



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**Instituto Mexicano del Seguro Social  
Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE) de  
Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación  
“Dr. Victorio de la Fuente Narváez”.**

**TÍTULO:**

**EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS AL DESARROLLO  
DE OSTEONECROSIS EN PACIENTES CON FRACTURA DE ASTRÁGALO:  
ESTUDIO DE CASOS Y CONTROLES**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN:**

**ORTOPEDIA**

**PRESENTA:**

**JOSÉ ARMANDO DÍAZ GARCÍA**

**TUTOR DE TESIS:**

**DR. CARLOS FERNANDO AGUIRRE PARRA**

**ASESORES:**

**DR. ANSELMO ROSSIER GUILLOT**

**DR. ALEJANDRO ISLAS ARRIAGA**

**UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD (UMAE) DE TRAUMATOLOGÍA,  
ORTOPEDIA Y REHABILITACIÓN “DR. VICTORIO DE LA FUENTE NARVAÉZ”.  
CIUDAD DE MÉXICO, 2021.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

## **AUTORIDADES**

DRA. FRYDA MEDINA RODRÍGUEZ  
DIRECTORA TITULAR UMAE TOR DVFN

DR. RUBÉN TORRES GONZÁLEZ  
DIRECTOR DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD UMAE TOR DVFN

DR. OSCAR ULISES MORENO MURILLO  
ENC. DIRECCIÓN MÉDICA HOSPITAL DE TRAUMATOLOGÍA UMAE TOR DVFN

DRA. ELIZABETH PÉREZ HERNÁNDEZ  
JEFA DE LA DIVISIÓN DE EDUCACIÓN EN SALUD UMAE TOR DVFN

DR. DAVID SANTIAGO GERMÁN  
JEFE DE LA DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD UMAE TOR DVFN

DR. MANUEL IGNACIO BARRERA GARCÍA  
JEFE DE LA DIVISIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN MÉDICA HOVFN  
UMAE TOR DVFN

DR. JUAN AGUSTÍN VALCARCE LEÓN  
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN ORTOPEDIA  
UMAE TOR DVFN

DR. CARLOS FERNANDO AGUIRRE PARRA  
TUTOR DE TESIS

## Índice

I	Título.....	4
II	Identificación de los investigadores .....	4
III	Resumen.....	5
IV	Marco teórico.....	7
V	Planteamiento del Problema y Pregunta de Investigación.....	12
VI	Justificación.....	13
VII	Objetivos.....	14
	a. Objetivo general .....	14
	b. Objetivos específicos .....	14
VIII	Hipótesis de investigación.....	14
IX.	Material y método.....	15
	a. Diseño.....	15
	b. Sitio.....	15
	c. Periodo.....	15
	d. Material.....	15
	Criterios de selección.....	15
	e. Métodos.....	16
	1.- Técnica de muestreo.....	16
	2.- Metodología.....	16
	3.- Cálculo del tamaño de muestra .....	16
	4.- Descripción de variables.....	17
	5.- Recursos humanos.....	19
	6.- Recursos materiales.....	19
X.	Análisis estadístico.....	20
XI.	Consideraciones éticas.....	21
XII.	Factibilidad.....	22
XIII.	Cronograma de actividades.....	23
XIV.	Resultados.....	24
XV.	Discusión.....	28
XVI.	Conclusiones.....	32
XVII.	Referencias bibliográficas .....	33
XVIII.	Anexos.....	36

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE) de Traumatología, Ortopedia y  
Rehabilitación “Dr. Victorio de la Fuente Narváez”.

**I. TÍTULO:**

**Evaluación de los factores de riesgo asociados al desarrollo de osteonecrosis en pacientes con fractura de astrágalo: Estudio de casos y controles**

**II. IDENTIFICACIÓN DE LOS INVESTIGADORES**

**Tutor:** Dr. Carlos Fernando Aguirre Parra (a)

**Investigador responsable:** Dr. Anselmo Rossier Guillot (b)

**Investigadores asociados:** Dr. Alejandro Islas Arriaga (c)

Dr. José Armando Díaz García (d)

- (a) Médico no familiar – Especialista en Ortopedia/Traumatología. Adscrito del Servicio Cirugía de Pie y Tobillo. Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE) de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación “Dr. Victorio de la Fuente Narváez”, Ciudad de México, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Av. Colector 15 s/n Esq. Av. Politécnico Nacional. Col. Magdalena de las Salinas, Alcaldía Gustavo A. Madero, C.P.07760. Ciudad de México. Correo: dr.carlosfernandoparra@gmail.com Tel: 5567920000
- (b) Médico no familiar – Especialista en Ortopedia/Traumatología. Jefe del Servicio Cirugía de Pie y Tobillo. Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE) de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación “Dr. Victorio de la Fuente Narváez”, Ciudad de México, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Av. Colector 15 s/n Esq. Av. Politécnico Nacional. Col. Magdalena de las Salinas, Alcaldía Gustavo A. Madero, C.P.07760. Ciudad de México. Correo: luis.rossier@imss.gob.mx Tel: 5554157655
- (c) Médico no familiar – Especialista en Ortopedia/Traumatología. Jefe del Servicio de Polifracturados y Fracturas Expuestas. Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE) de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación “Dr. Victorio de la Fuente Narváez”, Ciudad de México, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Av. Colector 15 s/n Esq. Av. Politécnico Nacional. Col. Magdalena de las Salinas, Alcaldía Gustavo A. Madero, C.P.07760. Ciudad de México. Correo: dr.alejandro\_islas@hotmail.com. Tel. 5521099532
- (d) Médico residente de 4to año en la Especialidad de Traumatología y Ortopedia. Sede IMSS-UNAM, UMAE de Traumatología y Rehabilitación “Dr. Victorio de la Fuente Narváez”, Ciudad de México, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Av. Colector 15 s/n Esq. Av. Politécnico Nacional. Col. Magdalena de las Salinas, Alcaldía Gustavo A. Madero, C.P.07760. Ciudad de México. Matrícula 9835596 Correo: digajose11@gmail.com. Tel: 5511786608

### III. RESUMEN

**TITULO:** Evaluación de los factores de riesgo asociados al desarrollo de osteonecrosis en pacientes con fractura de astrágalo: Estudio de casos y controles

**ANTECEDENTES:** Las fracturas del astrágalo representan el 0.3% de todas las fracturas, son consideradas una de las fracturas más difíciles de tratar. Debido a su pobre vascularidad, entre sus múltiples complicaciones se encuentra el desarrollo de osteonecrosis. Sin embargo, a la fecha no existe evidencia donde se establezca la asociación entre el grado de fractura luxación del astrágalo y el desarrollo de necrosis avascular, debido a su baja incidencia resulta importante conocer la asociación que existe entre los factores de riesgo del paciente y las características propias de la fractura con el desarrollo de osteonecrosis.

**OBJETIVO GENERAL:** Analizar los factores de riesgo para el desarrollo de osteonecrosis en pacientes con fractura luxación de astrágalo

**MATERIAL Y METODOS:** Se presentó este trabajo ante el comité local de investigación en Salud (CLIS) 3401 de la UMAE de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación “Dr. Victorio de la Fuente Narváez”, Ciudad de México, así como al comité de ética en investigación CONBIOÉTICA-09-CEI-001-20180122, mediante el sistema de registro electrónico de la coordinación de investigación en salud (SIRELCIS) para su evaluación y dictamen obteniendo el número de registro R-2021-3401-022. Se realizó un estudio observacional retrospectivo de casos y controles sobre la asociación de los factores de riesgo en fracturas de astrágalo y el desarrollo de osteonecrosis. Se realizó revisión del expediente clínico de pacientes ingresados durante el periodo de 18 marzo del 2017 a 10 Junio del 2021 de la población ingresada a la UMAE “Dr. Victorio de la Fuente Narváez” con diagnóstico de fractura de astrágalo, se recabó información sociodemográfica, características de las fracturas y desarrollo de osteonecrosis a partir del estudio de imagen radiográfica en el sistema *Synapse®* Radiology PACS durante su seguimiento en la consulta externa.

**ANALISIS ESTADISTICO:** Se realizó una base de datos en Excel específica para el estudio, posteriormente se vaciaron los datos a SPSS® versión 25 para su análisis correspondiente, Se analizó la asociación bivariada entre los distintos factores de riesgo asociados, incluyendo la variable independiente principal contra la dependiente (Presencia de necrosis avascular), a través de una prueba de  $\chi^2$  de Pearson o prueba exacta de Fisher con su respectivo O.R. e IC al 95%. Se analizó la asociación multivariada entre los distintos factores de riesgos asociados y la dependiente; a través de una prueba de regresión logística binaria múltiple, con sus intervalos de confianza al 95%.

**RECUSOS E INFRAESTRUCTURA:** Para la elaboración de este protocolo se cuentan con los recursos humanos suficientes, se cuenta con la participación de un asesor metodológico y especialista en patología traumática en pie y tobillo, de un asesor estadístico, así como de un investigador principal. Se cuenta con acceso a servicio de archivo clínico para revisión del expediente clínico, servicio de imágenes con controles radiográficos de los pacientes.

**EXPERIENCIA DE GRUPO:** La investigación contó con un asesor clínico y metodológico especialista en ortopedia, con amplia experiencia del tema, así como un tesista en ortopedia con experiencia en el tema.

**RESULTADOS:** Se analizó una muestra total de 81 pacientes con el diagnóstico de fractura de astrágalo con mediana de edad de 35 años (23.5 - 48.5), se encontró predominio de las siguientes variables: sexo masculino 74.1% (n = 60), extremidad derecha 53.3% (n = 44), caída axial de alto impacto 34.6% (n= 28), fractura sobre cuello del astrágalo 86.4% (n = 70). La mediana de tiempo promedio transcurrido entre la lesión y el tratamiento fue de (2-8) días. Hubo un 7.4 % (n = 6) de fracturas expuesta. La fractura más frecuente fue el cuello del astrágalo Hawkins tipo I en un 44.4% (n=38), la fractura tipo II se presentó en un 19.8% (n=16), mientras que las fractura tipo III y IV se presentaron en un 9.9% (n = 8) y un 7.4% (n=6) respectivamente. El 13.6% (n=13) de los pacientes presentaron fractura de cuerpo de astrágalo. En el análisis bivariado se observó significancia estadística para variable edad, grado de fractura tipo III–IV de Hawkins y el tratamiento con reducción cerrada con fijación percutánea (RCFP). En el análisis multivariable se encontró que las únicas dos variables que eran estadísticamente significativas fueron el grado de fractura tipo III-IV con 22.2 veces más de riesgo para desarrollar osteonecrosis, comparado con el grupo de fracturas de cuerpo del astrágalo, 22.219(1.385-356.367) p=0.029, el manejo con RCFP resultó ser un factor protector en un 84.4% para no desarrollar osteonecrosis comparado con el grupo tratado con reducción abierta fijación interna, OR 0.156 (0.026 – 0.933) p =0.042, con estas se explica el 24.1% de la varianza del desenlace, (R2 Cox Snell 0.241).

