



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE MEDICINA**

**SECRETARÍA DE SALUD**

**INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN**

**EVALUACIÓN CLÍNICA DEL SISTEMA DE  
VERTEBROPLASTIA SOTEIRA PARA EL TRATAMIENTO DE  
FRACTURAS VERTEBRALES POR COMPRESIÓN DE T4-L5  
EN LA COLUMNA DORSAL Y LUMBAR DEL ADULTO.**

**T E S I S**

**PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN:**

**ORTOPEDIA**

**PRESENTA:**

**DR. JORGE EDUARDO GUTIÉRREZ BÁEZ**

**PROFESOR TITULAR:**

**DR. JOSÉ MANUEL AGUILERA ZEPEDA**

**ASESOR:**

**DR. ALEJANDRO REYES SÁNCHEZ**



**MÉXICO, D.F.**

**2009**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

DRA. MATILDE L. ENRIQUEZ SANDOVAL

DIRECTORA DE ENSEÑANZA

---

DRA. XOCHIQUETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ

SUBDIRECTORA DE POSTGRADO

Y EDUCACIÓN CONTINUA

---

DR. LUIS GOMEZ VELÁZQUEZ

JEFE DE LA DIVICIÓN DE ENSEÑANZA MÉDICA

---

DR. JOSÉ MANUEL AGUILEZA ZEPEDA

PROFESOR TITULAR

---

DR. ALEJANDRO REYES SÁNCHEZ

ASESOR CLÍNICO

---

DR. BARÓN ZÁRATE KALFÓPULOS

ASESOR CLÍNICO

---

D. EN C. MA. GUADALUPE SÁNCHEZ BRINGAS

ASESOR METODOLÓGICO

## AGRADECIMIENTOS

A Giselle e Iñigo que son las personas más importantes en mi vida y de ellos obtengo toda la motivación para seguir adelante.

A mis padres que sin su ayuda no habría logrado ser la persona que soy actualmente.

Al Dr. Alejandro Reyes Sánchez y Barón Zárate por guiarme en mi vida profesional y darme la oportunidad de trabajar con ellos.

INDICE:

Marco Teórico General.....	1
Planteamiento del Problema de Investigación.....	7
Hipótesis.....	7
Justificación de la Investigación.....	8
Objetivo Primario.....	8
Objetivos Secundarios.....	8
Material y Métodos.....	9
Diseño del Estudio.....	9
Descripción de Variables del Estudio.....	9
Criterios de Inclusión.....	10
Criterios de Exclusión.....	10
Criterios de Eliminación.....	11
Escalas de Medición.....	11
Resultados.....	12
Discusión.....	17
Conclusiones.....	19
Bibliografía.....	20

## **ANTECEDENTES**

### **Osteoporosis**

A partir de las conferencias internacionales de consenso de Hong-Kong 1993 y Ámsterdam 1996, la osteoporosis se define como una afección difusa del esqueleto caracterizada por una disminución de la masa ósea y una alteración de la microarquitectura del tejido óseo, cuya consecuencia es un aumento de la fragilidad ósea y un riesgo incrementado de la fractura.<sup>28</sup>

Debido al envejecimiento de las poblaciones europeas y norteamericanas, la incidencia y la prevalencia de las fracturas osteoporóticas, que son los indicadores más representativos de la enfermedad, aumentan continuamente.<sup>28</sup>

La distribución demográfica de las fracturas se caracteriza por:

- Aumento exponencial con la edad.
- Un neto predominio femenino.
- Predominio en raza blanca.

En México la incidencia de osteoporosis en mujeres mayores de 50 años es del 16%, mientras que la incidencia de osteopenia llega a ser de hasta el 57%.<sup>(25)</sup>

## Fracturas vertebrales

La incidencia de las fracturas vertebrales osteoporóticas no es fácil de establecer debido a:

- Carácter indoloro de la mitad de ellas
- La dificultad de identificar una fractura, ante una deformidad vertebral radiográfica.
- El carácter traumático de algunas fracturas.

