



## Fracturas diafisarias transversas/oblicuas: un método para simular fracturas reales para la educación quirúrgica

*Transverse/oblique shaft fractures: a method to simulate real fractures for surgical education*

Julio J Contreras,\* Rodrigo Liendo,\* Rodrigo De Marinis,\* Claudio Calvo,\* Francisco Soza\*

### Palabras clave:

simulación, ortopedia, traumatología, fractura diafisaria.

### Keywords:

simulation, orthopedics, traumatology, diaphyseal fracture.

### RESUMEN

**Introducción:** la simulación es una herramienta clave en el desarrollo de habilidades quirúrgicas. Sin embargo, en el área específica de fracturas, la simulación aún presenta una limitada fidelidad. **Material y métodos:** se simularon fracturas con un sistema de apoyo en tres puntos. Se simularon 16 fracturas diafisarias transversas/oblicuas en modelos artificiales de fémur (Sawbone®) y se realizaron cuatro subgrupos: tres puntos alejados de la fractura, tres puntos cerca de la fractura, posición oblicua de fémur artificial, tres puntos en región subtrocantérica. Se realizó una encuesta a 10 traumatólogos con más de 10 años de experiencia. **Resultados:** los subgrupos de apoyo en tres puntos alejados y cercanos a la fractura generaron fracturas de tipo transversas. El subgrupo de posición oblicua generó una fractura transversa, dos oblicuas cortas y una oblicua larga. El subgrupo subtrocantérica generó tres fracturas transversas y una fractura oblicua corta. Respecto a las fracturas transversas/oblicua corta, se recomendó un 82.9% para técnicas de reducción directa, un 78.8% para osteosíntesis con clavo endomedular y un 89.1% para osteosíntesis con placa. **Conclusiones:** la simulación de fracturas diafisarias a través de un método estandarizado es factible. Las fracturas simuladas permiten optimizar la educación de habilidades y técnicas quirúrgicas.

### ABSTRACT

**Introduction:** simulation is a key tool in the development of surgical skills. However, in the specific area of fractures, the simulation still has limited fidelity. **Material and methods:** fractures were simulated with a three-point support system. 16 transverse/oblique diaphyseal fractures were simulated in artificial femur models (Sawbone®) and four subgroups were performed: three points far from the fracture, three points near the fracture, oblique position of the artificial femur, three points in the subtrocanteric region. A survey was conducted on 10 traumatologists with more than 10 years of experience. **Results:** the three points far from and close to the fracture, generated transverse type fractures. The oblique position subgroup generated a transverse fracture, two short obliques and one long oblique. The subtrocanteric subgroup generated three transverse fractures and one short oblique fracture. Regarding transverse/short oblique fractures, 82.9% were recommended for direct reduction techniques, 78.8% for intramedullary nail osteosynthesis, and 89.1% for plate osteosynthesis. **Conclusions:** the simulation of diaphyseal fractures through a standardized method is feasible. Simulated fractures allow to optimize the education of surgical skills and techniques.

### INTRODUCCIÓN

La simulación es una herramienta clave en la educación profesional de habilidades quirúrgicas. El entrenamiento de los traumatólogos es complejo, lleva mucho tiempo y requiere recursos financie-

ros, ya que además de conferencias y elementos teóricos, también se deben enseñar habilidades y destrezas manuales.<sup>1</sup> Además, no sólo los futuros traumatólogos necesitan educación, sino que también los que ya terminaron su formación y deben ser introducidos en técnicas y nuevos implantes.<sup>2</sup>

\* Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, Chile.

Recibido: 12/06/2022  
Aceptado: 22/08/2022

doi: 10.35366/107392

**Citar como:** Contreras JJ, Liendo R, De Marinis R, Calvo C, Soza F. Fracturas diafisarias transversas/oblicuas: un método para simular fracturas reales para la educación quirúrgica. Rev Latinoam Simul Clin. 2022; 4 (2): 72-75. <https://dx.doi.org/10.35366/107392>





Figura 1: Máquinas de simulación de fracturas.

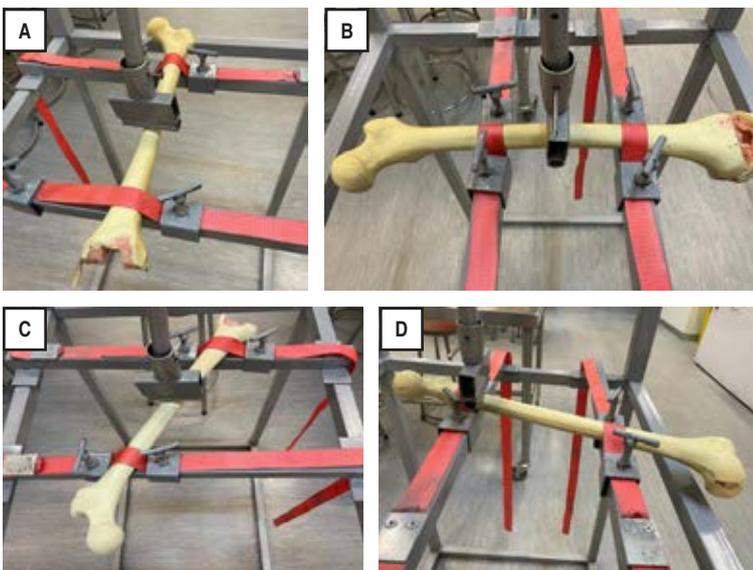


Figura 2: Simulación de fracturas. A) Tres puntos alejados de la fractura. B) Tres puntos cerca de la fractura. C) Posición oblicua de fémur artificial. D) Tres puntos en región subtrocantérica.