**CONCLUSIONES.** En este estudio se encontró que el grado de fracturas de cuello de astrágalo tipo III - IV, confiere 22.2 veces más de riesgo para desarrollar osteonecrosis, comparado con aquellos pacientes con fractura de cuerpo de astrágalo. El manejo con reducción cerrada fijación percutánea se encontró como factor protector en un 84.4% para no desarrolla osteonecrosis comparado con pacientes tratados con reducción abierta fijación interna.

#### IV. MARCO TEORICO

##### **Antecedentes. Fracturas de Astrágalo: epidemiología y mecanismo de lesión**

Las fracturas del astrágalo son lesiones poco frecuentes e incapacitantes, anteriormente comprendía del 0,1% al 2.5% de todas las fracturas, sin embargo, según estudios epidemiológicos recientes se encuentra que constituyen cerca del 3% de todas las fracturas del miembro pélvico.<sup>1</sup> Las fracturas del astrágalo son más comunes en hombres que en mujeres, la edad promedio de los pacientes es de 30 años. La fractura del cuello, es el sitio más frecuente de la lesión y representa entre el 45% al 50% de todas las fracturas del astrágalo. Dada la predisposición por ser una lesión de alta energía, las tasas de fracturas asociadas son tan altas llegando a ser hasta del 64%. De manera similar, del 18% al 25% de las fracturas del cuello del astrágalo son fracturas expuestas.<sup>2</sup>

Varios estudios han descrito los diversos mecanismos de lesión en las fracturas de astrágalo, donde generalmente son incidentes de alta energía. En revisiones retrospectivas, la colisión de vehículos de motor fue el mecanismo de presentación de lesión más común, como etiologías secundarias en orden descendente incluyen colisión de motocicleta, caída de altura, peatón golpeado por lesiones automovilísticas, lesiones por aplastamiento y lesiones atléticas.<sup>3</sup> Hay que tener a consideración que su asociación con lesiones esqueléticas no contiguas y/o trauma sistémico puede retrasar el diagnóstico y el cuidado definitivo del cuello del astrágalo fractura.<sup>4</sup>

Aún a pesar de los recientes avances en su tratamiento este tipo de fracturas son consideradas como difíciles de tratar, con un alto impacto funcional a corto y largo plazo. La dificultad en lograr resultados aceptables además de un adecuado tratamiento, depende del número articulaciones lesionadas, del pobre soporte vascular y de la compleja estructura *per se* del astrágalo.<sup>5</sup>

##### **Anatomía y vascularidad del astrágalo**

El astrágalo se encuentra dividido anatómicamente en tres estructuras principales: el cuerpo, el cuello y la cabeza. Estructuralmente, transfiere cargas desde la tibia al resto del pie. El cuerpo es trapezoidal, bordeado superiormente por la cúpula convexa del astrágalo. Las paredes cartilaginosas medial y lateral son irregulares, y la superficie cóncava subastragalina forma el piso anterior del cuerpo. El cuello no posee cartílago articular, cuenta con una desviación en varo y una flexión plantar del cuello y cuerpo de 10 - 44° y 5 - 50°, respectivamente. La cabeza del astrágalo es convexa, totalmente recubierta de cartílago articular y se articula con el hueso navicular. Es sostenida por el ligamento calcaneonavicular el cual mantiene el arco plantar.<sup>6</sup>

El suministro de sangre sigue un patrón único y delicado, cuenta con un suministro de sangre extraósea, el cual es una amalgama de contribuciones de la arteria peronea, tibial anterior y tibial posterior, esta última es el más grande contribuyente a través de su rama al canal del tarso. La cabeza del astrágalo también recibe contribuciones de la arteria *dorsalis pedis* y la arteria del seno del tarso. El cuerpo y la cúpula del astrágalo están predominantemente perfundidos por la arteria tibial posterior con contribuciones

secundarias de la arteria peronéa que se anastomosa en la articulación subastragalina a través del canal y seno del tarso. Fracturas y luxaciones del astrágalo pueden alterar estas anastomosis intra y extraóseas que conducen al desarrollo de osteonecrosis. Para evitar contribuciones iatrogénicas la disección quirúrgica debe evitar al ligamento deltoideos, el astrágalo inferior por el canal del tarso y la arteria *pedis dorsal* anteriormente.<sup>7</sup>

#### **IV.III Clasificación de Hawkins para fracturas del cuello del astrágalo**

Las fracturas de astrágalo se clasifican según su región anatómica en cabeza, cuello y fracturas corporales. Las fracturas de cuello son subclasificados por la cantidad de articulaciones cercanas que se interrumpen según las observaciones en la serie de casos históricos de Hawkins y Canale, donde las fracturas tipo I no se encuentran desplazadas; las fracturas tipo II presentan subluxación o luxación subastragalina; las fracturas de tipo III interrumpen las articulaciones subastragalina y tibiotalar; mientras que las fracturas de tipo IV interrumpen la articulación subastragalina, tibiotalar y talonaviclar.<sup>8,9</sup>

Esta clasificación otorga una probabilidad de desarrollo de osteonecrosis, dato que es cambiante acorde a los reportes de cada institución. Según los resultados de una revisión sistemática que incluyó 16 estudios donde se evaluaron las complicaciones de las fracturas de cuello de astrágalo, se encontró desarrollo de osteonecrosis en fracturas Hawkins tipo I con un 0.00% de probabilidad; en las tipo II un 15.91%; en las tipo III un 38.89%; mientras que en las tipo IV hasta un 55%, con un resultado total de 26.47% de osteonecrosis para todas las fracturas evaluadas.<sup>10</sup>

Hay tres revisiones sistemáticas cuya incidencia general de necrosis avascular varía en estos estudios desde 26,47% al 33,3%. Cuando se estratifica según la clasificación de Hawkins, la tasa de osteonecrosis general es menor (23,6 -26,47%). Los tres estudios respaldan la tendencia general de aumentar las tasas de osteonecrosis con aumento de la gravedad de la lesión. Es importante señalar que en estudios realizados desde el año 2000 en adelante, la tasa general de osteonecrosis cayó de 33,3 a 24,9%, y los cambios más sustanciales se observaron a lo largo del tiempo fueron con fracturas de Hawkins tipo II y III<sup>11</sup> datos diferentes a lo reportado por otras series, por lo cual aunque la clasificación de Hawkins ofrece cierta probabilidad para desarrollo de osteonecrosis no existe evidencia de su impacto a partir de un análisis estadístico.

#### **IV.IV Diagnóstico y tratamiento fracturas de astrágalo**

Detallar la ubicación de la fractura del astrágalo es particularmente importante para el clínico a fin de valorar el manejo inicial del paciente. Para establecer el diagnóstico de las fracturas de astrágalo es posible utilizar diversas técnicas de imagen, entre las cuales, a modo de algoritmo diagnóstico inicial es necesario hacer uso de la radiografía convencional, la cual es una técnica de bajo costo, que sirve como herramienta temprana y tardía en el seguimiento del paciente con fracturas de astrágalo.<sup>12,13</sup>

Al momento de ocurrir la interrupción del aporte sanguíneo al astrágalo, la respuesta del cuerpo es un intento de reparación mediante la reosificación, revascularización y

reabsorción del hueso necrótico, pasos iniciales del desarrollo de osteonecrosis, donde los hallazgos radiológicos van a depender de la invasión del área necrótica por tejido, lo cual se reconocerá radiográficamente como un incremento relativo de la densidad en el astrágalo proximal comparada con la osteoporosis difusa en el hueso adyacente.<sup>14</sup> En la radiografía inicial, el hueso necrótico y el hueso viable circundante tienen la misma opacidad y la osteonecrosis temprana puede pasarse por alto. A medida que pasa el tiempo y se produce hiperemia, el hueso sano se reabsorbe y posteriormente se vuelve osteopénico. Sin embargo, el hueso necrótico no puede sufrir reabsorción porque carece de irrigación vascular; por lo tanto, eventualmente parece más radiopaco que el hueso osteopénico circundante. En este punto, se hace evidente la evidencia radiográfica de osteonecrosis. La opacidad del hueso necrótico continúa aumentando a medida que se produce la osificación y depósito de hueso nuevo sobre las trabéculas necróticas. Este proceso explica la imagen esclerótica típica que se ve en la osteonecrosis del astrágalo. La gran mayoría de estudios que utilizan radiografías para hacer el diagnóstico de osteonecrosis, toman como criterio radiográfico el aumento de la radiodensidad en comparación con la osteología adyacente, el cual puede ser encontrado en las primeras semanas posteriores al evento traumático. Posteriormente, los pacientes normalmente son evaluados con radiografías seriadas. Dentro de las primeras seis semanas la presencia de una radiolucidez subcondral de la cúpula del astrágalo en una vista anteroposterior o en mortaja, conocida como el signo de Hawkins, indica de manera confiable que la cúpula del astrágalo está perfundida y que el paciente no desarrollará osteonecrosis. En un estudio de 2007, se encontró que este signo tiene un 100% sensibilidad, con 57% de especificidad.<sup>15</sup>

La resonancia magnética y la gammagrafía ósea pueden diagnosticar osteonecrosis cuando las radiografías son poco concluyentes, sin embargo, aunque ambas modalidades son precisas en su capacidad de diagnóstico, su indicación absoluta no está bien establecida. Una resonancia magnética en los primeros 2 meses después de ocurrida la lesión se considera demasiado temprano, debido a que hay extenso edema a lo largo del astrágalo.<sup>15</sup> Este estudio proporciona un diagnóstico más específico, siendo de especial utilidad en casos con gammagrafía patológica y estudio radiológico normal. Además ha demostrado su utilidad en el diagnóstico de la osteonecrosis en fases tempranas, donde el foco osteonecrótico generalmente es hipointenso en secuencias T1 y T2. La utilización de contraste intravenoso aumenta significativamente la sensibilidad de la técnica.

El tratamiento de las fracturas del astrágalo depende de su ubicación. Cuando se trata de una fractura abierta, un déficit neurovascular o una dislocación, se requiere tratamiento inmediato. La fractura del cuello del astrágalo no desplazada donde hay una alineación adecuada de las superficies articulares puede tratarse de forma conservadora. Es necesario llevar a cabo un abordaje cuidadoso, ya que incluso un desplazamiento mínimo puede requerir una fijación quirúrgica para evitar complicaciones. Las fracturas tipo II-IV requieren una fijación quirúrgica a partir de una reducción abierta con fijación interna para reducir la incidencia de complicaciones. En un estudio multicéntrico con 114 pacientes se analizó la fijación interna tanto del cuello como del cuerpo del astrágalo con un seguimiento de cinco años, los autores encontraron que la calidad de la reducción era mejor con la fijación con

agujas de Kirschner que con tornillos, ya que estos últimos causaban una compresión excesiva, especialmente cuando hay conminación, a modo de conclusión los autores recomendaron utilizar tornillos para fracturas simples y placas donde hay conminación.<sup>11</sup> Opciones de tratamiento para estadios avanzados incluyen artrodesis y artroplastia total de tobillo. La artroplastia total de tobillo ha sido favorable en algunos estudios relativos a la artrodesis con mejores resultados funcionales y mejor capacidad para restaurar la mecánica de la marcha, aunque las tasas posteriores de cirugía puede ser mayor en la artroplastia en relación con la artrodesis. Una solución emergente para pantalar osteoartritis es una artroplastia total de tobillo con prótesis total de astrágalo.

