

REVISIÓN

## Control del daño en ortopedia y traumatología

### Damage control in orthopaedical and traumatology

Alfredo Martínez Rondanelli<sup>1,2</sup>  María Antonia Gómez-Sierra<sup>1,2</sup>  Arley Alberto Ossa<sup>1,2,3</sup>   
Rubén Darío Hernández<sup>3</sup>  Mauricio Torres<sup>1,2</sup>   
[amartinez@emcali.net.co](mailto:amartinez@emcali.net.co)

1 Fundación Valle del Lili, Departamento de Cirugía Ortopédica, Cali, Colombia. 2 Universidad ICESI, Cali, Colombia.,3 Hospital Universitario del Valle, Departamento de Cirugía Ortopédica, Cali, Colombia.,

### Resumen

En Ortopedia se indica control del daño en pacientes que presentan fracturas de pelvis y/o huesos largos asociado a condiciones generales inestables. Dada la severidad del trauma asociada a inestabilidad hemodinámica no es adecuado realizar una cirugía definitiva compleja de reducción y fijación de todas sus fracturas. En estos casos se recomienda realizar procedimientos poco invasivos que permitan estabilizar provisionalmente las fracturas, para; disminuir el dolor, controlar la hemorragia de las fracturas, obtener una alineación adecuada de los huesos fracturados y reducir las luxaciones. Estas medidas permiten controlar el daño del primer golpe para así disminuir las complicaciones. Las fracturas de los huesos largos fémur, tibia, húmero y pelvis cerradas o abiertas pueden llevar a una inestabilidad y estado de shock. Mientras que el paciente no tenga alteración hemodinámica, se recomienda estabilizar todas sus fracturas precozmente con una fijación interna que controle esta forma el daño y la necesidad de tiempo de hospitalización. Como resultado se disminuyen los días en cuidados intensivos, la ventilación mecánica, las transfusiones y las complicaciones. El concepto de control de daño para el manejo de las lesiones ortopédicas se debe individualizar de acuerdo a las condiciones generales de cada paciente y la gravedad de sus lesiones como: fracturas abiertas, luxaciones, luxación completa de la articulación sacroilíaca, luxofractura del talo, y lesiones vasculares, ya que estas lesiones requieren un manejo prioritario inicial generalmente definitivo en la mayoría de los pacientes con politraumatismo para evitar complicaciones serias futuras que pueden dejar secuelas definitivas al no recibir el tratamiento adecuado inicial.

### Abstract

In Orthopedics, damage control is indicated in patients with pelvic and/or long bone fractures associated with hemodynamic instability. It is inappropriate to perform a complex definitive reduction and fixation surgery for severely injured trauma patients with hemodynamic instability. In these cases, it is recommended to perform minimally invasive procedures that temporarily stabilize the fractures and bleeding control. Closed or open fractures of the long bones such as femur, tibia, humerus, and pelvis can lead to hemodynamic instability and shock. Thus, orthopedic damage control becomes a priority. However, if the patient is hemodynamically stable, it is recommended to stabilize all fractures with an early permanent internal fixation. These patients will have a shorter hospital length of stay and a reduction in mechanical ventilation, blood components



ACCESO ABIERTO

**Citación:** Martínez RA, Gómez-Sierra MA, Ossa AA, Hernández RD, Torres M. **Control del daño en ortopedia y traumatología.** Colomb Méd (Cali),

2021; 52(2):e4184802 <http://doi.org/10.25100/cm.v52i2.4802>

**Recibido :** 30 Mar 2021

**Revisado :** 30 Abr 2021

**Aceptado :** 27 Jun 2021

**Publicado :** 30 Jun 2021

**Palabras clave:**

Politraumatismo; control del daño; ortopedia; fijación externa; fijación temprana definitiva

**Keywords:**

Polytrauma; Damage control; Orthopedics; External fixation; Definitive early fixation

**Copyright:** © 2021 Universidad del Valle



**Conflicto de interés:**

los autores declaran que no presentan conflictos de interés

**Autor de correspondencia:**

**Alfredo Martínez Rondanelli,** Avenida 5 Oeste # 5 -57 Apto 602, Cali, Colombia, +57 315 573 1597, Email: [amartinez@emcali.net.co](mailto:amartinez@emcali.net.co)

transfusions and complications. Therefore, the concept of orthopedic damage control should be individualized according to the hemodynamic status and the severity of the injuries. Open fractures, dislocations, and vascular injuries could lead to permanent sequelae and complications if a correct management and approach are not performed.

## Contribución del estudio

### 1) ¿Por qué se realizó este estudio?

En Ortopedia se indica control del daño en pacientes que presentan fracturas de pelvis y/o huesos largos asociado a condiciones generales inestables. Dada la severidad del trauma asociada a inestabilidad hemodinámica no es adecuado realizar una cirugía definitiva compleja de reducción y fijación de todas sus fracturas. En estos casos se recomienda realizar procedimientos poco invasivos que permitan estabilizar provisionalmente las fracturas, para; disminuir el dolor, controlar la hemorragia de las fracturas, obtener una alineación adecuada de los huesos fracturados y reducir las luxaciones.

