



ARTÍCULO ORIGINAL / Originals

ASOCIACIÓN ENTRE CONDICIONES MÉDICAS PREVIAS Y ÁREAS DE FRACTURAS POR FRAGILIDAD: UN ESTUDIO ANALÍTICO

Alberto Guevara Tirado 

Universidad Científica del Sur. Lima, Perú

Resumen

Introducción: los antecedentes clínicos aumentan el riesgo de fracturas por fragilidad, predisponiendo a zonas más vulnerables según el tipo de antecedente.

Objetivo: determinar las zonas de fracturas por fragilidad más vulnerables según antecedentes clínicos.

Materiales y método: estudio analítico y transversal de una base de datos secundaria de 719 adultos. Las variables fueron la presencia de fracturas de hombro, muñeca, cadera y tobillo, edad, sexo, diabetes mellitus, hipertensión, obesidad, fumador, movilidad reducida, dislipidemia, osteoporosis, edad, artritis, enfermedad renal, cardiovascular y tiroidea, cáncer y número de comorbilidades. Se usó el árbol de detección automático de interacciones de chi-cuadrado y V de Cramer.

Resultados: el árbol de decisiones identificó variables clave de áreas de fracturas por fragilidad, al grupo etario, diabetes y

comorbilidades. Las fracturas de tobillo se asociaron principalmente con personas de 50 a 65 años con diabetes ($V=0,181; p<0,001$). Las fracturas de cadera con personas de 84 años o más ($V=0,332; p<0,001$). Las fracturas de hombro y muñeca con individuos de 66 a 83 años con dos o menos comorbilidades ($V=0,216; p<0,001$).

Conclusiones: las fracturas por fragilidad están significativamente asociadas con la edad y la presencia de comorbilidades, especialmente la diabetes. Las personas mayores de 84 años tienen mayor propensión a fracturas de cadera, aquellos entre 50 y 65 años con diabetes son más propensos a fracturas de tobillo. Las fracturas de hombro y muñeca son más comunes en personas de 66 a 83 años con pocas comorbilidades.

Palabras clave: fracturas osteoporóticas, registros de salud personal, hispanicos o latinos, árboles de decisión, toma de decisiones asistida por computador.

ASSOCIATION BETWEEN PREEXISTING MEDICAL CONDITIONS AND SITES OF FRAGILITY FRACTURES: AN ANALYTICAL STUDY

Abstract

Introduction: *medical history increases the risk of fragility fractures, predisposing to more vulnerable areas according to the type of history.*

Objective: *to determine the most vulnerable areas of fragility fractures according to clinical history.*

Materials and method: *analytical and cross-sectional study of a secondary database of 719 adults. The variables were the presence of shoulder, wrist, hip and ankle fractures, age, sex, diabetes mellitus, hypertension, obesity, smoking, reduced mobility, dyslipidemia, osteoporosis, age, arthritis, renal, cardiovascular and thyroid disease, cancer and number of comorbidities. The automatic detection tree of chi-square interactions and Cramer's V were used.*

Results: *the decision tree identified key variables of fragility fracture areas, age group, diabetes and comorbidities. Ankle fractures were associated primarily with individuals aged 50 to 65 years with diabetes ($V=0.181$; $p<0.001$). Hip fractures with individuals aged 84 years or older ($V=0.332$; $p<0.001$). Shoulder and wrist fractures with individuals aged 66 to 83 years with two or fewer comorbidities ($V=0.216$; $p<0.001$).*

Conclusions: *fragility fractures are significantly associated with age and the presence of comorbidities, especially diabetes. People older than 84 years have a greater propensity for hip fractures, those between 50 and 65 years with diabetes are more prone to ankle fractures. Shoulder and wrist fractures are more common in individuals aged 66 to 83 years with few comorbidities.*

Keywords: *osteoporotic fractures, health records, personal, hispanic or latino, decision trees, decision making, computer-assisted.*

Introducción

La osteoporosis se define como una baja densidad mineral ósea causada por una microestructura ósea alterada, que en última instancia predispone a los pacientes a fracturas de bajo impacto y fragilidad.¹ La osteoporosis primaria ocurre debido al envejecimiento y disminución de hormonas sexuales, lo que debilita la estructura ósea y aumenta el riesgo de fracturas. La osteoporosis secundaria es causada por enfermedades o tratamientos y es más común en hombres.² Algunos medicamentos como glucocorticoides y antiepilépticos son conocidos por inducir osteoporosis secundaria; se sospecha que otros, como agentes quimioterapéuticos, inhibidores de la bomba de protones y tiazolidinas, también contribuyen a desarrollar la enfermedad.³ Se

estima que la prevalencia mundial de osteoporosis fue del 19,70% en el año 2022.⁴