#### **IV.V Osteonecrosis en fracturas de astrágalo**

La osteonecrosis es un proceso patológico caracterizado por isquemia y posterior muerte del hueso trabecular y de los componentes de la médula ósea. Se produce como consecuencia de un aporte vascular insuficiente del área afectada, en relación con varios mecanismos etiológicos de origen tanto intraóseo como extraóseo. Independientemente de la causa, si el área isquémica no se revasculariza adecuadamente el resultado es la muerte de los constituyentes celulares del hueso y médula ósea.<sup>14</sup>

La osteonecrosis del astrágalo se puede clasificar dependiendo si cuenta con antecedente traumático o no que deteriore el suministro de sangre de nutrientes al hueso. Se han documentado muchas causas posibles de osteonecrosis, como el uso crónico de corticosteroides, alcoholismo, lupus eritematoso sistémico, trasplantes renales, anemia de células falciformes, hiperlipidemia, irradiación, trombofilias hereditarias, entre otras. Las causas traumáticas de osteonecrosis generalmente involucran fracturas y luxaciones del cuello del astrágalo.<sup>16</sup>

Se ha propuesto como mecanismo patogénico la consideración del hueso como un compartimento cerrado donde la presión en la médula ósea aumenta y se transmite a las pequeñas vénulas y capilares intraóseos, causando disminución del flujo sanguíneo en el hueso donde el incremento rápido o descompensado de la presión intraósea produciría trastornos circulatorios irreversibles. La descompresión temprana, antes de que existan daños óseos irreversibles, rompe el ciclo de isquemia y el aumento de presión medular. Los hallazgos microscópicos progresan desde la conversión prematura a médula ósea grasa, resorción ósea, reemplazo con tejido granular; edema dentro de la médula; y, finalmente, esclerosis en los márgenes del hueso vivo. Por lo tanto el diagnóstico precoz de osteonecrosis es determinante para el manejo del paciente y el éxito del tratamiento. La necrosis avascular puede ser asintomática, apareciendo solamente como un hallazgo radiológico, sin embargo, generalmente se manifiesta clínicamente con dolor e impotencia funcional.<sup>17</sup>

El astrágalo es el segundo más grande de los huesos del tarso y tiene una estructura única diseñada para canalizar y distribuir el peso corporal. Aproximadamente 60% de su superficie está cubierta por cartílago articular, y no hay músculos o inserciones tendinosas a este hueso.<sup>18</sup> Como consecuencia, solo se dispone de un área limitada de hueso penetrable para la perfusión vascular. Esta característica, combinada con pequeños vasos

de nutrientes, variaciones en anastomosis intraóseas y falta de circulación colateral, predisponen al astrágalo a la osteonecrosis cuando su suministro vascular se encuentra alterado.<sup>19</sup>

Desafortunadamente, la comprensión del desarrollo de osteonecrosis del astrágalo sigue siendo incompleta. La verdadera incidencia y prevalencia se desconoce principalmente debido a la frecuente presentación tardía de los pacientes. Las estrategias para un tratamiento y seguimiento óptimo carecen del beneficio en estudios de alto nivel de evidencia reportados en diferentes series de casos, frecuentemente con planes de tratamiento mixtos y limitadas por el sesgo de selección, constituyen la mayor parte de la información disponible para guiar las decisiones clínicas. Por otro lado, no hay estudios que establezcan una asociación estadísticamente significativa ascendente entre el grado de fractura y luxación y el desarrollo de osteonecrosis, por lo que este trabajo pretende ahondar en esta interrogante y producir mayor conocimiento a esta fractura de presentación rara.

## **V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTA DE INVESTIGACION**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Múltiples estudios describen la prevalencia de necrosis avascular en pacientes que sufren fractura de astrágalo, sin embargo, hasta nuestro conocimiento no existe algún estudio que establezca cual es la asociación entre los diferentes factores de riesgo propios del paciente y del tipo de fractura con el desarrollo de necrosis avascular. Las fracturas de astrágalo resultan ser fracturas raras, con una prevalencia del 3% de fracturas de toda la extremidad pélvica. Este estudio proporciona datos sociodemográficos que permitan ampliar el conocimiento de los factores relacionados con las fracturas de astrágalo, además de establecer su asociación para estimar el impacto en el desarrollo de necrosis avascular. Cabe mencionar que en México no existe algún estudio igual o parecido que tome a consideración el tema aquí elaborado.

### **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es la asociación de los factores de riesgo asociados al desarrollo de necrosis avascular en pacientes con fractura de astrágalo?

## VI. JUSTIFICACIÓN

Las fracturas del astrágalo son raras, se han descrito como una de las fracturas más difíciles de manejar, debido a las diversas ubicaciones y patrones de fractura, su forma anatómica única, su anatomía vascular, así como la elección de tratamiento, abordaje quirúrgico y material de fijación interna a modo de tratamiento. Existen múltiples complicaciones comunes asociadas con las fracturas del astrágalo, por mencionar algunas encontramos la artritis postraumática, la consolidación defectuosa, la pseudoartrosis y la más temida, la necrosis avascular.

La clasificación más comúnmente utilizada para describir las fracturas del cuello del astrágalo es a través del sistema propuesto por de Hawkins en 1970, el cual se basa principalmente en el grado de desplazamiento inicial de la fractura en el momento de la lesión, y por tanto, en la sospecha de daño al riego sanguíneo del astrágalo. Se cree que el grado o la cantidad de desplazamiento y dislocación es el criterio principal de evaluación de la interrupción de su estado vascular y por tanto, el riesgo de desarrollar osteonecrosis.<sup>20</sup> Según las prevalencias encontradas en por Hawkins, es esperado desarrollo de necrosis avascular en una fractura de Hawkins tipo I del 0% al 15%, ya que solo se interrumpe el suministro de sangre que ingresa por el cuello, en las fracturas de Hawkins tipo II resulta ser del 20% al 50%, con la arteria del canal del tarso y el suministro de sangre dorsal del cuello interrumpidos, mientras que para las fracturas de tipo III y IV alcanza una prevalencia del 69% al 100%, donde todas las fuentes principales de suministro de sangre resultan dañadas. Así como Hawkins, en diferentes centros ortopédicos se han reportado al prevalencia de osteonecrosis según el segmento anatómico del astrágalo afectado, sin embargo, no existe evidencia en la literatura de un estudio donde se establezca la asociación estadística entre el grado de fractura luxación del astrágalo y el desarrollo de necrosis avascular, ni de la participación de las características sociodemográficas y clínicas, así como del tratamiento recibido en pacientes con este tipo de fracturas.

Para fines de este estudio, se realizó una búsqueda en diversas bases de datos como *ScienceDirect*, *Pubmed*, *Redalyc*, *Google Academic*, *SciELO* y *Cochrane* con el uso de los diversos términos MeSH; fracturas de astrágalo, necrosis avascular, clasificación Hawkins, en el idioma inglés y en español no encontrando algún estudio que establezca la asociación entre el desarrollo de necrosis avascular y el grado de desplazamiento según la escala de Hawkins, ni la participación de factores de riesgo asociados para el desarrollo de necrosis avascular, observando solamente reporte de prevalencias así como análisis descriptivos, por lo que se decidió llevar a cabo una búsqueda de pacientes ingresados en el Hospital de Traumatología “Dr. Victorio de la Fuente Narváez” durante el periodo del 18 de marzo 2017 al 10 junio 2021 a fin de contestar esta interrogante y conocer la casuística de nuestra población.

## **VII. OBJETIVOS**

### ***Objetivo general***

Analizar los factores de riesgo para el desarrollo de osteonecrosis en pacientes con fractura luxación del cuello de astrágalo

### ***Objetivos específicos***

Conocer los datos sociodemográficos de la población con fracturas de astrágalo ingresada en esta unidad

Determinar la prevalencia de los factores de riesgo en las fracturas de astrágalo

Analizar la asociación entre el grado de fractura luxación de cuello de astrágalo según la escala de Hawkins y el desarrollo de necrosis avascular

Evaluar los factores de riesgo que asociados en su conjunto predicen el desarrollo de necrosis avascular

## **VIII. HIPOTESIS DE INVESTIGACION**

Los factores de riesgo que se asociaran a la osteonecrosis en pacientes con fracturas de astrágalo, serán el grado de desplazamiento inicial de la fractura luxación y mecanismo de lesión.

## IX. MATERIAL Y METODOS

Se realizó un estudio observacional retrospectivo de casos y controles mediante la revisión del expediente clínico de pacientes ingresados al Hospital de Traumatología “Dr. Victorio de la Fuente Narváez” con diagnóstico de fractura de astrágalo, se recabó información sociodemográfica, características de la fractura y se evaluó el desarrollo de osteonecrosis según criterios radiográficos por medio del sistema de imagen *Synapse* durante su seguimiento en la consulta externa.

- a) **Diseño:** Estudio de casos y controles (Observacional, retrospectivo por temporalidad, retrospectivo por direccionalidad)
- b) **Sitio:** Instituto Mexicano del Seguro Social, UMAE Dr. Victorio de la Fuente Narváez, Avenida Colector 15 s/n Eje Fortuna casi esquina con Avenida Instituto Politécnico Nacional, Colonia Magdalena de las Salinas, Delegación Gustavo A. Madero CP 07760, Ciudad de México, Distrito Federal Teléfono 57473500.
- c) **Periodo:** 18 marzo del 2017 a 10 Junio del 2021
- d) **Material:** Para la elaboración de este estudio se revisó en el área de archivo clínico y en el expediente electrónico, los pacientes que sufrieron fracturas de astrágalo y fueron ingresados en esta unidad durante el periodo de 18 marzo del 2017 a 10 junio del 2021. Se usó del paquete Microsoft Excel 2019, donde se recapitularon datos sociodemográficos como edad, sexo, ocupación, mecanismo de lesión, comorbidos, altura de caída, lateralidad, presencia de fractura asociada, tratamiento, tiempo desde el evento traumático al momento de tratamiento, así como complicaciones. Se realizó el seguimiento del control radiográfico del paciente con fractura de astrágalo a las 6 semanas, además de evaluaron datos propios de la fractura como nivel de la fractura del astrágalo graduado según el sistema de clasificación de Hawkins, esclerosis subcondral, radiolucidez a nivel de metáfisis y presencia o no del signo de Hawkins. Se realizó un estudio multivariado que indagó sobre la asociación de los diferentes factores de riesgo y su participación en el desarrollo de necrosis avascular. Posteriormente se realizó el análisis estadístico correspondiente para determinar si existe asociación entre los eventos investigados. A continuación se describen los criterios de selección:

### ***Criterios de selección***

Pacientes que contaron con registro de internamiento intrahospitalario en el Hospital de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación “Dr. Victorio de la Fuente Narváez”, entre 18 marzo del 2017 a 10 junio del 2021

Pacientes con diagnóstico de fractura de astrágalo

**Criterios de inclusión de casos:**

Pacientes con fracturas de astrágalo, que presentaron necrosis avascular mediante criterios radiográficos

**Criterios de inclusión de controles:**

Pacientes con fracturas de astrágalo, que no presentaron necrosis avascular mediante criterios radiográficos.