### 2) ¿Cuáles fueron los resultados más relevantes del estudio?

Las fracturas de los huesos largos fémur, tibia, húmero y pelvis cerradas o abiertas pueden llevar a una inestabilidad y estado de shock. Mientras que el paciente no tenga alteración hemodinámica, se recomienda estabilizar todas sus fracturas precozmente con una fijación interna que controle esta forma el daño y la necesidad de tiempo de hospitalización.

### 3) ¿Qué aportan estos resultados?

El control de daños en ortopedia se basa en la estabilización precoz, rápida y provisional con fijadores externos que está indicado en pacientes inestables o in extremis en situaciones como fracturas de huesos largos, fractura inestable de pelvis con hemorragia masiva o politrauma.

## Introducción

El control del daño en Ortopedia y Traumatología está indicado en pacientes con politrauma asociado a fracturas de huesos largos y/o pelvis. El tratamiento definitivo de este tipo de fracturas se realiza con reducción abierta o cerrada y fijación interna estable. Sin embargo, un grupo importante de estos pacientes después de la reanimación en urgencias, no logran una estabilidad hemodinámica para realizar una cirugía de fijación definitiva de todas sus lesiones<sup>1,2</sup>. En estos casos está indicado realizar una fijación temprana y provisional de las fracturas bajo el concepto de control del daño en ortopedia con fijadores externos<sup>3-5</sup>. Pasados algunos días y con un paciente estable se realizan las osteosíntesis definitivas. Para tomar la decisión de cuales pacientes requieren una fijación temprana definitiva y cuales control del daño debemos estratificar, de forma objetiva, la gravedad de cada paciente de acuerdo con las escalas ISS (Injury Severity Score) y/o Nuevo ISS (New Injury Severity Score)<sup>6-8</sup>.

La estabilización temprana y definitiva está indicado para pacientes con ISS inferior a 36 y NISS inferior a 40<sup>9,10</sup>. Está indicado realizar el control del daño con fijadores externos y posteriormente realizar la fijación definitiva de todas las fracturas en todos los pacientes con índices superiores a estos. El objetivo es presentar los principios generales del control de daños ortopédico.

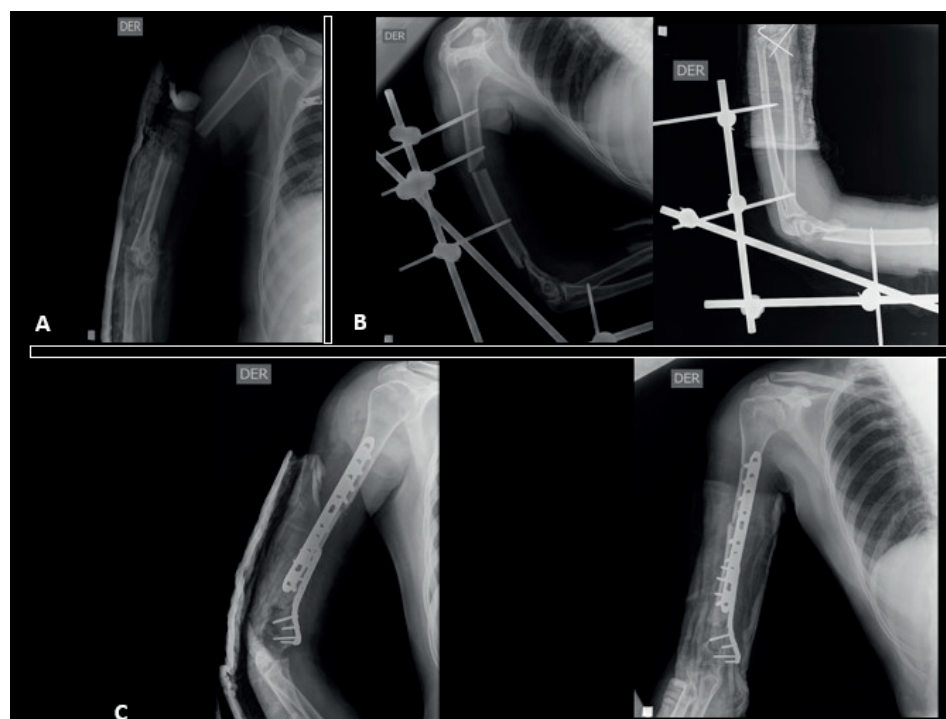
## Epidemiología

A nivel mundial, el politrauma es una de las principales causas de muerte en pacientes menores de 40 años<sup>11,12</sup>. El principal mecanismo de trauma asociado con politraumatismo a nivel mundial en pacientes de 5-30 años son los accidentes de tránsito<sup>11,13</sup>. Estudios locales han reportado una incidencia de 80 a 100 pacientes con politrauma al año. Las fracturas de huesos largos y/o pelvis