Una de las principales manifestaciones de la osteoporosis son las fracturas vertebrales por compresión (FVC). Existe un estimado de 700,000 FVC secundarias a osteoporosis en Estados Unidos de Norteamérica. Aproximadamente el 26% de mujeres por arriba de los 50 años y 40% de las mujeres por arriba de los 80 años han reportado haber presentado una FVC secundaria a osteoporosis. Así como las fracturas por osteoporosis en otras regiones anatómicas el tratamiento de las FVC no debe de centrarse en el tratamiento agudo de la fractura, si no en el tratamiento de la enfermedad como un conjunto de signos y síntomas. Los pacientes deben de iniciar un manejo con una combinación de calcio, vitamina D, y bifosfonatos.<sup>3</sup>

En Estados Unidos el costo de las fracturas por osteoporosis se calculó mayor de 13.8 billones de dólares por año ó 38 millones de dólares por día en 1995 y se calcula que para el año 2030 los costos excederán los 60 billones por año ó 164 millones por día.<sup>5</sup>



Un estudio radiográfico sobre la incidencia de las fracturas vertebrales, realizadas sobre el conjunto de la población de raza blanca de la ciudad de Rochester (Estados Unidos) entre 1985 y 1989 ha permitido estimar una incidencia anual de 145 por cada 100,000 en mujeres y de 73 por cada 100,000 en hombres. Otro estudio, basándose en los archivos de Medicare (Estados Unidos 1986 – 1989) que incluían 151,986 pacientes hospitalizados por una fractura vertebral, ha estimado una incidencia de 171/100,000 mujeres y 99/100,000 hombres de raza blanca. Estos estudios muestran que la incidencia de las fracturas vertebrales es mayor en mujeres y aumentan de manera exponencial con la edad.

La prevalencia de fracturas vertebrales en mujeres mexicanas mayores de 50 años es de de 19.5%.<sup>27</sup>

### **Opciones terapéuticas**

La vertebroplastia (VP) y cifoplastia con balón son procedimientos percutáneos mínimamente invasivos que consisten en la inyección de polimetil metacrilato (PMMA) bajo control radiográfico dentro de un cuerpo vertebral fracturado. Estos procedimientos fortalecen el hueso y disminuyen el dolor intenso producido por la fractura por compresión secundaria a osteoporosis, metástasis o trauma.<sup>2</sup>

La vertebroplastia (VP) fue reportada por primera vez en Francia en 1987 por Galibert et al<sup>1</sup> para el tratamiento de hemangiomas dolorosos a nivel de C2. La VP se ha utilizado en Estados Unidos de Norteamérica y Europa desde la década de los 90's y ha demostrado reducir el dolor de forma rápida y efectiva comparado con terapias multimodales convencionales.<sup>2</sup>

Con este procedimiento se han reportados buenos resultados control del dolor del 90% al 95% de los casos de fracturas por compresión secundarias a osteoporosis<sup>8-9</sup> y del 72% al 75% de los casos en pacientes con metástasis por mieloma múltiple.<sup>10-11</sup>

Los efectos a largo plazo al momento no están reportados debido a lo relativamente nuevo de la técnica. Las tasas de complicación en fracturas por osteoporosis es baja en una serie de 274 pacientes se reportó de 1.3%<sup>12</sup>, un monómero del cemento puede tener efectos sistémicos y pulmonares que se traducen en hipoxia y embolismo, debido a la posición se pueden producir fracturas de costillas, migración del cemento hacia el espacio epidural o paravertebral lo cual se ha reportado hasta en el 70% de los casos<sup>13</sup>, sin embargo normalmente no se traduce en efectos adversos.

El material que se utilice como relleno del cuerpo vertebral requiere de propiedades biomecánicas y biológicas para dar un soporte adecuado a la columna vertebral. Debe ser radiopaco debido a que el procedimiento se lleva cabo de manera percutánea y con control fluoroscópico, contar con capacidad

para soportar las cargas habituales de la columna vertebral, fácil manejo y propiedades adecuadas de polimerización y cristalización que permitan un adecuado flujo del material. Existen diferentes alternativas de materiales de relleno para al vertebroplastía.<sup>14</sup>

Osteoporosis y trauma se encuentran dentro de las principales causas de fracturas vertebrales por compresión. Reposo en cama, analgésicos, uso de bifosfonatos y el uso de corsés generalmente pueden disminuir el dolor. La vertebroplastía y la cifoplastía se deben considerar como opciones de tratamiento en fracturas vertebrales por compresión en pacientes que a pesar de tratamiento conservador continúen con dolor.