**Criterios de exclusión de la muestra:**

Pacientes que no contaron con registros radiográficos durante su internamiento

Pacientes pediátricos menores de 16 años o con aún presencia de placa epifisaria

Pacientes con uso crónico de corticosteroides, alcoholismo, lupus eritematoso sistémico, trasplantes renales, anemia de células falciformes, hiperlipidemia, irradiación y trombofilias hereditarias.

**e) Métodos**

1. **Técnica de muestreo:** Muestreo no probabilístico por conveniencia.
2. **Metodología:** A partir de la revisión del expediente clínico de manera física en el archivo clínico y en el sistema electrónico SIGH junto con el análisis de imagen radiográfica en el sistema *Synapse®* Radiology PACS, se recabaron los datos sociodemográficos del paciente en el paquete de datos Microsoft Excel 2016, se recabó información sociodemográfica como edad, género, clasificación de Hawkins, fractura asociada, mecanismo de lesión, exposición, complicación, tratamiento, signo de Hawkins, tiempo de fractura a tiempo de tratamiento, posteriormente se realizó el análisis estadístico correspondiente.
3. **Cálculo del tamaño de muestra:** Se empleó la fórmula de *Schlesselman*, para casos y controles.

$$n = \frac{(z_{\alpha} \sqrt{2\hat{p}\hat{q}} + z_{\beta} \sqrt{p_1q_1 + p_0q_0})^2}{(p_1 - p_0)^2}$$

Dónde:

$$Z_{\alpha} = (\alpha = 0.05) = 1.96'$$

$$Z_{\beta} = (\beta = 0.80) = 0.842$$

$$p_1 = \frac{p_0 R}{1 + p_0(R-1)}$$

$$q_1 = 1 - p_1$$

$$\hat{p} = \frac{p_1 + p_0}{2}$$

$$\hat{q} = 1 - \hat{p}$$

$$q_0 = 1 - p_0$$

}

Al sustituir la fórmula, se obtiene un tamaño de muestra de 54 pacientes. Tomando en cuenta un 20% de pérdidas. Al finalizar el análisis estadístico, se calculó el poder estadístico utilizándose el paquete estadístico GPower 3.<sup>21, 22</sup>

#### 4. Descripción de variables

<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> <b>Grado de la fractura de cuello de astrágalo</b></p>	<p><b>Definición conceptual:</b> Clasificación de Hawkins</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>I. Fractura vertical no desplazada</li> <li>II. Fractura desplazada con subluxación subastragalina</li> <li>III. Fractura desplazada con luxación del cuerpo del astrágalo</li> <li>IV. Fractura desplazada con luxación de la cabeza y extrusión del cuerpo</li> </ol> <p><b>Definición operacional:</b> Los datos fueron obtenidos a través de la revisión del sistema <i>Synapse®</i> Radiology PACS de imágenes utilizado en la unidad de traumatología. El grado de desplazamiento se valora a partir del análisis radiográfico por parte del investigador. La categoría “No aplica”, denota a las fracturas que no ocurrieron en el cuello del astrágalo.</p> <p><b>Tipo de variable:</b> Cualitativa, ordinal</p> <p><b>Unidades de medición:</b> Cuerpo del astrágalo, I, II, III, IV</p>
<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> <b>Necrosis avascular</b></p>	<p><b>Definición conceptual:</b> Proceso patológico caracterizado por la muerte del hueso trabecular y de los componentes de la médula ósea por falta de irrigación sanguínea</p> <p>Para términos de la presente investigación, será considerado como caso, aquel paciente que presente necrosis avascular mediante criterios radiográficos; y como control aquel paciente que no presente necrosis avascular mediante criterios radiográficos.</p> <p><b>Definición operacional:</b> Los datos fueron obtenidos a través de la revisión del sistema <i>Synapse®</i> Radiology PACS de imágenes utilizado en la unidad de traumatología, identificando dato de necrosis avascular como: esclerosis difusa, banda radiolúcida subcondral y colapso de superficie articular.</p> <p><b>Tipo de variable:</b> Cualitativa, dicotómica.</p> <p><b>Unidades de medición:</b> Caso (presente) / Control (ausente)</p>
<p><b>COVARIABLES</b></p>	
<p><b>Sexo</b></p>	<p><b>Definición conceptual:</b> Condición orgánica que distingue al hombre de la mujer.</p> <p><b>Definición operacional:</b> Los datos fueron obtenidos a través de la revisión del expediente médico.</p> <p><b>Tipo de variable:</b> Cualitativa, dicotómica.</p> <p><b>Unidades de medición:</b> Hombre / Mujer.</p>

<p><b>Edad</b></p>	<p><b>Definición conceptual:</b> Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el momento del estudio.</p> <p><b>Definición operacional:</b> Los datos fueron obtenidos a través de la revisión del expediente médico.</p> <p><b>Tipo de variable:</b> Cuantitativa, discreta</p> <p><b>Unidades de medición:</b> Años de vida cumplidos</p>
<p><b>Mecanismo de lesión</b></p>	<p><b>Definición conceptual:</b> Forma en la cual se lesiona un individuo, esta puede ser, considerando las fracturas de astrágalo pueden ser los siguientes mecanismos: Caída axial de alto impacto, caída axial de bajo impacto, Trauma directo, aplastamiento y otro.</p> <p><b>Definición operacional:</b> Los datos fueron obtenidos a través de la revisión del expediente médico, categorizándose acorde a lo planteado por la NOM-009-STPS-2011.</p> <p><b>Tipo de variable:</b> Cualitativa, nominal, politómica.</p> <p><b>Unidades de medición:</b> Caída axial alto impacto / Caída axial de bajo impacto/ Trauma directo / Accidente automovilístico / Otro</p>
<p><b>Lateralidad afectada</b></p>	<p><b>Definición conceptual:</b> Inclinación sistematizada a utilizar más una de las dos partes simétricas del cuerpo y uno de los órganos pares, para fines de este trabajo, será el lado lesionado o sea derecho izquierdo.</p> <p><b>Definición operacional:</b> Los datos fueron obtenidos a través de la revisión del expediente médico. Solo será mostrada en el análisis descriptivo.</p> <p><b>Tipo de variable:</b> Cualitativa, dicotómica.</p> <p><b>Unidades de medición:</b> Derecha o Izquierda</p>
<p><b>Fractura asociada</b></p>	<p><b>Definición conceptual:</b> Solución de continuidad de fragmento óseo ocurrido en el mismo momento que fractura del astrágalo, debido al mismo mecanismo de lesión.</p> <p><b>Definición operacional:</b> Los datos fueron obtenidos a través de la revisión del sistema <i>Synapse®</i> Radiology PACS de imágenes utilizado en la unidad de traumatología, identificando solución de continuidad presente en otro hueso diferente al astrágalo. Solo será mostrada en el análisis descriptivo.</p> <p><b>Tipo de variable:</b> Cualitativa, dicotómica.</p> <p><b>Unidades de medición:</b> Presente, no presente.</p>
<p><b>Días entre fractura- manejo</b></p>	<p><b>Definición conceptual:</b> días transcurrido desde el momento de ocurrida la fractura de astrágalo hasta el momento de realizar el manejo dentro de la unidad de Traumatología.</p> <p><b>Definición operacional:</b> Los datos fueron obtenidos a través de la revisión del expediente médico.</p> <p><b>Tipo de variable:</b> Cuantitativa, discreta</p> <p><b>Unidades de medición:</b> Días cumplidos</p>

<b>Signo de Hawkins</b>	<p><b>Definición conceptual:</b> Presencia de radiolucidez subcondral en la cúpula del astrágalo en una vista anteroposterior o mortaja que predice.</p> <p><b>Definición operacional:</b> Los datos fueron obtenidos a través de la revisión del sistema <i>Synapse®</i> Radiology PACS de imágenes utilizado en la unidad de traumatología, identificando banda radiolúcida subcondral sobre la cúpula del astrágalo.</p> <p><b>Tipo de variable:</b> Cualitativa, dicotómica.</p> <p><b>Unidades de medición:</b> Presente y No presente.</p>
<b>Tratamiento</b>	<p><b>Definición conceptual:</b> Conjunto de medios (higiénicos, farmacológicos, quirúrgicos u otros) cuya finalidad es curar o aliviar enfermedades o síntomas.</p> <p><b>Definición operacional.</b> Los datos fueron obtenidos a través de la revisión del expediente médico y del uso del sistema de imágenes <i>Synapse®</i> Radiology PACS, revisando la terapéutica utilizada en cada paciente.</p> <p><b>Tipo de variable:</b> Cualitativo, dicotómico</p> <p><b>Unidades de medición:</b> Reducción abierta fijación interna (RAFI) / Reducción cerrada fijación percutánea (RCFP) / Manejo conservador / Otro (Artrodesis y artroscopia)</p>
<b>Fractura expuesta</b>	<p><b>Definición conceptual:</b> Son las fracturas donde un segmento óseo presenta contacto con el medio externo.</p> <p><b>Definición operacional:</b> Los datos fueron obtenidos a través de la revisión del expediente médico.</p> <p><b>Tipo de variable:</b> Cualitativa, dicotómica</p> <p><b>Unidades de medición:</b> Si / No</p>

##### **5. Recursos humanos.**

Investigador responsable. Dr. Anselmo Rossier Guillot: Concepción de la idea

Tutor: Carlos Fernando Aguirre Parra: Desarrollo del anteproyecto de tesis y evaluación radiográfica

Dr. José Armando Díaz García: Recolección de resultados, desarrollo de anteproyecto de tesis, recolección de datos, análisis estadístico, escritura del manuscrito final

##### **6. Recursos materiales.**

Área de archivo médico general con acceso a expedientes clínicos

Sistema *Synapse®* Radiology PACS

Software SPSS versión 21

Programa de paquetería Office

## X. ANALISIS ESTADISTICO

De cada paciente se capturaron las variables clínicas y sociodemográficas. Se llevó a cabo una búsqueda de “*queries*” para asegurar la calidad de los datos. La imputación de datos se llevó a cabo únicamente para las variables que tuvieran menos del 10% de datos perdidos, a través del método de Imputación del valor medio: para variables cuantitativas con libre distribución con la mediana, para variables cuantitativas con distribución normal con la media y para variables cualitativas con la moda.

Para datos perdidos en la variable independiente, no se imputaron datos, únicamente se dejarán como “*missing*”. No se imputó ningún dato de la variable dependiente.