se presentó en el 55% de los pacientes con politrauma y el 12% tenían indicación de amputación, generalmente por lesión severa de la extremidad inferior. Las fracturas de la diáfisis de la tibia, diáfisis del fémur y de la pelvis fueron los tipos de fracturas más comunes. Las fracturas bilaterales de fémur se asocian al peor pronóstico, con una alta tasa de mortalidad y de síndrome de embolia grasa<sup>8</sup>. Estos pacientes tuvieron un índice de severidad de trauma (ISS) superior a 18 puntos requiriendo manejo en unidad de cuidados intensivos. Se realizaron medidas de control de daños en el primer tiempo quirúrgico en el 31% de los pacientes con posterior fijación definitiva (Figura 1)<sup>10</sup>. La estabilización definitiva temprana se pudo lograr en el 61% de los pacientes con politrauma. Las necesidades de cuidado de estos pacientes fue un promedio de estancia en unidad de cuidados intensivos de 8 días y hospitalaria de 17 días. El 60% de los pacientes requirieron ventilación mecánica durante un promedio de 5.6 días<sup>10,13</sup>. La frecuencia global de complicaciones fue del 44%. Los pacientes con estabilización temprana definitiva generalmente presentan una menor morbimortalidad y menor número de complicaciones ya que estos pacientes presentan un menor compromiso<sup>10</sup>.

### Consideraciones fisiopatológicas

El paciente con politrauma o trauma múltiple por definición presenta compromiso de más de 2 sistemas y tiene un ISS mayor a 18<sup>14</sup>. Cuando esto ocurre, la cinética del trauma debió ser elevada y, por lo tanto, en la gran mayoría de los traumas como consecuencia el paciente presenta fracturas múltiples asociadas a lesiones de otros sistemas. El trauma de alta energía que afecta más de un sistema genera una respuesta inflamatoria exagerada con activación de citoquinas, macrófagos, leucocitos y demás células inflamatorias que migran por acción y producción de la primera interleucina (IL-8), y los componentes del complemento C5a y C3a<sup>15-17</sup>. Esta cadena de eventos produce reacciones inflamatorias tanto locales, en el sitio de las fracturas, como sistémica. Lo anterior desencadena el Síndrome de Respuesta Inflamatoria Sistémica, según la severidad del trauma y la respuesta individual del paciente el Síndrome de Respuesta Inflamatoria Sistémica puede durar varios días hasta presentarse los eventos antiinflamatorios que constituyen el llamado Síndrome de Respuesta Compensatoria Antiinflamatoria Sistémica que se conoce con el nombre de CARS (Compensatory Anti-inflammatory Response Syndrome)<sup>18</sup>.



**Figura 1.** Paciente con politrauma con fractura de humero. A) Radiografía de ingreso fractura humero derecho B) Radiografía post-control de daños humero con fijador externo C) Fijación definitiva en segundo tiempo quirúrgico.

**Tabla 1.** Principales marcadores de inflamación en el paciente politraumatizado<sup>25</sup>

Fase	Marcador	Función principal	Pico
Reactantes de fase aguda	Lipopolisacárida unida a la proteína (LPB)	Activación de macrófagos para liberación de la IL-6 e IL-1	48 -72 horas
	Proteína C reactiva (PCR)	Baja especificidad en trauma ya que se aumenta en presencia de infecciones, cáncer y enfermedades autoinmunes	Niveles de hasta 500 mg en 8 horas
	Procalcitonina (PCT)	Producida por estímulo de IL-6. Baja especificidad en trauma, indica más presencia de infección	48-72 horas
Marcadores de actividad mediadora	Factor de Necrosis tumoral $\alpha$ (TNF- $\alpha$ )	Es uno de los reguladores centrales, ya que se requiere para quimiotaxis de los leucocitos. Su aumento persistente es indicador de mal pronóstico.	24-48 horas
	IL- 1 e IL- 8	Su presencia es esencial en la fase inicial para la adecuada activación inflamatoria. Sin embargo, su aumento persistente es indicador de mal pronóstico y de mortalidad.	24-48 horas
	IL-6	Se produce secundaria la aparición de la (LPB)	4 horas ( indica severidad del trauma 24 horas
	IL -10	Potente anti-inflamatorio en respuesta al incremento de TNF- $\alpha$ . En homeostasis con TNF- $\alpha$ mejora el pronóstico	>72 horas
Marcadores de actividad celular	Receptores de citoquinas	Son un buen indicador de la severidad de la respuesta inflamatoria dada su especificidad para TNF- $\alpha$ e interleucinas. Los específicos para interleucinas inhiben la transducción celular.	> 72 horas
	Elastasa	Liberada por neutrófilos. Su elevación se asocia con aumento de la mortalidad y falla multiorgánica.	
	Antígeno humano de los leucocitos (HLA-DR)	Es el marcador con mayor validez para correlacionar con la morbilidad y mortalidad	