El mecanismo mediante el cual la vertebroplastía y la cifoplastía disminuyen el dolor no se ha entendido por completo. Estudios previos han mostrado que la inyección percutánea de polimetil metacrilato en fracturas vertebrales por compresión producen disminución significativo del dolor y mejoran la movilidad. La disminución del dolor puede ser secundaria a la estabilización de microfracturas. Los efectos mecánicos, vasculares, químicos y térmicos del cemento pueden deberse a destrucción de terminaciones nerviosas.

La fuga del cemento es una complicación frecuente en la vertebroplastía habitual. Se ha reportado su presentación entre el 38%<sup>17</sup> y el 72.5%<sup>18</sup> en casos de colapso secundario a malignidad y entre el 30%<sup>19</sup> y el 65%<sup>20</sup> de los casos secundarios a osteoporosis. La fuga del cemento puede ocurrir a una gran variedad de

compartimentos anatómicos que incluyen al tracto de el trocar de trabajo, tejidos blandos prevertebrales, conducto raquídeo, disco intervertebral, venas prevertebrales, venas epidurales, arteria metamérica, vena cava inferior, aorta y pulmones<sup>21</sup>. Afortunadamente es bien tolerada en la mayoría de los casos, sin embargo esta fuga de cemento es la causa principal de complicaciones postoperatorias.

Durante estos procedimientos se utilizan muchas medidas de seguridad como es monitoreo fluoroscópico preciso que permita un abordaje transpedicular o extrapedicular para la inyección del cemento.

Se ha comprobado que tanto la vertebroplastía como la cifoplastía son altamente eficaces para disminuir el dolor y mejorar la funcionalidad en pacientes con fracturas vertebrales por compresión.<sup>3</sup>

Algunos estudios reportan que el porcentaje de mejoría medido en EVA fue de 67.9% después de la vertebroplastía y 57.1% después de la cifoplastía. La mayor mejoría en la vertebroplastía comparado con la cifoplastía alcanza significancia estadística pero no alcanza una significancia clínica lo que sugiere que ambos procedimientos dan beneficios clínicos similares.<sup>3</sup> La vertebroplastía se encontró asociada a una mayor riesgo de fuga del cemento y a nuevas fracturas por compresión. La cifoplastía se asoció más a infartos al miocardio.<sup>3</sup>

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La fuga del cemento fuera del cuerpo vertebral es la complicación mas frecuentemente encontrada en el tratamiento de las fracturas vertebrales con vertebroplastia convencional. Con el sistema de vertebroplastia soteira, se pretende disminuir el número de los pacientes que presentan fuga del cemento. Obteniendo resultados clínicos similares a los reportados en la literatura en cuanto a disminución de dolor.

## **HIPOTESIS**

El sistema Soteira para la realización de la vertebroplastía percutánea en el tratamiento de las fracturas vertebrales de T4-L5 es seguro al no presentar un riesgo mayor al de una vertebroplastia convencional, es confiable y permite la entrega del cemento de forma simétrica y controlada dentro del cuerpo vertebral al utilizar un stent el cual contendrá las posibles fugas. Se obtendrán buenos resultados clínicos al disminuir dolor, evitando mayor colapso de la vertebra afectada y aumentando funcionalidad del paciente.

## **JUSTIFICACION**

La incidencia mundial de fracturas vertebrales es elevada, la prevalencia en mujeres mexicanas mayores de 50 años es del 19.5%, la fuga del cemento es la complicación que se presenta con la vertebroplastia y cifoplastia convencional, el sistema soteira es la alternativa para disminuir esta complicación al usar un stent que permite la entrega del cemento de una forma simétrica y con mayor control, obteniendo los mismos o mejores resultados que los reportados con la vertebroplastia convencional.

## **OBJETIVO PRIMARIO**

Evaluar la seguridad del sistema soteira para el tratamiento de las fracturas vertebrales por osteoporosis.

## **OBJETIVO SECUNDARIO**

1. Evaluar la confiabilidad del sistema para determinar si el procedimiento es reproducible
2. Identificar el porcentaje de fuga fuera del cuerpo vertebral, mediante revisión radiográfica, utilizando el sistema soteira
3. Evaluar el estado clínico del paciente mediante escalas para dolor y funcionalidad.