**Análisis descriptivo:** Se realizó inicialmente un análisis descriptivo para determinar las características clínicas y demográficas de los pacientes del estudio. Las variables cualitativas fueron mostradas como frecuencias y proporciones. Asimismo, se analizó la distribución de las variables cuantitativas, evaluando la asimetría y curtosis con un punto crítico de  $\pm 0.5$  y de  $\pm 1$ , respectivamente. Además, se empleó la prueba de Kolmogorov Smirnov para determinar normalidad; considerándose como normal si la significancia de la prueba fuera mayor a 0.05. Aquellas variables con distribución normal fueron presentadas a través de la media y desviación estándar. Las variables con libre distribución se presentaron como mediana y rango intercuartilar.

Se llevó a cabo un análisis de la heterogeneidad entre casos y controles, a través de la  $\chi^2$  de Pearson o prueba exacta de Fisher (en caso de que el valor esperado en alguna casilla sea menor a 5) para las variables cualitativas, a través de una prueba t Student para grupos no relacionados para las variables cuantitativas de distribución normal, y a través la prueba de U Mann-Whitney para las variables cuantitativas de libre distribución. Para todos los casos un valor de p menor de 0.05 fue considerado como diferencias estadísticamente significativas entre grupos.

**Análisis bivariado:** Se analizó la asociación bivariada entre los distintos factores de riesgo asociados, incluyendo la variable independiente principal contra la dependiente (Presencia de necrosis avascular), a través de una prueba de  $\chi^2$  de Pearson o prueba exacta de Fisher (en caso de que el valor esperado en alguna casilla sea menor a 5) y su respectivo O.R. con intervalo de confianza al 95%.

**Análisis multivariable:** Se analizó la asociación multivariada entre los distintos factores de riesgo asociado y la dependiente (presencia de necrosis avascular), ajustados por las variables que hayan resultado significativas en el análisis bivariado; a través de una prueba de regresión logística binaria múltiple, con sus intervalos de confianza al 95%.

## **XI. CONSIDERACIONES ETICAS**

El presente trabajo de investigación se realizó con base al reglamento de la Ley General de Salud en relación en materia de investigación para la salud, que se encuentra en vigencia actualmente en el territorio de los Estados Unidos Mexicanos Título segundo: De los aspectos éticos de la Investigación en seres humanos, capítulo 1, disposiciones generales. En los artículos 13 al 27. Título sexto: De la ejecución de la investigación en las instituciones de atención a la salud. Capítulo único, contenido en los artículos 113 al 120 así como también acorde a los códigos internacionales de ética: Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Adoptada por la 18ª asamblea medica mundial. Helsinki, Finlandia, Junio 1964. Y enmendada por la 29ª Asamblea médica mundial de Tokio, Japón, octubre de 1975, la Asamblea General de Seúl, Corea, en 2008 y la 64 Asamblea General en Fortaleza, Brasil, 2013.

El presente trabajo se presentó ante el comité local de investigación en Salud (CLIS) 3401 de la UMAE de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación “Dr. Victorio de la Fuente Narváez”, Ciudad de México, así como al comité de ética en investigación CONBIOÉTICA-09-CEI-001-20180122, mediante el sistema de registro electrónico de la coordinación de investigación en salud (SIRELCIS) para su evaluación y dictamen y en caso de ser autorizado se obtendrá el número de registro correspondiente.

El presente estudio al ser retrospectivo, los datos de fuentes primarias, no se modificó la historia natural de los presentes procesos, ni tratamientos. Así mismo cumple con los principios recomendados por la declaración de Helsinki, las buenas prácticas clínicas y la normatividad institucional en materia de investigación; así también se cubren los principios de: Beneficencia, No maleficencia, Justicia y Equidad, tanto para el personal de salud, como para los pacientes, ya que el presente estudio contribuirá a identificar algunas de las características epidemiológicas de un recurso humano altamente valioso para el tratamiento de la patología musculo-esquelética, contribuyendo a identificar la cantidad de los mismos y su distribución en el territorio nacional, lo cual contribuirá a dar elementos para la adecuada distribución de los mismos, impactando seguramente en la atención del paciente, desencadenando desenlaces muy diferentes con costos emocionales, económicos y sociales muy diversos. Acorde a las pautas del reglamento de la ley general de salud en materia de investigación publicada en el diario oficial de la federación se considera una investigación sin riesgo, ya que no modifica la historia natural de la enfermedad y no tiene riesgos agregados a los inherentes a las evaluaciones de rutina.

De acuerdo al reglamento de la ley general de salud, en materia de investigación para la salud, en su artículo 17, se establece que se trata de una investigación sin riesgo, con estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquéllos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: cuestionarios, entrevistas, revisión de expedientes clínicos y otros, en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta. Para efectos de este Reglamento, las investigaciones se clasifican en las siguientes categorías;

I.- Investigación sin riesgo: Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquéllos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: cuestionarios, entrevistas, revisión de expedientes clínicos y otros, en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.

**Aspectos de Bioseguridad:**

No requeridos para el presente estudio

**XII. FACTIBILIDAD, RECURSO E INFRAESTRUCTURA**

En la institución se contaron con los recursos necesarios para la realización de este proyecto de tesis. El presente estudio fue factible dado a que se contó con los recursos para llevarse a cabo, ya que se cuenta con sistema de imagen (Synapse PACS), seguimiento del paciente con estudios imagen de control así como acceso a expediente en físico en el área de archivo clínico y de forma digital en el sistema *SIGH* para documentar los datos necesarios.

**XIII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES: marzo a septiembre 2021**

<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES marzo a septiembre 2021</b>	<b>Marzo</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>
<b>Estado del arte</b>	X					
<b>Diseño del protocolo</b>		X				
<b>Evaluación por el Comité local</b>			X			
<b>Recolección de datos</b>			X			
<b>Análisis de resultados</b>				X		
<b>Escritura de discusión y conclusiones</b>					X	X
<b>Trámite de examen de grado</b>						X
<b>Redacción del manuscrito</b>						X

#### XIV. RESULTADOS

Durante el periodo de 18 marzo del 2017 al 10 junio del 2021 ingresaron al Hospital de Traumatología “Dr. Victorio de la Fuente Narváez” 88 pacientes con el diagnóstico de fractura de astrágalo. No fueron incluidos en el estudio 7 pacientes por los siguientes motivos: 3 pacientes pertenecían al grupo de pediatría, 2 pacientes tenían antecedente de uso de glucocorticoide mientras que 2 pacientes no contaban con estudios radiográficos iniciales.

Se analizó una muestra total de 81 pacientes con el diagnóstico de fractura de astrágalo, se encontró predominio del sexo masculino 74.1% (n = 60), con una mediana de edad de 35 años (23.5 - 48.5), se identificó la extremidad derecha con mayor prevalencia de afección con un 54.3% (n = 44). El mecanismo de lesión más común fue la caída axial de alto impacto en un 34.6% (n= 28), seguido de accidente automovilístico en un 33.3% (n=27), caída axial de bajo impacto en un 23.5% (n=19) y trauma directo en un 3.7% (n=3). La mediana de los días transcurridos entre la lesión y el tratamiento fue de 5 (2-8) días. El segmento del astrágalo más comúnmente afectado fue el cuello del astrágalo en un 84% (n = 68), donde la fractura más frecuente según el sistema de clasificación Hawkins fue el tipo I en un 46.9% (n=38), seguido de fractura tipo II en un 19.8% (n=16), la fractura grado III se presentó en un 9.9% (n = 8), la fractura grado IV se presentó en un 7.4% (n=6). El 16% (n=13) de los pacientes presentaron fractura de cuerpo de astrágalo. Dentro del manejo recibido se encontró que el 64.2% (n=52) de la población fue tratada con reducción abierta fijación interna, 22.2% (n=18) de los pacientes fueron tratados con reducción cerrada fijación percutánea mientras que un 11.1% (n=9) de pacientes fueron tratados de forma conservadora con aparato de yeso suropodálico. En el 7.4% (n=6) de los pacientes se presentó diagnóstico de fractura expuesta. Se identificó un 23.5% (n=19) presencia de fractura asociada. Durante el seguimiento postquirúrgico se encontró el signo de Hawkins en el 13.6% (n=11). **Tabla 1.**

**Tabla 1:** Características sociodemográficas y clínicas de 81 pacientes con fractura de astrágalo.

<b>Variables</b>	<b>Total N = 81</b>
Hombre, n (%)	60 (74.1)
Edad, años (RIC)	35 (23.5 - 48.5)
Lateralidad afectada (derecha), n (%)	44 (54.3)
Mecanismo de lesión, n (%)	
Caída axial de alto impacto	28 (34.6)
Accidente automovilístico	27 (33.3)
Caída axial de bajo impacto	19 (23.5)
Otro	4 (4.9)
Trauma directo	3 (3.7)
Días transcurridos entre la lesión y el tratamiento, días (RIC)	5 (2 - 8)
Segmento afectado, n (%)	
Cuello del astrágalo	68 (83.9)
Hawkins tipo I	38 (46.9)
Hawkins tipo II	16 (19.8)
Hawkins tipo III	8 (9.9)
Hawkins tipo IV	6 (7.4)
Cuerpo del astrágalo	13 (16.0)
Tratamiento, n (%)	
Reducción abierta fijación interna (RAFI)	52 (64.2)
Reducción cerrada fijación percutánea (RCFP)	18 (22.2)
Manejo conservador	9 (11.1)
Otro	2 (2.5)
Fractura expuesta, n (%)	6 (7.4)
Fracturas asociadas, n (%)	19 (23.5)
Signo de Hawkins, n (%)	11 (13.6)

Se analizó el tipo de distribución para casos y controles de la muestra total (81 pacientes), señalándose como casos a los pacientes que tuvieron fractura de astrágalo y desarrollaron osteonecrosis, mientras que los controles fueron los pacientes con fractura de astrágalo que no tuvieron desarrollo de osteonecrosis durante su seguimiento. Se consideró significancia estadística un valor de  $p < 0.05$ .