Tanto los marcadores de la respuesta inmune, como los reactantes inflamatorios tienen un pico dentro de las primeras 24 -72 horas del trauma <sup>16,19</sup>. Siendo estas las horas más críticas para determinar mortalidad y pronóstico del paciente. Los marcadores se dividen en tres grupos: a) Reactantes en la fase aguda, b) Marcadores de actividad mediadora y c) Marcadores de actividad celular. Los de mayor importancia para el trauma ortopédico son el TNF- $\alpha$ , la IL-1 e IL-10, dependiendo del aumento, el descenso y la relación entre ellos, se presentará la posibilidad de que una fractura termine en pseudoartrosis o en no-uniión (Tabla 1).

## Diagnóstico

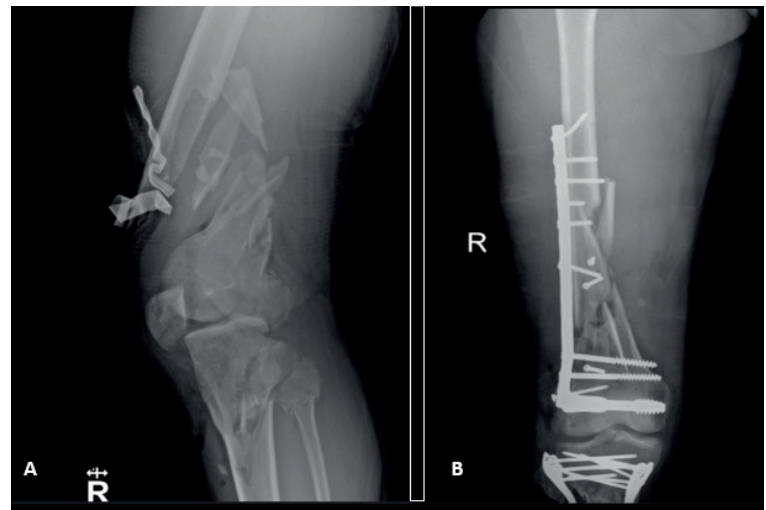
El diagnóstico del paciente con politrauma se define en el consenso de la Declaración de Berlín como aquel paciente que presenta lesiones traumáticas en tres o más sistemas o en dos o más diferentes regiones anatómicas <sup>14</sup>. Es fundamental poder cuantificar con un índice o escala la severidad del trauma y relacionarla con las condiciones generales hemodinámicas del paciente para ofrecer el mejor tratamiento al paciente <sup>20</sup>. El índice más utilizado en los últimos años es el Índice de Severidad del Trauma - ISS (Injury Severity Score) descrito por Baker <sup>6</sup>. Este índice valora seis sistemas: cabeza (que incluye la columna cervical), cara, tórax (que incluye la columna torácica), abdomen (que incluye la columna lumbar), extremidades (que incluye la pelvis) y lesiones externas en piel. Este sistema está basado en la valoración por cada órgano y sistema de acuerdo con el índice abreviado de trauma - AIS (Abbreviated Injury Score). Este sistema da una valoración de la severidad del trauma (Tabla 2).