## **METODOLOGÍA**

### **Diseño del estudio**

Estudio prospectivo, longitudinal no controlado y estudio de viabilidad en un solo centro.

### **Variables dependientes:**

1. Tiempo quirúrgico, anestésico y sangrado transoperatorio.
2. Dolor medido con Escala Visual Análoga (EVA)
3. Valoración Funcional con Escala Roland Morris
4. Índice de satisfacción postoperatorio.
5. Valoración radiográfica de fugas de cemento.

### **Descripción del universo del trabajo**

#### **Tipo y tamaño de muestreo**

Por conveniencia se determinó un grupo de 20 pacientes que acudieron al servicio de cirugía de columna vertebral por fractura vertebral por osteoporosis.

## **Criterios de inclusión**

- Pacientes mayores de 50 años.
- Fracturas vertebrales de compresión de niveles T4 a L5.
- Fracturas con pérdida del 15 al 60% de altura vertebral.
- Dolor >5 en escala visual análoga.
- >6 semanas de tratamiento conservador.
- Tener consentimiento informado firmado por el paciente o familiar responsable.

## **Criterios de exclusión**

- Fracturas por estallamiento.
- Déficit neurológico.
- Trastorno de la coagulación.
- Infección local o sistémica activa.
- Diagnóstico conocido de tumor en columna vertebral que haya conocido manejo específico.
- Mieloma múltiple.
- Colocación previa de cemento en el nivel fracturado.
- Pacientes psiquiátricos.



## **Criterios de eliminación**

- Pacientes que no acudan a sus citas de revisión.
- Pacientes que se nieguen a continuar con el protocolo.

## **TAMAÑO DE MUESTRA**

- 20 pacientes.
- 37 niveles.

## **ESCALAS DE VALORACIÓN**

Se utilizaran la Escala Visual Análoga para valorar dolor preoperatorio y escala de valoración funcional de Roland Morris en el preoperatorio, postoperatorio, a las 6 semanas, 3 meses y 12 meses.

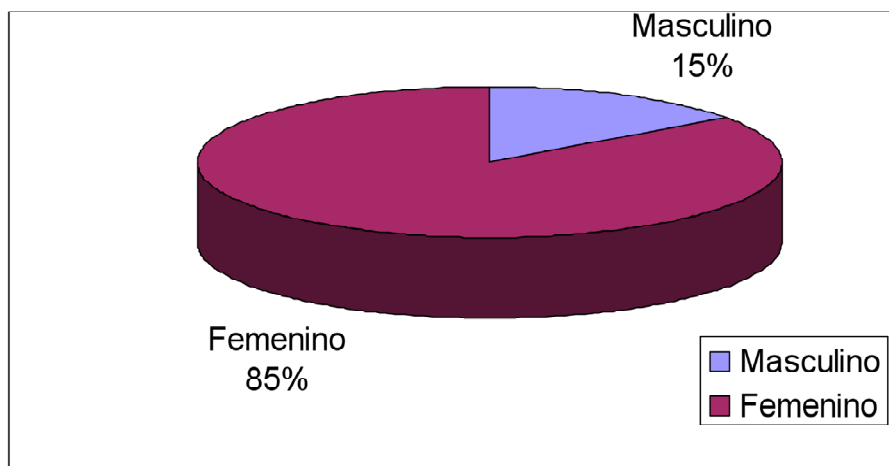
## **ANALISIS ESTADISTICO**

Se llevó a cabo la estadística descriptiva incluyendo medidas de tendencia central y de dispersión. Los datos cuantitativos se analizaron con la prueba no paramétrica de Friedman, considerando como diferencia significativa cuando  $P \leq 0.05$ . Los datos nominales se manejaron como porcentajes. La información se procesó con el paquete estadístico SPSS 15.