Se encontró una mediana de edad en el grupo de casos de 40 (25-59) años contra 33 (22–45) años en el grupo control ( $p=0.05$ ). Se encontró significancia estadística en el mecanismo de lesión de caída axial de alto impacto en un 17.4% ( $n=4$ ) en el grupo de casos contra un 44.4% ( $n=24$ ) dentro del grupo de controles ( $p=0.0001$ ). En la variable tipo de fractura de astrágalo, se encontró en la categoría de cuerpo del astrágalo un 8% ( $n=2$ ) en el grupo de casos contra un 19.6% ( $n=11$ ) en el grupo de controles ( $p=0.01$ ). Se recategorizó la variable grado de fractura de cuello en Hawkins tipo I-II y Hawkins tipo III-IV, se encontró significancia estadística dentro del grupo III – IV con un 40% ( $n=10$ ) de casos contra un 7.1% (4) de controles ( $p=0.001$ ). En la variable del manejo recibido se encontró dentro del subgrupo reducción cerrada con fijación percutánea un 8% ( $n=2$ ) de casos contra un 28.6% ( $n=16$ ) de controles ( $p=0.001$ ), mientras que dentro del grupo de pacientes con manejo conservador se encontró un 8% ( $n=2$ ) de casos en comparación del grupo de controles con un 16.1% ( $n=9$ ) con un valor de  $p=0.03$ . No hubo casos que desarrollaran signo de Hawkins se encontró un 20.4% ( $n=11$ ) en el grupo control ( $p=0.01$ ). **Tabla 2.**

**Tabla 2:** Distribución de características sociodemográficas y clínicas de casos y controles

VARIABLES	CASOS n=25	CONTROLES n = 56	VALOR P
Hombre, n (%)	17 (73.9)	40 (74.1)	0.99
<b>Edad, años (RIC)</b>	<b>40 (25-59)</b>	<b>33 (22-45)</b>	<b>0.05</b>
Lateralidad afectada(derecha), n (5)	11 (47.8)	32 (59.3)	0.06
Mecanismo de lesión, n (%)			
<b>Caída axial de alto impacto</b>	<b>4 (17.4)</b>	<b>24 (44.4)</b>	<b>0.0001</b>
Accidente automovilístico	11 (47.8)	14 (25.9)	0.54
Caída axial de bajo impacto	6 (26.1)	11 (20.4)	0.22
Trauma directo	1 (4.3)	2 (3.7)	0.99
Otro	1 (4.3)	3 (5.6)	0.62
Segmento lesionado, n (%)			
<b>Cuerpo del astrágalo</b>	<b>2 (8.0)</b>	<b>11 (19.6)</b>	<b>0.01</b>
Cuello de astrágalo			
Hawkins tipo I - II	13 (52.0)	41 (73.2)	0.17
<b>Hawkins tipo III - IV</b>	<b>10 (40.0)</b>	<b>4 (7.1)</b>	<b>0.001</b>
Tratamiento, n (%)			
Reducción abierta fijación interna (RAFI)	20 (80)	30 (53.6)	0.14
<b>Reducción cerrada fijación percutánea (RCFP)</b>	<b>2 (8)</b>	<b>16 (28.6)</b>	<b>0.001</b>
<b>Manejo conservador</b>	<b>2 (8)</b>	<b>9 (16.1)</b>	<b>0.03</b>
Otro	1 (4)	1 (1.7)	0.99
Fractura asociada, n (%)	9 (36.0)	11(19.6)	0.94
Fractura expuesta, n (%)	1 (4.3)	5(9.3)	0.46
<b>Signo de Hawkins, n (%)</b>	<b>0 (0.0)</b>	<b>11 (20.4)</b>	<b>0.01</b>

Se analizó la asociación bivariada entre los factores de riesgo asociados, incluyendo la variable independiente principal, contra la dependiente, desarrollo de necrosis avascular, se obtuvo su respectiva Razón de Momios (OR) e intervalo de confianza al 95%. En este análisis se encontró significancia estadística para las variables de edad, grado de fractura y tratamiento, por lo que fueron consideradas dentro del análisis multivariable, donde se encontró que las únicas dos variables que eran estadísticamente significativas fueron el grado de fractura tipo III - IV que conferían 22.2 veces más de riesgo para desarrollar osteonecrosis comparado con las fracturas de cuerpo de astrágalo, 22.219(1.385-356.367) p=0.029, mientras que para el manejo con reducción cerrada fijación percutánea resultó ser un factor protector en un 84.4% para no desarrollar osteonecrosis comparado con los pacientes que recibieron como tratamiento reducción abierta fijación interna, OR 0.156 (0.026 – 0.933) p =0.042, con estas variables incluidas en el análisis multivariable se explica el 24.1% de la varianza del desenlace (R2 Cox Snell 0.241). **Tabla 3**

**Tabla 3:** Evaluación de los factores de riesgo asociados al desarrollo de osteonecrosis en pacientes con fractura de astrágalo: análisis bivariado y multivariado

Variables	ANALISIS BIVARIADO		ANALISIS MULTIVARIADO	
	OR (IC 95%)	Valor P	OR (IC 95%)	Valor P
Sexo	1 (0.3-3)	0.99		
<b>Edad</b>	<b>1 (1-1.06)</b>	<b>0.05</b>	<b>1 (0.9-1)</b>	<b>0.5</b>
Mecanismo de lesión				
Caída axial de bajo impacto	1			
Caída axial de alto impacto	0.3 (0.07-1.3)	0.1		
Trauma directo	0.9 (0.06-12)	0.94		
Accidente automovilístico	1.4 (0.4-5.1)	0.57		
Otro	0.6 (0.05-7.2)	0.69		
Tipo de fractura de astrágalo				
Cuerpo del astrágalo	1		1	
Hawkins I - II	3 (0.3-25)	0.31	2.5 (0.2-28)	0.45
<b>Hawkins III -IV</b>	<b>25 (2.3-162)</b>	<b>0.008</b>	<b>22 (1.3-356)</b>	<b>0.02</b>
Tratamiento				
Reducción abierta fijación interna	1		1	
<b>Reducción cerrada Fijación percutánea</b>	<b>0.19 (0.03 - 0.9)</b>	<b>0.04</b>	<b>0.15 (0.02-0.9)</b>	<b>0.04</b>
Manejo conservador	0.19 (0.02-1.6)	0.13	0.5 (0.04-6)	0.59
Otro	1.5 (0.09-25)	0.77	2.2 (0.1-40)	0.57
Días entre fractura-manejo	1 (0.9-1.0)	0.92		
Signo de Hawkins	0	0.99		
Fractura expuesta	0.4 (0.04-4)	0.47		

## XV. DISCUSION

Las fracturas y luxaciones del astrágalo se presentan como uno de los mayores desafíos para el traumatólogo. Constituyen aproximadamente el 3,4% de todas las fracturas del pie y los resultados clínicos suelen ser bastante pobres debido al importante número de complicaciones, siendo la más temida el desarrollo de necrosis avascular. El astrágalo es un hueso único porque no presenta inserciones musculares y el 70% de su superficie está cubierta por cartílago articular. El mayor aporte vascular se alcanza a través de la cápsula o por sus inserciones ligamentosas al hueso, el suministro de sangre sigue un patrón único y delicado, donde fracturas y luxaciones del astrágalo pueden alterar las anastomosis intra y extraóseas dando como resultado desarrollo de osteonecrosis. Para fines del presente trabajo se realizó una evaluación de los factores de riesgo asociados al desarrollo de necrosis avascular en la población ingresada al Hospital de Traumatología “Dr. Victorio de la Fuente Narváez” con fracturas de astrágalo durante el periodo del 18 de marzo del 2017 al 10 de junio 2021, haciendo uso del sistema imágenes *Synapse®* Radiology PACS, el expediente clínico, y el sistema de clasificación de Hawkins con el fin de determinar y analizar los datos sociodemográficos y clínicos, como edad, sexo, lateralidad, mecanismo de lesión, tipo de fractura de astrágalo, manejo recibido, presencia de fractura expuesta, fractura asociada y presencia de signo de Hawkins con el fin de saber cuál es su asociación en el desarrollo de necrosis avascular en este tipo de fracturas.

Debido a la baja incidencia que presentan las fracturas de astrágalo, con reporte de series con escasa población, parte importante de este trabajo fue conocer la casuística relacionada a los datos sociodemográficos y clínicos de la población ingresada a esta unidad. De un total de 81 pacientes ingresados en este estudio, se encontró un 74.1% (n=60) del sexo masculino, con una mediana de edad de 35 (23.5 – 48.5) años, con lateralidad de predominio derecho en un 54.3% (n=44). El mecanismo de lesión más común fue la caída axial de alto impacto en un 34.6% (n=28), seguida de accidente automovilístico en un 33.3% (n=27), caída axial de bajo impacto con un 23.5% (n=19) y trauma directo en un 3.7% (n=3). La mediana días de recibir tratamiento fue de 5 días (2-8). El 86.4% (70) de la población presentó fracturas de cuello de astrágalo y el 13.5% (n=21) fractura de cuerpo de astrágalo. Datos similares fueron encontrados por Sudharsan y colaboradores en 2018<sup>23</sup>, quienes reportan en su estudio de fractura de astrágalo una mediana de edad 32.9 años, con predominio en el sexo masculino en un 82.3%, con ligero predominio de mecanismo de lesión con caída de altura y lateralidad izquierda con 52% y 53% respectivamente. Por su parte Vosoughi y colaboradores en 2021<sup>24</sup>, estudiaron las características de lesiones de astrágalo en dos diferentes centros ortopédicos, con un predominio del 86.4% en el género masculino, con mecanismo de lesión más común trauma directo por accidente por vehículo de motor con un 46.1%, seguido de caída de altura en un 43.3%, trauma directo en un 6.2% y lesiones deportivas en un 4.4%.

Se encontró un 7.4% (n=6) de fracturas expuestas, de los cuales solo 1 paciente desarrolló osteonecrosis. La presencia de fracturas expuestas es posible de encontrarse en fracturas

de astrágalo debido a que comparten como mecanismo de lesión, una alta energía aplicada sobre un segmento anatómico. Una prevalencia ligeramente más alta fue reportada en la serie original Hawkins, donde se reporta hasta un 20% de fracturas expuestas. La mediana de tratamiento desde el momento de fractura fue de 5 (2- 8) días, la cual previamente era considerada una urgencia traumatológica y se abogaba por dar un tratamiento prematuro dentro de las primeras 24 hr posterior a la lesión, sin embargo, ya son varios los estudios que refutan esta aseveración, como el estudio de Hierro y colaboradores en 2019<sup>27</sup>, quienes concluyen que el tratamiento quirúrgico de forma inmediata no disminuye el riesgo de desarrollar osteonecrosis dando mayor importancia al desarrollo de necrosis con la presencia de exposición ósea, el politraumatismo y la conminución del cuello astragalino. Se evaluó la presencia del hallazgo radiográfico del signo del Hawkins, estando presente en el 13.6% (11) de los controles, y ausente en el grupo de casos, lo cual es similar con lo reportado por Chen y colaboradores en 2015<sup>28</sup>, quienes no encontraron pacientes con osteonecrosis cuando se presentaba este hallazgo, siendo un dato confiable cuya presencia indica vascularidad del astrágalo y que el desarrollo de osteonecrosis es poco probable con 100% de sensibilidad y 57.7% de especificidad. La fractura más frecuente del astrágalo fue a nivel del cuello, donde el tipo I tuvo una frecuencia del 46.9% (n=38), la fractura tipo II se presentó en un 19.8% (n=16), la fractura grado III se presentó en un 9.9% (n=8), mientras que para las fracturas grado IV se presentaron en un 7.4% (n=6). El 16% (n=13) de los pacientes presentaron con fractura de cuerpo de astrágalo. Se encontró una frecuencia del 30.3% de osteonecrosis dentro de nuestra institución, la cual resultó ser similar con lo reportado por Scharwartz y colaboradores en 2020<sup>29</sup>, quienes reportan una incidencia general de osteonecrosis del 33%, y donde por subgrupos encontraron desarrollo de osteonecrosis en un 6% para el tipo I, 18% en el tipo II y 45 % en el tipo III. Sin embargo nuestra frecuencia es ligeramente más alta según lo reportado por Savari y Gernot en 2021<sup>26</sup>, quienes reportan hasta un 25% de osteonecrosis en fracturas de astrágalo, del cual se alcanza hasta un 43% para el subgrupo de fracturas de cuello, además de encontrar como fractura grado II con mayor incidencia diferente a nuestro estudio donde el tipo I resultó ser el más común con un 46.9%. Stirling y colaboradores en el 2019<sup>30</sup>, quienes estudiaron los resultados funcionales en pacientes con fractura de astrágalo también encuentran una mayor prevalencia de fracturas tipo II de Hawkins.