**Tabla 2.** Índice Abreviado del Trauma -AIS <sup>20</sup>

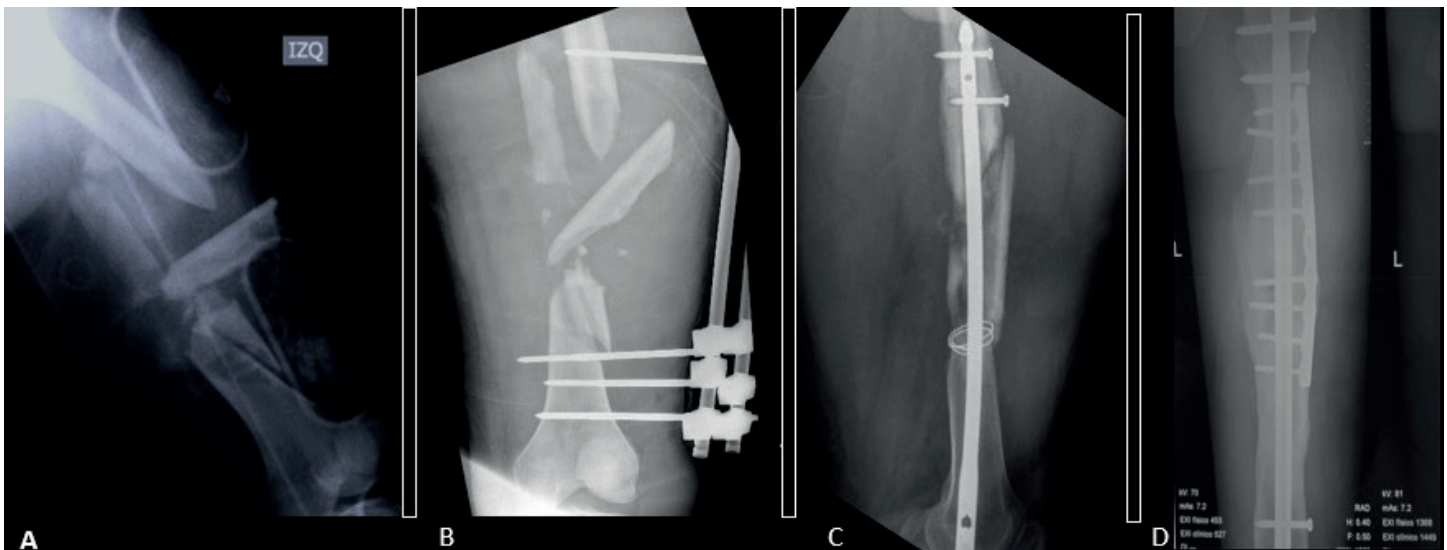
Valoración Global del Índice Abreviado del Trauma	Valoración de Pelvis y Extremidades del Índice Abreviado del Trauma
1. Menor	1 Contusión en ausencia de fractura
2. Moderado	2. Fractura de Huesos cortos
3. Severo sin amenazar la vida del paciente	3. Fractura en múltiples huesos cortos o fractura única de huesos largos
4. Severo amenazando la vida del paciente	4. Fractura abierta, fractura en más de un hueso largo o amputación traumática
5. Estado Crítico	5. Fractura inestable de pelvis o múltiples fracturas abiertas de huesos largos
6. Fatal	6. Imposible sobrevivir



**Figura 2.** Diferencia del cálculo del ISS vs NISS en paciente con politrauma. Paciente con traumatismo múltiple en tórax, abdomen, extremidades, pelvis y columna. Fractura bilateral de fémur abierta (5 puntos), fractura inestable de pelvis y radio (4 puntos), traumatismo de tórax y fractura de columna torácica (4 puntos) y traumatismo abdominal con neumoperitoneo estable (2 puntos). ISS =  $52+42+22=45$  puntos. NISS =  $52+42+42=57$  puntos.



**Figura 3.** Manejo ortopédico de paciente hemodinámicamente estable con politrauma. Paciente de 30 años accidente de tránsito en calidad de conductor de moto. ISS 30 NISS 32 al ingreso A. Radiografía de ingreso fractura diafisaria de fémur + fractura de platillos tibiales y fibula B. Resultado postquirúrgico de primer tiempo posterior a una estabilización temprana definitiva de las fracturas



**Figura 4.** Manejo ortopédico de paciente hemodinámicamente inestable con politrauma. Paciente de 30 años accidente de moto en calidad de conductor al ingreso ISS 37 NISS 45 A. Radiografía de ingreso de fémur izquierdo con fractura abierta diafisaria B. Radiografía post control de daños con fijador externo C. Segundo tiempo quirúrgico 10 días posterior a ingreso con clavo céfalo medular retrogrado D. 2 años posterior a fijación interna en el que se observa adecuada consolidación

Osler presentó una modificación, considerando que algunos pacientes presentan varias fracturas en las extremidades, pelvis y lesiones no significativas en otros sistemas. El propuso un cambio al ISS por el nuevo índice de severidad de trauma (NISS) donde un mismo sistema puede aportar dos puntajes si sus lesiones son más graves que las de otros sistemas <sup>7,8</sup>. Veamos un ejemplo: un paciente politraumatizado con fractura de costilla (+2), fractura cerrada de fémur (+3), fractura inestable de pelvis (+4) y traumatismo leve en la pared abdominal (+1). Si consideramos los tres sistemas lesionados, tórax, abdomen y extremidades/pelvis, el puntaje del ISS (la suma de los cuadrados de los tres sistemas más comprometidos =  $4^2+2^2+1^2$  es 21 puntos. Caso contrario si tomamos el tórax, el fémur y la pelvis, las partes más comprometidas, como sugiere la escala de NISS, el puntaje del NISS ( $4^2+3^2+2^2$ ) es 29 puntos, una diferencia importante para este caso. Si bien también puede ocurrir que el puntaje no varíe porque ningún sistema tiene más de una lesión, la escala del ISS podría minimizar la severidad del trauma en algunos pacientes (Ver el ejemplo de la Figura 2).

