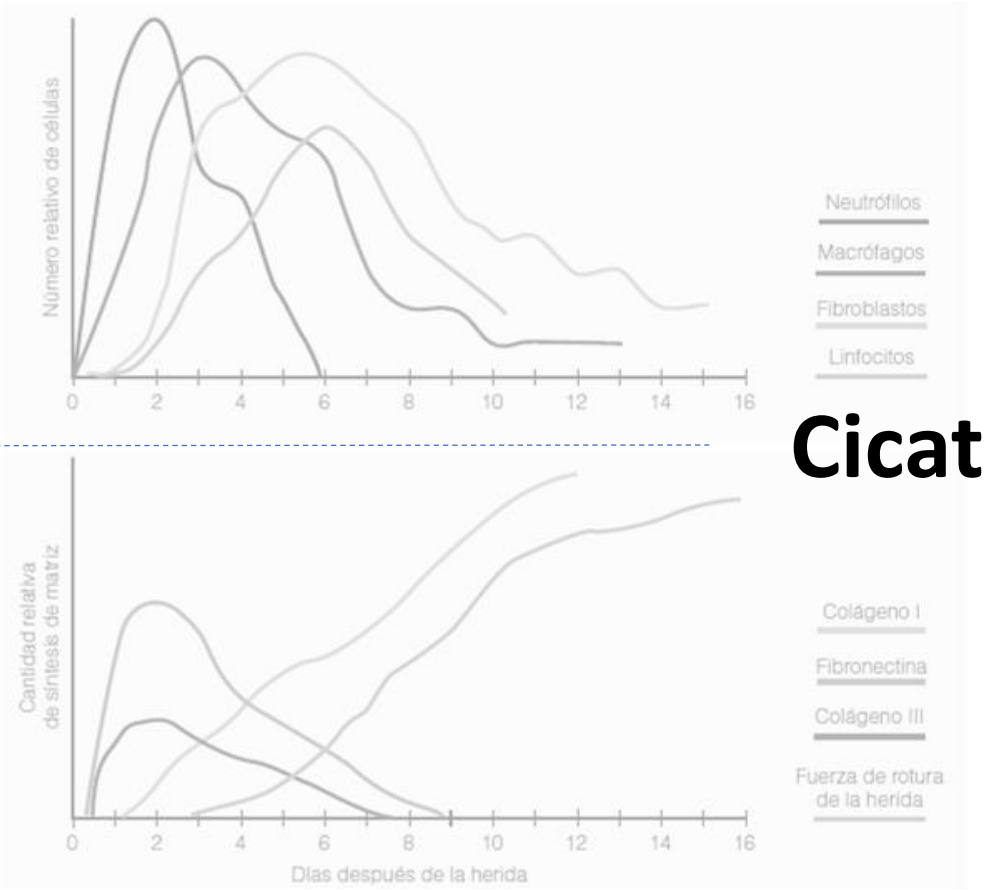
CUADRO 9-8	Características convenientes de los apósitos para heridas
Promover la cicatrización de la herida (mantener un ambiente húmedo)	
Comodidad	
Control del dolor	
Control del olor	
No alergénico y no irritante	
Permeabilidad a gases	
Seguro	
Remoción no traumática	
Rentabilidad	
Conveniencia	

Dr. Víctor Correa
Cirugía Pediátrica y del Adolescente UCV
MS.c Bioética UCV

tu Cirujano Pediatra

Schwartz. Principios de Cirugía, 9na
F. Charles Brunicardi, Dana K. Andersen, Timothy R. Billiar, David L. Dunn, Lillian S. Kao, John G. Hunter, Jeffrey B. Matthews, Raphael E. Pollock





Cicatrización en Cirugía

Dr. Víctor Correa
Cirugía Pediátrica y del Adolescente UCV
MS.c Bioética UCV

tu Cirujano Pediatra