Las fracturas por fragilidad, resultado de traumatismos de baja energía como caídas desde poca altura, indican osteoporosis subyacente. Los pacientes con fracturas por fragilidad tienen un alto riesgo de fracturas adicionales, especialmente desde los dos años siguientes a la fractura inicial.⁵ La capacidad de los huesos para soportar fuerzas depende de su densidad mineral, geometría, microestructura y calidad, por lo que las fracturas por fragilidad, típicas en osteoporosis, ocurren tras traumas menores, se asocian con baja densidad mineral ósea y aumentan en frecuencia con la edad, especialmente después de los 50 años.⁶ Las personas con osteoporosis también sufren más fracturas por



traumatismos de alta energía comparadas con personas sanas.⁷

Las fracturas por fragilidad pueden ocurrir en cualquier parte del cuerpo, principalmente en la columna vertebral, caderas y muñeca.⁸ Sin embargo, el tipo de antecedentes personales puede sugerir la mayor proclividad de ciertas zonas del cuerpo a tener fracturas por fragilidad, lo que tendría beneficios en relación con el enfoque epidemiológico, de monitoreo, y de prevención, al poder identificar áreas de mayor riesgo según el perfil de clasificación basado en árboles de decisión; esto podría ayudar en la optimización de recursos e intervenciones y mejorar la calidad de vida de los pacientes afectados, para lo cual, el uso de herramientas estadísticas avanzadas como el árbol de decisión CHAID puede ser relevante. Por ello, el objetivo de esta investigación fue determinar las zonas de fracturas por fragilidad más vulnerables según los antecedentes clínicos.

Materiales y Método

Diseño y población de estudio

Estudio analítico y transversal proveniente de una base de datos secundaria perteneciente a F1000research.com, basado en una cohorte de 3 años de un hospital. Fue realizado desde enero de 2017 hasta diciembre de 2019 en una población de 719 adultos desde los 50 años, predominantemente de origen hispano de ambos sexos. Según refirieron los autores de la investigación,⁹ los datos fueron obtenidos a partir del registro médico electrónico del hospital. La base de datos incluyó los siguientes criterios: fracturas de varias partes del cuerpo, como el húmero, radio, cúbito, cuello femoral, tibia y maléolos. Se excluyeron pacientes si la lesión ocurrió fuera del período del estudio, si la fractura ya había sido tratada en otra institución, o si la fractura no estaba unida. También se excluyeron fracturas causadas por proyectiles, accidentes automovilísticos, caídas desde más de un metro y fracturas relacionadas con cáncer. Las fracturas

por fragilidad de las vértebras también fueron excluidas de la investigación.

Variables y mediciones

La variable dependiente fue la presencia de fracturas por fragilidad, categorizada en fracturas de hombro (S42,2, S42,9), muñeca (S52,5, S52,60, S52.9), cadera (S72,0, S72,1, S72,2) y tobillo (S82,3, S82,5, S82,6, S82,8), según la Clasificación Internacional de Enfermedades, 10.^a Revisión (CIE-10). Como variables independientes se incluyeron características sociodemográficas, factores de salud y presencia de comorbilidades. Las variables sociodemográficas incluyeron el grupo etario, categorizado en 50-65 años, 66-83 años y 84 años o más, así como el sexo (masculino o femenino). Los factores de salud comprendieron el consumo de cigarrillos (fumador/exfumador vs. nunca fumador) y la movilidad reducida, definida como el uso de algún objeto o dispositivo de apoyo para moverse. Las comorbilidades evaluadas fueron hipertensión arterial, obesidad, diabetes mellitus, dislipidemia, artritis, enfermedad cardiovascular, enfermedad tiroidea, cáncer, osteoporosis y enfermedad renal, todas clasificadas en presencia o ausencia. Además, se consideró el número total de comorbilidades, definido como la cantidad de condiciones médicas presentes en cada paciente, con valores entre 0 y 10. Según refirieron los autores de la base de datos, toda la información utilizada en este estudio provino de registros médicos electrónicos, la cual se encuentra disponible en la base de datos (véase apartado Consideraciones éticas).