Para facilitar la formación quirúrgica, desde hace años se realizan cursos prácticos utilizando huesos artificiales que se asemejan mucho a la anatomía humana o especímenes cadavéricos frescos o fijados en formalina. Los traumatólogos pueden entender la anatomía y realizar o perfeccionar técnicas y procedimientos quirúrgicos. Sin embargo, estos métodos no permiten condiciones de entrenamiento realistas, especialmente en el caso de las fracturas. El uso de especímenes con patrones de fractura reales permitiría condiciones de entrenamiento realistas.<sup>3-8</sup> Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue diseñar un método estandarizado

y el uso de una máquina para simular fracturas diafisarias transversas/oblicuas, con el objetivo de obtener patrones de fractura para cursos de educación quirúrgica. La ventaja sería un curso realista y una experiencia de aprendizaje mejorada.

### MATERIAL Y MÉTODOS

**Máquina para simulación de fracturas.** Se diseñaron dos máquinas a medida para simular fracturas a través de un sistema de apoyo en tres puntos, generando una presión dirigida en el sitio a fracturar (punto intermedio) a través de brazos de palanca regulables y diseñados específicamente para extremidad superior e inferior. Los puntos de apoyo extremos son regulables y permiten fijación con cintas retráctiles (Figura 1).

Se simularon 16 fracturas diafisarias transversas/oblicuas en modelos artificiales de fémur (Sawbone®) y se realizaron cuatro subgrupos: tres puntos alejados de la fractura (Figura 2A), tres puntos cerca de la fractura (Figura 2B), posición oblicua de fémur artificial (Figura 2C) y tres puntos en región subtrocantérica (Figura 2D).

La presión realizada fue estandarizada en brazo de palanca y velocidad de ejecución, asociado con una grabación en cámara lenta, análisis de tipo de fractura y similitud con fracturas reales. Se realizó una encuesta a 10 traumatólogos con más de 10 años de experiencia para evaluar la utilidad de la fractura para entrenar técnicas de reducción (indirecta y directa), fijación con diversas técnicas (compresión interfragmentaria, placa de neutralización, placa puente y clavo endomedular). El protocolo fue aprobado por el comité de ética institucional.

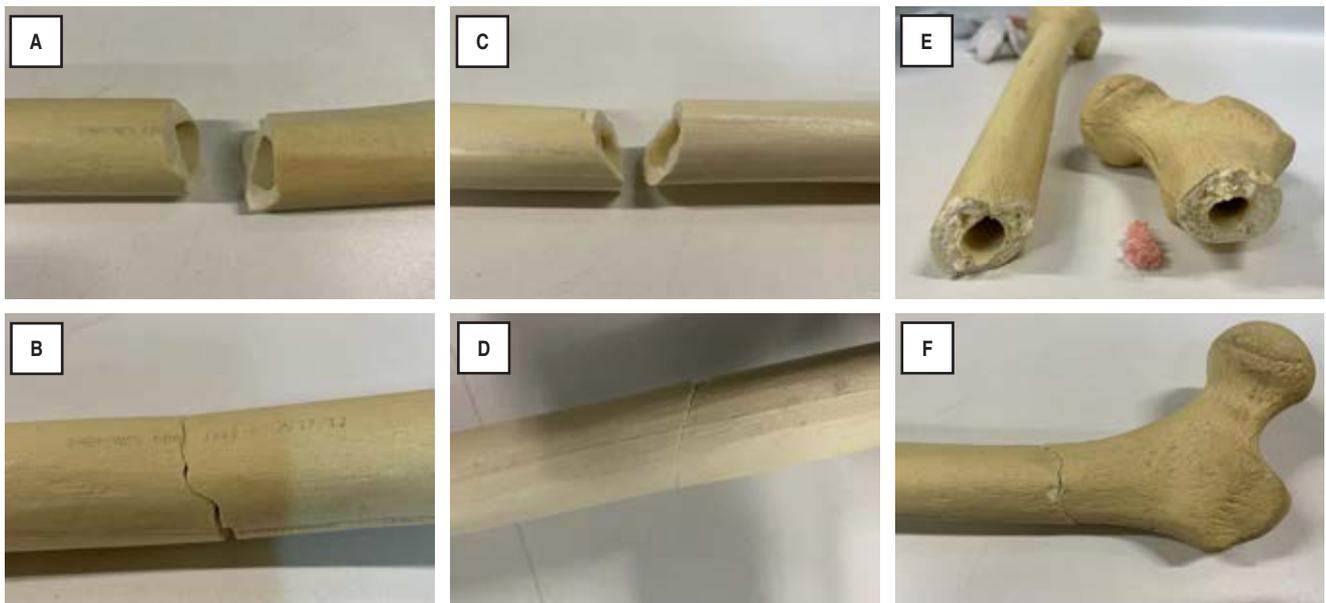


Figura 3: Fracturas simuladas. A, B) Fractura transversa. C, D) Fractura oblicua corta. E, F) Fractura subtrocantérica.