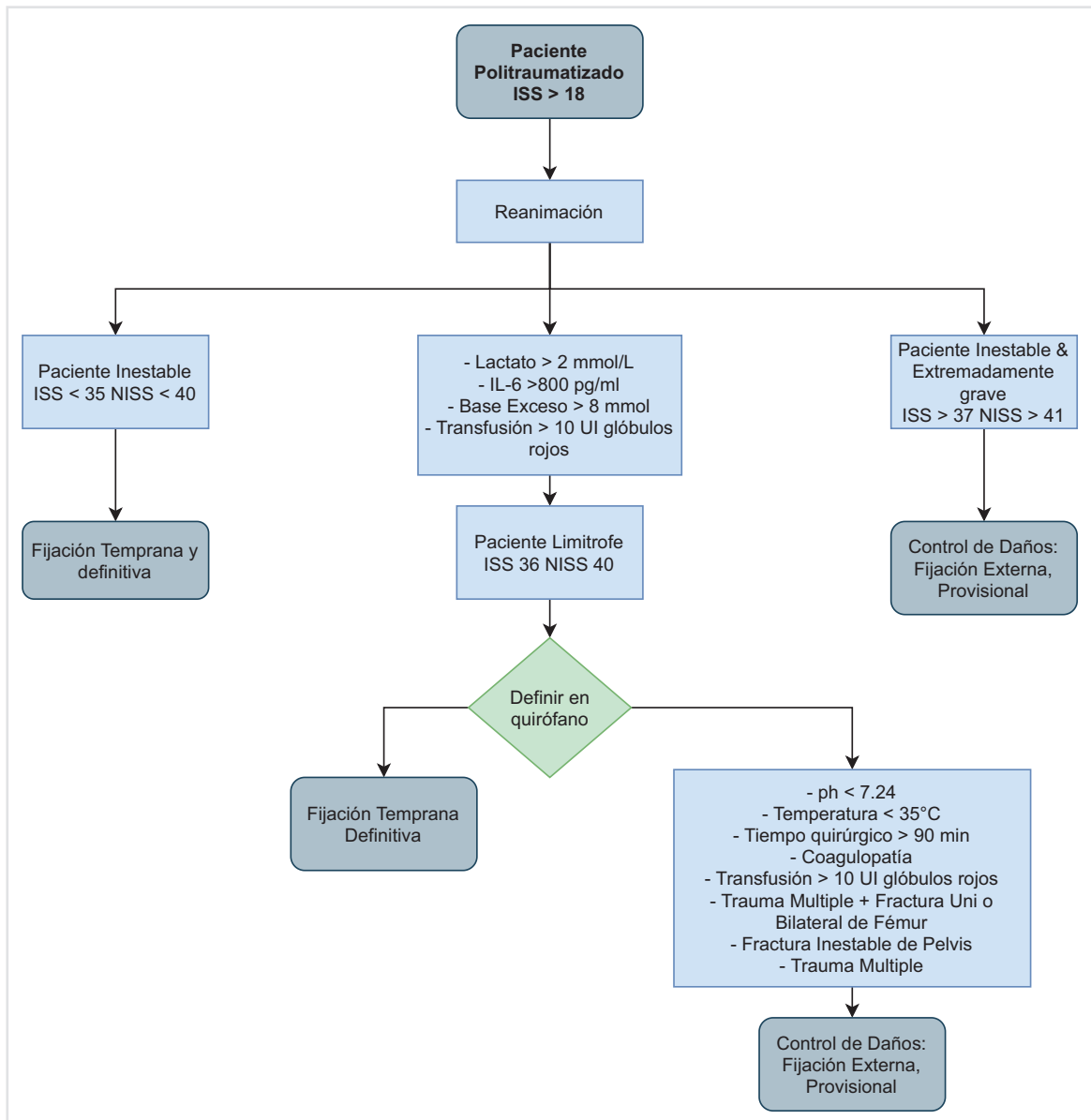


Figura 5. Algoritmo de manejo del paciente con trauma ortopédico

De acuerdo con el grado de estabilidad del paciente, dado por el índice de severidad del trauma se define el tratamiento inicial. En la Tabla 3 se puede observar cómo se clasifican estos pacientes y cuál es la conducta según su clasificación: una estabilización definitiva temprana o la estabilización provisional con fijadores externos bajo el concepto de control de los daños. El tratamiento definitivo de las fracturas abiertas, lesiones vasculares, luxaciones articulares y/o fracturas de cuello femoral deben ser priorizadas, porque diferir el tratamiento de estas lesiones incrementa la morbilidad y disminuye la viabilidad de la extremidad.