## RESULTADOS

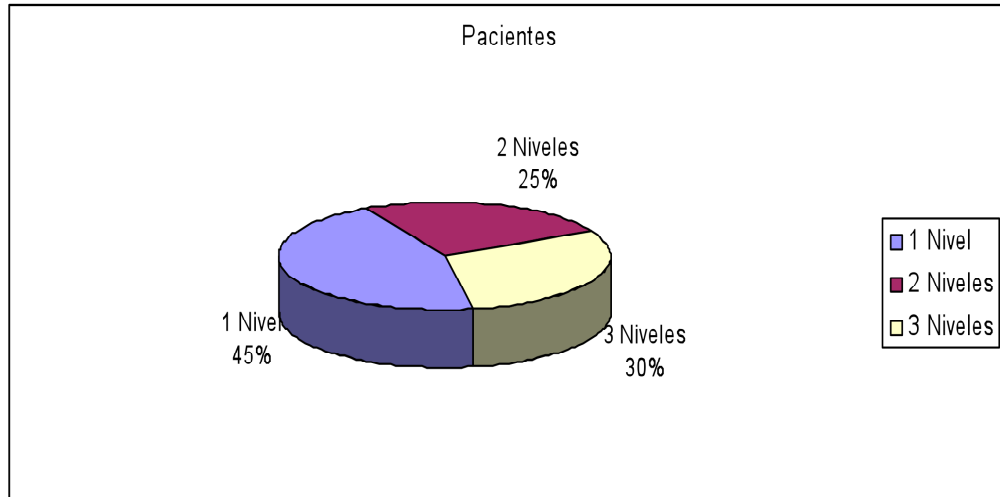
Se incluyeron 20 pacientes en el estudio, se les realizo valoración preoperatoria, postoperatoria a las 6 semanas, 3, 6 y 12 meses, utilizando la escala visual análoga para dolor, el cuestionario de funcionalidad de Roland Morris y mediciones radiográficas preoperatorias, postoperatorias a los 6 y 12 meses.

De los pacientes evaluados 17 eran de sexo femenino y 3 de sexo masculino lo cual corresponde a un 85% y 15% respectivamente.

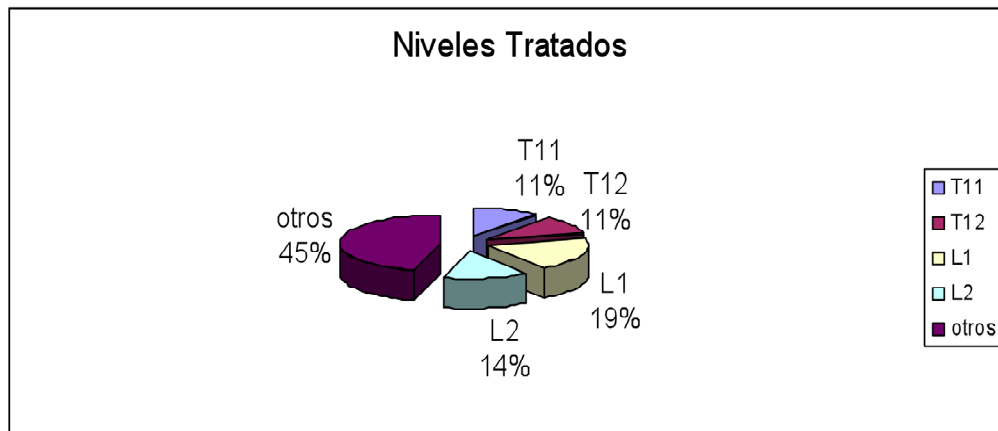


La edad promedio fue de 69 años.

Se trataron 37 niveles en total, el 45% de los pacientes se trato un nivel, el 25% 2 niveles y el 30% 3 niveles.



Los niveles tratados en orden de mayor presentación fueron L1 (19%), L2 (14%), T11 (11%), T12 (11%), el resto de los niveles corresponde al 45%.