En el análisis bivariado, se encontraron tres variables con significancia estadística ( $p < 0.05$ ); la edad, el grado de fractura tipo III – IV de Hawkins y el tratamiento con reducción cerrada con fijación percutánea, las cuales fueron ajustadas dentro del análisis multivariable, en donde se encontró que las únicas dos variables que eran estadísticamente significativas fueron el grado de fractura tipo III - IV el cual confería 22.2 veces más de riesgo para desarrollar osteonecrosis, en comparación con el grupo con fracturas de cuerpo del astrágalo, 22.219 (1.385-356.367)  $p=0.029$ . A pesar de que la literatura concuerda en que el índice de osteonecrosis aumenta con el desplazamiento inicial de la fractura, hasta este momento no existe reporte de un estudio de casos y controles, que haya evaluado la magnitud de la asociación entre el grado de desplazamiento inicial y el desarrollo de osteonecrosis en fracturas de astrágalo. Dodd y colaboradores en el 2015<sup>31</sup>, realizaron una revisión sistemática donde incluyeron 26 estudios, en donde encontraron índices de

osteonecrosis según el sistema de Hawkins I – IV de 9.8%, 27.4%, 54.4% y 48.0% respectivamente, sin embargo no se determinó la asociación del desarrollo de osteonecrosis a partir de un análisis estadístico. Otros autores también han estudiado esta complicación, donde sus índices varían considerablemente. En este estudio a pesar de que no se encontró significancia estadística en el grupo de Hawkins tipo I –II, si se encontró que en fracturas más complejas como la fractura desplazada del cuello con luxación del cuerpo astrágalo (Hawkins tipo III) y la fractura desplazada con luxación de la cabeza y extrusión del cuerpo (Hawkins tipo IV), confieren mayor riesgo de osteonecrosis que las fracturas del cuerpo del astrágalo, esto podría explicarse por el grado afección a la precaria vascularidad que recibe el astrágalo, donde aunado a la conminución y al desplazamiento del astrágalo entre sus propios segmentos y las diferentes articulaciones que lo rodean se produce lesión sobre su irrigación.

En el análisis multivariado, se encontró que el manejo con reducción cerrada fijación percutánea fungió como factor protector en un 84.4% para no desarrollar osteonecrosis, en comparación a aquellos pacientes tratados con reducción abierta fijación interna, OR 0.156 (0.026 – 0.933)  $p = 0.042$ ). Del mismo modo, hasta este momento no se ha realizado un estudio que evalúe la magnitud del grado de protección o riesgo del tratamiento otorgado en pacientes con este tipo de fracturas. Existen reportes de casos como la de Fernández y colaboradores en el 2018 <sup>32</sup>, en su serie de 6 pacientes tratados con reducción cerrada fijación percutánea con tornillería 3.5 sólo uno de sus pacientes desarrolló necrosis avascular, por su parte hace la recomendación que la fijación percutánea debería ser el tratamiento de primera intención previo a la reducción abierta con fijación interna, a fin evitar mayor manipulación de los tejidos que ya se encuentran lesionados. Por su parte Reda-Hussein en 2017 <sup>33</sup> y Abdelgaid en 2012 <sup>34</sup> en sus respectivas series con 16 pacientes cada uno, trataron a sus pacientes con reducción cerrada y fijación percutánea, no encontrando desarrollo de necrosis avascular en ninguno de sus pacientes, además de encontrar menos complicaciones y daño a los tejidos blandos, menor índice de infección profunda y conservación de vascularidad. Por otro lado, autores como Sudharsan en 2018, argumentan la preferencia de la reducción abierta con fijación interna con un abordaje anteromedial para obtener mejor visualización del cuello y del cuerpo del astrágalo de tal forma que se obtiene una mejor fijación, en su serie de 17 pacientes se reportan excelentes resultados funcionales a los 12 meses posteriores a cirugía. Hiu Liu y colaboradores en el 2017 <sup>35</sup>, en su serie de 22 pacientes con Hawkins tipo III, tratados con reducción abierta y fijación interna con uso de una osteotomía medial maleolar, encuentra 5 casos con osteonecrosis total mientras que 8 casos de osteonecrosis parcial, estos autores refieren que este abordaje brinda menor trauma tejidos blandos, y una correcta visualización de las estructuras, sin embargo, el riesgo de osteonecrosis queda aún presente. De acuerdo a esto, es posible encontrar diferentes abordajes para realizar la reducción abierta con fijación interna, donde a pesar de los avances en el estudio de este tipo de fracturas, no existe un algoritmo que establezca el tratamiento más pertinente para cada tipo de fractura, y si se prefiere la reducción abierta con fijación interna no hay reporte de que abordaje es el más pertinente para prevenir osteonecrosis. En nuestra unidad la selección del tratamiento quirúrgico se individualiza según el paciente, de acuerdo el grado de inflamación de tejidos

blandos, grado de fractura, comorbidos del paciente, presencia o no de fracturas concomitantes, y técnica mejor conocida por el cirujano ortopédico a cargo del paciente.

### **Limitaciones, fortalezas y perspectivas**

Dentro de las limitaciones de este estudio es que se trata de un estudio retrospectivo por lo cual no fue posible investigar mayor información con respecto a variables relacionadas al tratamiento, como el caso del tipo de abordaje en la reducción abierta y fijación interna, además de que la información no pudo ser obtenida directamente del paciente y no es posible corroborar la información encontrada en el expediente clínico. Por otro lado al darse de alta los pacientes al término de la segunda consulta que es aproximadamente a las 6-8 semanas, que es el periodo donde se comienzan a ver el desarrollo de osteonecrosis no fue posible valorar si los pacientes desarrollaron mayor índice de osteonecrosis posterior a este momento. Dentro de las fortalezas de este estudio, es que se trata del primer estudio de casos y controles donde se investiga la magnitud de la asociación entre el grado de fracturas en el astrágalo, así como de los factores de riesgo propios de la fractura y del paciente con el desarrollo de necrosis avascular, además de ser una fractura rara con baja incidencia y ser nuestra unidad centro de referencia es posible hacer un acercamiento a la casuística de la población mexicana con fracturas de astrágalo. Para futuros estudios proponemos la realización un estudio prospectivo con mayor tiempo de seguimiento en el postquirúrgico del paciente. También se propone una mejor estandarización y seguimiento del paciente en el procedimiento quirúrgico con reducción cerrada fijación percutánea, a fin de conocer mejor su relevancia como factor protector dentro de nuestra población.

## **XVI. CONCLUSIONES**

Los pacientes con fracturas de astrágalo ingresados al Hospital de Traumatología “Dr. Victorio de la Fuente Narváez”, muestran un predominio por el sexo masculino y lateralidad derecha, con mediana de edad de 35 años, con caída de altura de alto impacto como mecanismo de lesión más común. Se encontró una frecuencia general de osteonecrosis del 30.8%. La fractura de cuello del astrágalo Hawkins tipo I tuvo la mayor prevalencia con un 44.4%, seguido de las fracturas tipo II con un 19.8%. Se encontró asociación estadísticamente significativa para la variable fracturas de cuello grado III – IV como factor de riesgo para desarrollar necrosis avascular de hasta 22.2 veces más comparado con fracturas en el cuerpo del astrágalo, 22.219 (1.385-356.367)  $p=0.029$ . También se encontró asociación para la variable del tratamiento con reducción cerrada con fijación percutánea, la cual resultó ser un factor protector en un 84.4% para no desarrollar osteonecrosis comparado con los pacientes tratados con reducción abierta y fijación interna, OR 0.156 (0.026 – 0.933)  $p =0.042$ .

## **XVII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Lee Christopher, Brodke Dane, Perdue Paul, Patel Tejas. Talus Fractures: Evaluation and Treatment. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2020; 28 (20): 878- 887.
2. Barg A, Tochigi Y, Amendola A, Phisitkul P, Hintermann B. Subtalar instability: diagnosis and treatment. *Foot Ankle Int*. 2012; 33 (2):151-160.
3. Scharwartz Andrew, Runge William, Hsu Andrew. Fractures of the Talus: Current Concepts. *Foot & Ankle Orthopaedics*. 2020; 5(4): 1-10
4. Vallier Heather, Nork Sean, Barei David, Benirschke Stephen, Sangeorzan Bruce. Talar Neck Fractures: Results and Outcomes. 2004. *The Journal of bone & joint surgery*. 2004; 86 (8):1616-1624.
5. Buckwalter Joseph A, Westermann Robert, Mooers Brian, Karam Matthew, Wolf Brian. Timing of Surgical Reduction and Stabilization of Talus Fracture-Dislocations. *The American Journal of Orthopedics*. 2017; 17(2): 408- 413.
6. Clare Michael P, Maloney Patrick J. Prevention of Avascular Necrosis with Fractures of the Talar Neck. *Foot Ankle Clin N Am*. 2018; 2: 1-13.
7. Barnett J, Ahmad M, Khan W, Gorman A. The Diagnosis, Management and Complications Associated with Fractures of the Talus. *The Open Orthopaedics Journal*. 2017; 11(5): 460-466
8. Vallier Heather A, Reichard Stephen G, Boyd Alysse J, Moore Timothy A. A New Look at the Hawkins Classification for Talar Neck Fractures: Which Features of Injury and Treatment Are Predictive of Osteonecrosis?. *The Journal of bone & joint surgery*. 2014; 96 (3): 193-197
9. Lafforgue Pierre. Pathophysiology and natural history of avascular necrosis of bone. *Joint Bone Spine*. 2006; 73(1): 500-507
10. Jordan Richard, Bafna Kunaal, Jiayong Liu, Ebraheim Nabil. Complications of Talar Neck Fractures by Hawkins Classification: A Systematic Review. *The Journal of Foot & Ankle Surgery*. 2017; 56(4): 817 – 821
11. Colin Whitaker, Blake Turvey, Illical Emmanuel. Current Concepts in Talar Neck Fracture Management. *Reviews in Musculoskeletal Medicine*. 2018; 11: 456–474
12. Kawasaki M, Hasegawa Y, Sakano S, Sugiyama H, Tajima T, et al. Prediction of osteonecrosis by magnetic resonance imaging after femoral neck fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2001; 385(1)157 – 64.
13. Sugano N, Masuhara K, Nakamura N, Ochi T, Hirooka A, Hayami Y. MRI of early osteonecrosis of the femoral. *Bone Joint Surg br*. 1996, 78 (2), 232 – 257.
14. Cerezal R, García-Valtuille A, Canga F, Abascal J, Martínez J. Osteonecrosis del tobillo y pie. Diagnóstico por la imagen. *Rev pie y Tobillo*. 2000; 12, (2): 35 - 43
15. Large Thomas, Adams Mark, Loeffler Bryan, Gardner Michael J. Posttraumatic Avascular Necrosis After Proximal Femur, Proximal Humerus, Talar Neck, and Scaphoid Fractures. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2019; 27 (21): 794 – 805.