Tabla 1: Fidelidad según comité de expertos en traumatología.

Simulación	Media ± DE
Técnicas de reducción indirecta	4.7 ± 4.1
Técnicas de reducción directa	8.3 ± 1.9
Fijación compresión interfragmentaria	5.7 ± 4.1
Fijación técnica placa neutralización	6.1 ± 2.8
Fijación técnica placa puente	5.8 ± 3.0
Osteosíntesis con clavo endomedular	7.9 ± 2.6
Osteosíntesis con placa y tornillos	8.9 ± 1.3
Osteosíntesis con placa MIPO	6.5 ± 3.5

En una escala de 0 a 10, se evaluó la fidelidad de la fractura para su uso en educación y simulación quirúrgica, siendo 10 la mayor fidelidad.

## RESULTADOS

Los subgrupos de apoyo en tres puntos alejados y cercanos a la fractura generaron fracturas de tipo transversas (Figura 3A y B). El subgrupo de posición oblicua generó una fractura transversa, dos oblicuas cortas y una oblicua larga (Figura 3C y D). El subgrupo subtrocantérica generó tres fracturas transversas (dos conminutas) y una fractura oblicua corta (Figura 3E y F).

Respecto a las fracturas transversas/oblicua corta, se recomendó un 82.9% para técnicas de

reducción directa, un 78.8% para osteosíntesis con clavo endomedular y un 89.1% para osteosíntesis con placa. Respecto a las fracturas subtrocantéricas, los expertos recomiendan su uso en educación de técnicas de reducción directa (80%) y osteosíntesis con clavo endomedular (82.5%) principalmente (Tabla 1).

## CONCLUSIÓN

La simulación de fracturas diafisarias transversas/oblicuas a través de un método estandarizado y el uso de una máquina diseñada a medida es factible y será una herramienta útil para la enseñanza quirúrgica en traumatología. Las fracturas simuladas permiten optimizar la educación en diferentes habilidades y técnicas quirúrgicas.

## REFERENCIAS

1. Pellegrini CA. Surgical education in the United States: navigating the white waters. *Ann Surg.* 2006; 244 (3): 335-342. doi: 10.1097/01.sla.0000234800.08200.6c.
2. Contreras JJ, Liendo R, de Marinis R, Calvo C, Soza F. Del brochure al paciente: rol de la simulación en el uso de nuevos implantes ortopédicos. *Simulación Clínica.* 2021; 3 (2): 74-79. doi: 10.35366/101431.
3. Lenz M, Kahmann S, Behbahani M, Pennig L, Hackl M, Leschinger T, et al. Influence of rotator cuff preload on fracture configuration in proximal humerus fractures: a proof of concept for fracture simulation. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2022. doi: 10.1007/s00402-022-04471-9.

4. Harbrecht A, Hackl M, Leschinger T, Uschok S, Müller LP, Wegmann K. Metacarpal fractures - A method to simulate life-like fractures in human cadaveric specimens for surgical education. *Hand Surg Rehabil.* 2022; 41 (2): 214-219. doi: 10.1016/j.hansur.2022.01.007.
5. Harbrecht A, Endlich F, Hackl M, Seyboth K, Lethaus B, Müller LP, et al. "Crack under pressure"-Inducing life-like mandible fractures as a potential benefit to surgical education in oral and maxillofacial surgery. *Ann Anat.* 2022; 240: 151878. doi: 10.1016/j.aanat.2021.151878.
6. Harbrecht A, Rausch V, Wegmann K, Hackl M, Uschok S, Leschinger T, et al. Fractures around the hip: inducing life-like fractures as a basis for enhanced surgical training. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2021; 141 (10): 1683-1690. doi: 10.1007/s00402-020-03628-8.
7. Ott N, Harbrecht A, Hackl M, Leschinger T, Knifka J, Müller LP, et al. Inducing pilon fractures in human cadaveric specimens depending on the injury mechanism: a fracture simulation. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2021; 141 (5): 837-844. doi: 10.1007/s00402-020-03538-9.
8. Wegmann K, Harbrecht A, Hackl M, Uschok S, Leschinger T, Müller LP. Inducing life-like distal radius fractures in human cadaveric specimens: a tool for enhanced surgical training. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2020; 140 (3): 425-432. doi: 10.1007/s00402-019-03313-5.

**Conflicto de intereses:** ningún autor, su familia inmediata y cualquier fundación de investigación a la que estén afiliados recibieron pagos económicos u otros beneficios de ninguna entidad comercial relacionada con el tema de este artículo.

**Correspondencia:**

**Julio J Contreras**

Diagonal Paraguay #362,  
PC 8330077, Santiago, Chile.

**E-mail:** juliocontrerasmd@gmail.com

[www.medigraphic.org.mx](http://www.medigraphic.org.mx)