### Tratamiento

La estabilización definitiva de las fracturas de huesos largos en las primeras 24 horas aumenta la probabilidad de supervivencia <sup>1,21-23</sup>. Los pacientes hemodinámicamente estables deben ser sometidos a fijación inicial de las fracturas durante la primera cirugía (Figura 3). Sin embargo, intervenciones prolongadas (más de 90 minutos) se asocia con resultados desfavorables en el paciente hemodinámicamente inestable ya que se genera una respuesta inmune aumentada que se ha denominado “segundo trauma” <sup>15,17,24</sup>. Por lo tanto, la estabilización inicial o temporal

**Tabla 3.** Clasificación del paciente politraumatizado.

	Parámetros	Estable	Limite	Inestable	Extrema gravedad
Estado de Hipovolemia	Tensión arterial (mmHg)	>100	80-100	60-90	<50-60
	Unidades de sangre	0-2	3-8	5-15	>15
	Nivel de lactato	Normal	2.5	>2.5	Acidosis severa
	Déficit de base	Normal	Sin dato	Sin dato	>6-8
	ATLS	I	II-III	III-IV	IV
Coagulación	Plaquetas	>110,000	90,000-110,000	70,000-90,000	<70,000
	Facto II, V (%)	>1	70-80	50-70	<50
	Fibrinógeno	Normal	1.0	< 1 (anormal)	Coagulopatía
Temperatura	Grados centígrados (°C)	>34	33-35	30-32	<30
Lesión de partes blandas	Función pulmonar***	350-400	300 - 350	200-300	<200
	Trauma de tórax (AIS)	I o II	>II	>II	>III
	Clasificación Fractura de pelvis	Fractura tipo A: Estable	Fracturas tipo B: inestable	Fractura tipo C: Inestable	Fractura tipo C: Inestable
Estrategia quirúrgica	Control del daño	No	±	Si	Si
Cirugía definitiva	Si	±	No	No	

Los pacientes estables y algunos en estado limítrofe generalmente están en condiciones para realizar el control del daño con estabilización temprana definitiva de todas sus fracturas.

de la lesión para un manejo definitivo tardío como estrategia de control de daños reduce los efectos adversos asociados al segundo trauma<sup>25,26</sup>.

Estos pacientes deben ser sometidos a una cirugía de control de daños con una fijación temporal, seguido por una recuperación fisiológica y un manejo definitivo diferido en 5 a 10 días posterior a la realización de la cirugía de control de daños inicial (Figura 4)<sup>10,16,27,28</sup>. Sin embargo, los pacientes que son respondedores transitorios, ¿Cómo se deben abordar? Actualmente, la literatura no ha establecido si estos pacientes deben ser sometidos a cirugía de control de daños o a un manejo definitivo. La recomendación es tener las herramientas técnicas que permitan definir si el paciente es candidato para cirugía de control de daños<sup>22,29</sup>. El abordaje ortopédico propuesto y su manejo esta descrito en el algoritmo de la Figura 5y Tabla 3.

## Conclusión

El control de daños en ortopedia se basa en la estabilización precoz, rápida y provisional con fijadores externos que está indicado en pacientes inestables o in extremis en situaciones como fracturas de huesos largos, fractura inestable de pelvis con hemorragia masiva o politrauma.

## References

- Vallier HA, Super DM, Moore TA, Wilber JH. Do patients with multiple system injury benefit from early fixation of unstable axial fractures? the effects of timing of surgery on initial hospital course. *J Orthop Trauma*. 2013; 27: 405-12. Doi: 10.1097/BOT.0b013e3182820eba.
- Nahm NJ, Vallier HA. Timing of definitive treatment of femoral shaft fractures in patients with multiple injuries: A systematic review of randomized and nonrandomized trials. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012; 73:1046-63. Doi: 10.1097/TA.0b013e3182701ded.
- D'Alleyrand JCG, O'Toole RV. The evolution of damage control orthopedics. Current evidence and practical applications of early appropriate care. *Orthop Clin North Am*. 2013;44:499-507. Doi: 10.1016/j.ocl.2013.06.004.
- Vallier HA, Wang X, Moore TA, Wilber JH, Como JJ. Timing of orthopaedic surgery in multiple trauma patients: Development of a protocol for early appropriate care. *J Orthop Trauma*. 2013;27:543-51. Doi: 10.1097/BOT.0b013e31829efda1.
- Roberts C, Pape C-H, Jones A, Malkani A, Rodriguez J, Giannoudis P. Damage control orthopaedics Evolving concepts in the treatment of patients who have sustained orthopaedic trauma. *J Bone Jt Surg*. 2005;87-A:434-49. Doi: 10.1016/j.mpsur.2015.03.003.
- Baker S, O'Neill B. The injury severity score: An update. *J Trauma*. 1976; 16(11):882 doi: 10.1097/00005373-197611000-00006.
- Wong TH, Krishnaswamy G, Nadkarni NV, Nguyen H V., Lim GH, Bautista DCT, et al. Combining the new injury severity score with an anatomical polytrauma injury variable predicts mortality better than the new injury severity score and the injury severity score: A retrospective cohort study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2016; 24: 1-11. Doi: 10.1186/s13049-016-0215-6.