## EVA de dolor

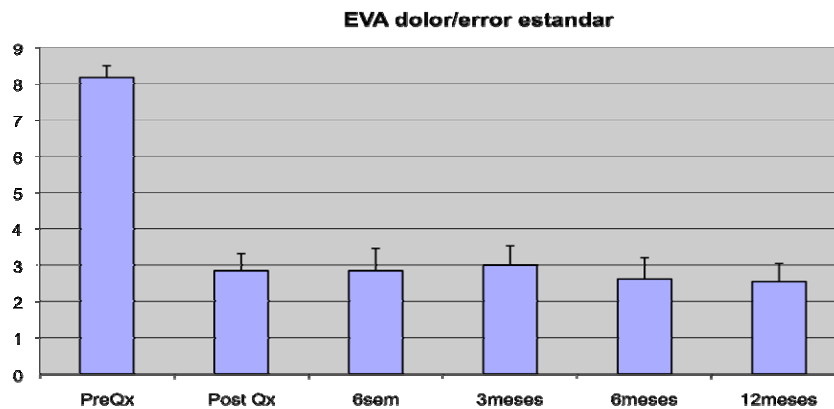
Se aplicó escala visual análoga para dolor en donde la media prequirúrgica fue de 8.20 y la media al año fue de 2.56. Se aplicó la prueba de normalidad para conocer la distribución de los datos y se procedió a utilizar la prueba no paramétrica de Friedman.

Se obtuvo una diferencia significativa de  $P = 0.000$ .

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
EVA prequirúrgico	20	5	10	8.20	1.399
EVA postquirúrgico	20	0	6	2.85	2.134
EVA 6 semanas	20	0	8	2.85	2.700
EVA 3 meses	19	0	8	3.00	2.357
EVA 6 meses	19	0	10	2.63	2.565
EVA 12 meses	16	0	7	2.56	1.999

Se aplicó la prueba de normalidad para conocer la distribución de los datos y se procedió a utilizar la prueba no paramétrica de Friedman.

Se obtuvo diferencia significativa de  $P = 0.000$

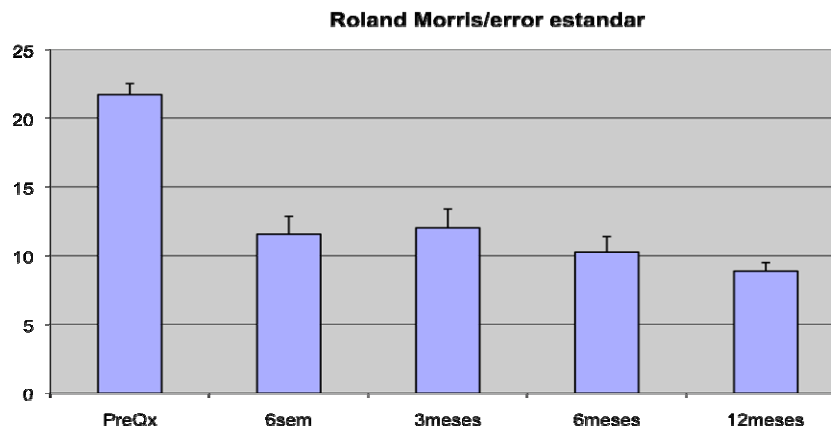


## Escala funcional de Roland Morris

Se aplicó cuestionario de funcionalidad de Roland Morris en donde la media prequirúrgica fue de 24, siendo este el peor resultado posible en esta encuesta, y la media a los 12 meses fue de 8.88 obteniéndose una diferencia significativa de  $P = 0.000$ .

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
ROLAND MORRIS PREQUIRURGICO	20	9	24	21.75	3.508
ROLAND MORRIS 6 SEMANAS	20	3	21	11.60	5.557
ROLAND MORRIS 3 MESES	19	4	22	12.05	5.873
ROLAND MORRIS 6 MESES	19	1	21	10.26	5.546
ROLAND MORRIS 12 MESES	16	0	13	8.88	3.423

Se obtuvo diferencia significativa de  $P = 0.000$



Se obtuvo diferencia significativa de  $P = 0.000$

## INDICE DE SATISFACCION DEL PACIENTE A 12 MESES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos a	7	35.0	46.7	46.7
b	8	40.0	53.3	100.0
Total	15	75.0	100.0	
Perdidos Sistema	5	25.0		
Total	20	100.0		

## ANALISIS RADIOLÓGICO

Se obtuvieron radiografías anteroposterior y lateral preoperatorias a los 6 y 12 meses del postoperatorio.

Las radiografías preoperatorias fueron evaluadas para cumplir los criterios diagnósticos, las radiografías tomadas a los 6 y 12 meses fueron evaluadas en busca de fugas. Se observó una fuga, en el paciente No. 7, la cual fue menor y ocurrió en el trayecto de la camisa del trocar.