16. Pearce Dawn, Christopher N, Mongiardi Dawn, Fornasier Victor L, Daniels Timothy R. Avascular Necrosis of the Talus: A Pictorial Essay. *RadioGraphics*. 2005; 25 (2): 399 – 410.
17. Andrew Haskell. Natural History of Avascular Necrosis in the Talus When to Operate. *Foot Ankle Clin N Am*. 2018;18 (2):1-11
18. Paul Fortin, Balazsy Jeffrey. Talus Fractures: Evaluation and Treatment. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2001; 9 (2):117-127.
19. Biz Carlo, Golin Nicolò, De Cicco Michele, Maschio Nicola, Fantoni Ilaria. Long-term radiographic and clinical functional outcomes of isolated, displaced, closed talar neck and body fractures treated by ORIF: the timing of surgical management. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2019; (20) 2:1-11.
20. Azeez Arshad, Srinivasan N, Vijay Narasimman. Management of Fracture Neck of Talus and Clinical Evaluation. *International Journal of Orthopaedics Sciences*. 2018.4 (3).16-21
21. Fau Franz. G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*. 2007; 39 (2): 175-191
22. Franz Faul. Statistical power analyses using G\*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods* 2009, 41 (4), 1149-1160.
23. Sudharsan A, Siva. Open reduction and internal fixation of talar fractures using various approaches and its outcome: A case series study. *Journal of medical Science and Clinical Reseach*. 2018; 6 (5):169- 177.
24. Vosoughi Amir, Reza Fereidooni, Shirzadi Saeedreza, Alireza Zomorodian, Human Hoveidaei. Different patterns and characteristics of Talar injuries at two main orthopedic trauma centers in Shiraz, south of Iran. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2020: 22 (69):1- 13
25. Hawkins LG. Fractures of the neck of the talus. *The Journal of bone and joint surgery American*. 1970; 5: 991- 997
26. Saravi Babak, Lang Gernot, Ruff Robert, Schmal Hagen, Südkamp Norbert. Conservative and Surgical Treatment of Talar Fractures: A Systematic Review and Meta-Analysis on Clinical Outcomes and Complications. *Internation Journal of Enviromental Research and public Health*. 2021. 18 (74),1- 18
27. Hierro Canas, Andrés-Cano, Rabadán-Márquez, Giráldez-Sánchez, Cano-Luis. Talus fractures. Functional results for polytraumatized patients. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2019; 63 (5): 336 - 341
28. Chen H, Liu W, Deng L, Song W. The prognostic value of the hawkins sign and diagnostic value of MRI after talar neck fractures. *Foot & ankle international*. 2015. 35 (1255): 1-14
29. Scharwartz Andrew, Runge William, Hsu Andrew, Bariteau Jason. Fractures of the Talus: Current Concepts. *Foot & Ankle Orthopaedics*. 2020; 5(1): 1-10
30. Stirling MacKenzie, Maempel McCann, Ray R, Clement ND, Keating JF. Patient-reported functional outcomes and health-related quality of life following fractures of the talus. *P. Ann R Coll Surg Engl*. 2019; 101: 399 – 404.

31. Dodd Andrew, Lefavre Kelly. Outcomes of talar neck fractures: a systematic Review and Meta- analysis. J Orthop Trauma. 2015; 29 (5) 1 – 6.
32. Fernandez Michael, Wade Allison, Dabbah Michael. Talar Neck Fractures Treated With Closed Reduction and Percutaneous Screw Fixation: A Case Series. The American Journal of Orthopedics Am J Orthop. 2018; 40 (2): 72-77
33. Hussein Reda, ABdel Mohammed. Treatment of Talar Body Fractures with Closed Reduction and Percutaneous Fixation. Journal of Orthopedics. 2017.2, (2), 6-10.
34. Abdelgaid Sherif, Fouad Ezzat F. Percutaneous reduction and screw fixation of fracture neck talus. Foot and Ankle Surgery. 2012.18 (3). 219 –228
35. Hui Liu<sup>1</sup>, Zhida Chen<sup>1</sup>, Wenrong Zeng , Yuanfei Xiong, Yongzhi Lin, Huacheng Zhong<sup>and</sup>. Surgical management of Hawkins type III talar neck fracture through the approach of medial malleolar osteotomy and mini-plate for fixation. Journal of Orthopaedic Surgery and Research. 2017; 12:111

## XVIII. ANEXOS

### XVIII.I CARTA DE VISTO BUENO Y APOYO DEL JEFE DE DEPARTAMENTO

 **GOBIERNO DE MÉXICO** | **IMSS**

**DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS  
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD  
Hospital de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación  
"Dr. Victorio de la Fuente Narváez", Ciudad de México**



Ciudad de México a 8° de Abril de 2021

**Carta de Visto Bueno y Apoyo del Jefe de Departamento**

Nombre del Servicio / Departamento:  
PIE Y TOBILLO

Nombre del Jefe de Servicio / Departamento:  
ANSELMO ROSSIER GUILLOT

Por medio de la presente con referencia al "Procedimiento para la Evaluación, Registro, Seguimiento y Modificación de Protocolos de Investigación en Salud, presentados ante el Comité Local de Investigación en Salud" Clave 2810-003-002; así como en apego a la normativa vigente en Materia de Investigación en Salud, declaro que estoy de acuerdo en participar en el desarrollo del trabajo de tesis de/la Alumno/a JOSÉ ARMANDO DÍAZ GARCÍA del curso de adiestramiento en Traumatología y Ortopedia Pediátrica avalado por el Instituto Mexicano del Seguro Social, vinculado al proyecto de investigación llamado:

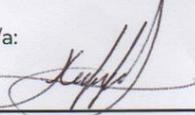
EVALUACIÓN DE FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS AL DESARROLLO DE OSTEONECROSIS EN PACIENTES CON FRACTURA DE CUELLO DE ASTRÁGALO: ESTUDIO DE CASOS Y CONTROLES

En el cual se encuentra como investigador/a responsable:

ANSELMO ROSSIER GUILLOT

Siendo este/a el/la responsable de solicitar la evaluación del proyecto, así como una vez autorizado y asignado el número de registro, informar al Comité Local de Investigación en Salud (CLIS) correspondientemente, respecto al grado de avance, modificación y eventualidades que se presenten, durante el desarrollo del mismo en tiempo y forma.

Nombre y firma autógrafa del/ la tutor/a:

CARLOS FERNANDO AGUIRRE PARRA 

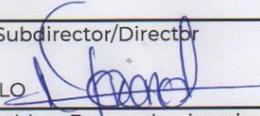
Vo. Bo. Del/la Jefe/a del servicio / Departamento

Nombre y firma a Autógrafa:

ANSELMO ROSSIER GUILLOT 

Vo. Bo. Del/la Jefe/a de División/Subdirector/Director

Nombre y Firma autógrafa:

OSCAR ULISES MORENO MURILLO 

Para el investigador responsable: Favor de imprimir, firmar, escanear el documento; posteriormente desde su bandeja como investigador responsable en SIRELCIS, se cargará en anexos. Hacer llegar la original al secretario del CLIS correspondiente.

Eje Fortuna (Colector 15) s/n Casi Esq. Av. Instituto Politécnico Nacional, Col. Magdalena de las Salinas, Alcaldía Gustavo A. Madero, C. P. 06770, CDMX. Tel. (55) 57473500  
www.imss.gob.mx



## XVIII.// CARTA DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR Y/O INVESTIGADOR RESPONSABLE DEL PROYECTO

 **GOBIERNO DE MÉXICO** |  **IMSS** | DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS  
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD  
Hospital de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación  
"Dr. Victorio de la Fuente Narváez", Ciudad de México



Ciudad de México a 8 de Abril de 2021

**Carta de aceptación de tutor y/o investigador responsable del proyecto**

Nombre del Servicio/ Departamento  
PIE Y TOBILLO

Nombre del/La Jefe de Servicio/ Departamento:  
ANSELMO ROSSIER GUILLOT

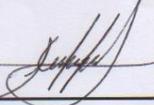
Por medio de la presente con referencia al "Procedimiento para la Evaluación, Registro, Seguimiento y Modificación de Protocolos de Investigación en Salud presentados ante el Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud" Clave 2810-003-002; Así como en apego en la normativa vigente en Materia de Investigación en Salud, Declaro que estoy de acuerdo en participar como tutor de trabajo de investigación del/a Alumno(a) **JOSÉ ARMANDO DÍAZ GARCÍA** del curso de especialización médica en Ortopedia, avalado por la Universidad Nacional Autónoma de México, vinculado al proyecto de investigación titulado:

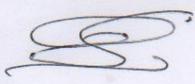
EVALUACIÓN DE FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS AL DESARROLLO DE OSTEONECROSIS EN PACIENTES CON FRACTURA DE CUELLO DE ASTRÁGALO: ESTUDI DE CASOS Y CONTROLES

En el cual se encuentra como investigador/a responsable el/la:

ANSELMO ROSSIER GUILLOT

Siendo este/a el/la responsable de solicitar la evaluación del proyecto, así como una vez autorizado y asignado el número de registro, informar al comité local de investigación en salud (CLIS) correspondientemente, respecto al grado de avance, modificación y eventualidades que se presenten, durante el desarrollo del mismo en tiempo y forma.

Nombre y firma autógrafa del/ la tutor/a  
CARLOS FERNANDO AGUIRRE PARRA 

Nombre y firma del/La Investigador/a responsable:  
ANSELMO ROSSIER GUILLOT 

Para el investigador responsable: Favor de imprimir, firmar, escanear el documento; posteriormente desde su bandeja como investigador responsable en SIRELCIS, se cargará en anexos. Hacer llegar la original al secretario del CLIS correspondiente.

Eje Fortuna (Colector 15) s/n Casi Esq. Av. Instituto Politécnico Nacional, Col. Magdalena de las Salinas, Alcaldía Gustavo A. Madero, C. P. 06770, CDMX. Tel. (55) 57473500  
www.imss.gob.mx



### XVIII./// DICTAMEN DE APROBADO

27/5/2021

SIRELCIS



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



#### Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud 3401

Unidad Médica de Alta Especialidad De Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación Dr. Victorio de la Fuente Narváez

Registro COFEPRIS 17 CI 09 005 092

Registro CONBOÉTICA COMBOÉTICA 09 CEI 001 2018012

FECHA Jueves, 27 de mayo de 2021

Dr. AGUIRRE PARRA CARLOS FERNANDO

**P R E S E N T E**

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **EVALUACIÓN DE FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS AL DESARROLLO DE OSTEONECROSIS EN PACIENTES CON FRACTURA DE CUELLO DE ASTRÁGALO: ESTUDIO DE CASOS Y CONTROLES** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**:

Número de Registro Institucional

R-2021-3401-022

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

**Dra. Fryda Medina Rodríguez**  
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 3401

IMSS

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

SECRETARÍA DE SALUD