8. Deng Q, Tang B, Xue C, Liu Y, Liu X, Lv Y, et al. Comparison of the ability to predict mortality between the injury severity score and the new injury severity score: A meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2016;13:1-12. Doi: 10.3390/ijerph13080825.
9. Waydhas C, Nast-Kolb D, Trupka A, Settl R. Posttraumatic inflammatory response, secondary operations, and late multiple organ failure. *J Trauma*. 1996;40:624-31.
10. Martínez R. A, Uribe JP, Escobar SS, Henao J, Rios JA, Martínez-Cano JP. Control de daño y estabilización temprana definitiva en el tratamiento del paciente politraumatizado 2018;32(3):152-60. DOI: 10.1016/j.rccot.2017.11.009
11. World Health Organization. The global burden of diseases: 2019 Update. Geneva: World Health Organization; 2020.
12. Nicola R. Early total care versus damage control: current concepts in the orthopedic care of polytrauma patients. *ISRN Orthop*. 2013; 2013:1-9. Doi: 10.1155/2013/329452.
13. Peden R, McGee K, Krug E, Peden MM, World Health Organization. Injuries and violence prevention department. injury : a leading cause of the global burden of disease 2000. World Health Organization; 2002.
14. Pape HC, Lefering R, Butcher N, Peitzman A, Leenen L, Marzi I, et al. The definition of polytrauma revisited: An international consensus process and proposal of the new "Berlin definition." *J Trauma Acute Care Surg*. 2014;77:780-6. Doi: 10.1097/TA.0000000000000453.
15. Giannoudis P V., Hildebrand F, Pape HC. Inflammatory serum markers in patients with multiple trauma. Can they predict outcome? *J Bone Jt Surg Ser B*. 2004;86:313-23. Doi: 10.1302/0301-620X.86B3.15035.
16. Schell H, Duda GN, Peters A, Tsitsilonis S, Johnson KA, Schmidt-Bleek K. The haematoma and its role in bone healing. *J Exp Orthop*. 2017;4:5. Doi: 10.1186/s40634-017-0079-3.
17. Horst K, Eschbach D, Pfeifer R, Hübenthal S, Sassen M, Steinfeldt T, et al. Local Inflammation in Fracture Hematoma: Results from a Combined Trauma Model in Pigs. *Mediators Inflamm*. 2015;2015. Doi: 10.1155/2015/126060.
18. Giannoudis PV, Smith RM, Bellamy MC, Morrison JF, Dickson RA, Guillou PJ. Stimulation of the inflammatory system by reamed and unreamed nailing of femoral fractures. An analysis of the second hit. *J Bone Jt Surg Ser B*. 1999;81:356-61. Doi: 10.1302/0301-620X.81B2.8988.
19. Marsell R, Einhorn TA. The biology of fracture healing. *Injury*. 2011;42:551-5. Doi: 10.1016/j.injury.2011.03.031.
20. Greenspan L, McLellan BA, Greig H. Abbreviated Injury Scale and Injury Severity Score: a scoring chart. *J Trauma*. 1985;25:60-4. Doi: 10.1097/00005373-198501000-00010.
21. Copeland C, Mitchell K, Brumback R, Gens D, Burgess A. Mortality in patients with bilateral femoral fractures. *J Orthop Res*. 1998;12:315-9.
22. Pape HC, Rixen D, Morley J, Husebye EE, Mueller M, Dumont C, et al. Impact of the method of initial stabilization for femoral shaft fractures in patients with multiple injuries at risk for complications (borderline patients). *Ann Surg*. 2007;246:491-9. Doi: 10.1097/SLA.0b013e3181485750.
23. Nowotarski PJ, Turen CH, Brumback RJ, Scarboro JM. Conversion of external fixation to intramedullary nailing for fractures of the shaft of the femur in multiply injured patients. *J Bone Joint Surg Am*. 2000;82:781-8.
24. Lefaivre KA, Starr AJ, Stahel PF, Elliott AC, Smith WR. Prediction of pulmonary morbidity and mortality in patients with femur fracture. *J Trauma*. 2010;69:1527-36. Doi: 10.1097/TA.0b013e3181f8fa3b.
25. Martínez R. A. Control del daño en ortopedia y traumatología. *Rev Colomb Ortop Traumatol*. 2006; 20(3): 55-64.
26. Scalea TM, Boswell SA, Scott JD, Mitchell KA, Kramer ME, Pollak AN. External fixation as a bridge to intramedullary nailing for patients with multiple injuries and with femur fractures: Damage control orthopedics. *J Trauma*. 2000; 48(4):613-21. doi: 10.1097/00005373-200004000-00006.
27. Giannoudis P V. Surgical priorities in damage control in polytrauma. *J Bone Jt Surg Ser B*. 2003;85:478-83. Doi: 10.1302/0301-620X.85B4.14217.
28. Kostenuik P, Mirza FM. Fracture healing physiology and the quest for therapies for delayed healing and nonunion. *J Orthop Res*. 2017;35:213-23. Doi: 10.1002/jor.23460.
29. Gandhi RR, Overton TL, Haut ER, Lau B, Vallier HA, Rohs T, et al. Optimal timing of femur fracture stabilization in polytrauma patients: A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. *J Acute Care Surg*. 2014;77:787-95.