Un revisor independiente (Ajay Wakhloo, PdD, MD Profesor de radiología del departamento de neurología de la universidad de Massachusetts, Worcester), revisó las radiografías postoperatorias y observó 8 salidas anormales las cuales clasificó como menores. De las nueve fugas 6 se encontraban en el hueso cortical y las 3 restantes estaban en venas segmentarias paravertebrales.

Ninguna de las fugas tuvo una traducción clínica.

Se trataron 37 niveles, en 9 niveles se presentaron fugas menores lo que significa un índice de fuga de 24% (9/37).

## DISCUSIÓN

Estudios previos sobre vertebroplastia reportan un índice de fuga de cemento de entre el 30% y 60% en casos de fracturas vertebrales por osteoporosis, en el estudio realizado se observó que el índice de fuga fue de un 24% lo cual es menor que lo reportado en la literatura esto se traduce en seguridad del procedimiento. Ninguna de las fugas tuvo correlación clínica.

Durante el estudio realizado en 20 pacientes con diagnóstico de fractura vertebral por compresión se observó que posterior al tratamiento de vertebroplastia con sistema SOTEIRA el dolor disminuyó de forma significativa, esta disminución se mantuvo durante la duración del estudio (un año).

Con la evaluación de la funcionalidad se observó un patrón similar en el cual el cambio (disminución) del dolor se presentó inmediatamente después de la cirugía, y este se sostuvo los 12 meses del estudio, este descenso en la escala de funcionalidad de Roland Morris también es significativo.

Es recomendable que el estudio se continúe a 2 años y de ser posible a mas tiempo para así poder obtener los resultados a largo plazo de este procedimiento, el problema al que nos enfrentaríamos en caso de realizar esto seria que el tamaño de muestra disminuye con el paso del tiempo ya que los pacientes incluidos en el estudio son adultos mayores que presentan enfermedades concomitantes que pueden ser causantes de abandono del estudio o de sesgo a la hora de realizar las encuestas la cuales pueden ser poco objetivas cuando el paciente se encuentra en mal estado general de salud.

Por último, parecería interesante realizar otros estudios en los cuales se valoren las consecuencias de la entrega simétrica del cemento en el cuerpo vertebral, y ver si esto afecta a largo plazo a los niveles adyacentes los cuales se ha observado que pueden presentar fracturas debido a la diferencia de dureza entre el nivel tratado y el inmediatamente superior o inferior.



## **CONCLUSIONES**

Con el uso del sistema de vetebroplastia soteira se redujo el índice de fuga del cemento a 24 %.

El dolor, el cual se valoro con la escala visual análoga, disminuyo de forma significativa y se mantuvo durante la duración del estudio.

La funcionalidad del paciente mejoro de forma significativa y se sostuvo durante los 12 meses estudiados.

El índice de satisfacción fue bueno y fue constante desde el postoperatorio hasta el final del estudio.

## BIBLIOGRAFÍA:

1. Paul A. Hulme, MSc, Jörg Krebs, DVM, et al. Vertebroplasty and Kyphoplasty: A Systematic Review of 69 Clinical Studies. Spine Vol. 31 No. 17 pp 1983 – 2001. 2006
2. Pascuale De Negri, MD. Tiziana Tirri, MD. Et al. Treatment of Painful Osteoporotic or Traumatic Vertebral Compression Fractures by Percutaneous Vertebral Augmentation Procedures. *A Nonrandomized Comparison Between Vertebroplasty and Kyphoplasty*. Clin J. Pain, June 2007; vol 23; no 5, pp 425-230
3. Jason C. Eck, DO, MS, Dean Nachtigall, DO, S. Craig Humphreys, MD. Et al. Comparison of vertebroplasty and ballon kyphoplasty for treatment of vertebral compression fractures: a meta – analysis of the literature. The Spine Journal. 2008; 8; 488-497
4. E. Legrand, I. Degasne, et al. Osteoporosis. EMC E; 14-126
5. Raj D, Manoj D, Singrakhia Painful Osteoporotic Vertebral Fracture JBJS Am 2003;85-A:2010-22.
6. Lindsay R, Silverman SL, Cooper C, Hanley DA, Barton I, Broy SB, Licata A, Brenhamou L, Geusens P, Flowers K, Stracke H, Seeman E. Risk of new vertebral fracture in the year following a fracture. JAMA 2001;285:320-3.
7. Gaibert P, Seramond H, Rosat P, Le Gars D. Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty. Neurochirurgie. 1987;33:166-8.

8. Jensen ME, Evans AJ, Mathis JM, Kallmes DF, Cloft HJ, Dion JE. Percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures: technical aspects. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1997;18:1897-904
9. Barr JD, Barr MS, Lemley TJ, McCann RM. Percutaneous vertebroplasty for pain relief and spinal stabilization. *Spine* 2000;25:923-8.
10. Weill A, Chiras J, Simon JM, Rose M, Sola-Martínez T, Enkaoua E. Spinal metastases: indication for and results of percutaneous injection of acrylic surgical cement. *Radiology.* 1996;199:241-7.
11. Cotten A, Dewatre F, Cortet B, Assaker R, Leblond D, Duquesnoy B, Chastanet P, Clarisse J. Percutaneous vertebroplasty for osteolytic metastases and myeloma: effects of the percentage of lesion filling and the leakage of methyl methacrylate at clinical follow-up. *Radiology.* 1996;200:525-30.
12. Chiras J, Depriester C, Weill A, Sola-Martínez MT, Deramnd H. Percutaneous vertebral surgery. Technics and indications. *J Neuroradiol.* 1997;24:45-59.
13. Pérez-Higueras A, Alvarez L, Rossi RE, Quinones D, Al-Assir I. Percutaneous vertebroplasty: long-term clinical and radiological outcome. *Neuroradiology.* 2002;44:950-4.
14. Lieberman IH, Togawa D, Kayanja MM. Vertebroplasty and Kyphoplasty: Filler Materials. *The Spine Journal* 2005;5:305S-16S.
15. Safdar N, Khan F, Cammisa Jr H, Sandhu S, Ashish D et al The Biology of bone grafting *J Am Acad Orthop Surg* 2005;13:77-86

16. Cornell CN. Osteoconductive materials as substitutes for autogenous bone grafts. Orthop Clin North Am 1999;30:591-8.
17. Boden S. Overview of the Biology of Lumbar Spine Fusion and Principles for Selecting a Bone Graft Substitute Spine 2002;27:26-31.
18. Verlaan JJ, Oner FC, Sloopweg PJ, et al. Histological changes after vertebroplasty. J Bone Surg Am 2004;86-A:1230-8.
19. Turner TM, Urban RM, Lim TH et al. Vertebroplasty using injectable calcium phosphate cement and polymethylmethacrylate in a unique canine vertebral body large defect model. Trans 49<sup>th</sup> Annual Meeting of Orthopaedic Research Society of Biomaterials. Tampa FL, April 24-47, 2002:23 (Abstr)
20. Takemasa R., Yamamoto H. Repair of osteoporotic vertebra compression fracture by transpedicular injection of bioactive calcium phosphate cement into the vertebral body. Read at the Annual Meeting of the North American Spine Society;2002 Oct 29-Nov2;Montreal Quebec Canada.
21. Well A, Chiras J, Simon J et al. Spinal metastases : Indication for and results of percutaneous injection of acrylic surgical cement. Radiology. 1996;199:241-247
22. Cotton A, Dewatre F, Cortet B et al. Percutaneous vertebroplasty for osteolytic metastases and myeloma: Effects of the percentage of lesion filling and leakage of methyl methacrylate at clinical follow-up. Radiology 1996;200:525-530.
23. Jense M, Aberly J, Mathis J et al. Percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures: Technical aspects. Am J Neuroradiol 1997;18:1897-1904.

24. Cortet B, Cotton A, Boutry N et al. Percutaneous vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures. An open prospective study. *J Rheumatol* 1999;26:2222-2228.
25. Jean-Denis L, Bassam H. Complications of Percutaneous Vertebroplasty and Their Prevention. *Semin Ultrasound CT MRI* 2005;26:65-80.
26. Murillo-Urbe 1999
27. Morales-Torres 1994
28. E-Legrand, I. Degasne D. Chappard, M. F. Basle M. Audran Osteoporosis 1999:E-14-126