Análisis estadístico

Se utilizaron tablas que incluyeron frecuencias absolutas y relativas. Se empleó el árbol de decisiones mediante detector automático de interacciones de chi-cuadrado (CHAID), donde se introdujeron las variables incluidas en la Tabla 1, con el área de fractura por fragilidad como variable dependiente. CHAID es

una técnica de análisis estadístico utilizada para construir árboles de decisión. Este método se basa en la prueba de chi-cuadrado para determinar las divisiones óptimas en los datos, lo que permite identificar interacciones significativas de variables categóricas. Genera un algoritmo de segmentación que crea árboles de decisión basados en la prueba de chi-cuadrado. Su objetivo es identificar las relaciones más significativas entre variables independientes y una variable dependiente. El proceso comienza seleccionando la variable dependiente y las variables independientes, realizando pruebas de chi-cuadrado para cada variable independiente, y eligiendo la variable con la asociación más fuerte (menor p-valor) para dividir el nodo. Los nodos se dividen en grupos homogéneos basados en las categorías de la variable seleccionada. Este proceso se repite para cada nodo hijo hasta que se cumplan los criterios de parada, como el tamaño mínimo del nodo o el nivel de significancia. Entre las ventajas de CHAID se encuentran que no requiere suposiciones sobre la distribución de los datos, maneja variables categóricas y continuas, y es fácil de interpretar y visualizar.¹⁰

Después de obtener el árbol CHAID se realizó la prueba de coeficiente V de Cramer, la cual es una medida estadística utilizada para evaluar la fuerza de asociación entre dos variables categóricas. Deriva de la prueba chi-cuadrado y proporciona un valor normalizado entre 0 y 1, donde 0 indica ninguna asociación y 1 indica una asociación perfecta.¹¹ Los hallazgos se midieron con un valor de p significativo menor del 0,05 con un intervalo de confianza al 95%. El análisis fue efectuado con el programa SPSS statistics 25™.

Consideraciones éticas

La información utilizada en este estudio proviene de una base de datos secundaria de acceso abierto, bajo licencia *Creative Commons*. Dado que se trata de datos previamente recopilados y anonimizados, no se

requirieron permisos o autorizaciones adicionales para su uso en esta investigación. La recopilación y manejo de los datos se realizó en cumplimiento con los principios establecidos en la Declaración de Helsinki.

La información general sobre la base de datos puede consultarse en el siguiente enlace: <https://f1000research.com/articles/10-175#ref-7>. Asimismo, la base de datos utilizada en esta investigación está disponible en: <https://zenodo.org/records/4526306>.

Resultados

La tabla presenta las características de los adultos de 50 años o más con fracturas por fragilidad, introducidas en el árbol CHAID. La mayoría de los participantes tiene entre 66 y 83 años (49,40%), son mujeres (76,50%) y presentan fracturas principalmente en la cadera (32,80%) y muñeca (27,40%). La hipertensión arterial (59,10%) y la obesidad (47,70%) son comunes. Además, una gran proporción no tiene diabetes (63,70%) ni dislipidemia (62,90%). La mayoría no fuma (74,70%) y tiene entre 1 y 3 comorbilidades (Tabla 1).

El árbol de decisiones tuvo una profundidad de 3, con un total de 12 nodos, de los cuales 7 fueron terminales. Del total de variables colocadas para el procesamiento, el árbol seleccionó como variables asociadas las áreas de fracturas por fragilidad, el grupo etario, diabetes y el total de comorbilidades. La principal característica asociada a fracturas por fragilidad de tobillo fue pertenecer al grupo etario de 50 a 65 años con diabetes. El principal grupo asociado a fractura de cadera fue el conformado por el grupo etario desde los 84 años. La principal característica asociada a presentar fracturas de hombro, así como de muñeca, fue tener 2 comorbilidades o menos, así como tener 66 a 83 años (Figura 1).

La V de Cramer de 0,181 indica una asociación débil entre ser diabético en el rango de edad de 50 a 65 años y la frecuencia de fracturas de tobillo. El p-valor <0,001 sugiere



Tabla 1. Características de las variables introducidas en el árbol CHAID de adultos de 50 años a más con fracturas por fragilidad

		Frecuencia	%
Grupo etario	50-65	187	26
	66-83	355	49,40
	84 o más	177	24,60
Sexo	Mujer	550	76,50
	Hombre	169	23,50
Zona de fractura por fragilidad	Tobillo	187	26
	Cadera	236	32,80
	Hombro	99	13,80
	Muñeca	197	27,40
Hipertensión arterial	No	294	40,90
	Sí	425	59,10
Obesidad	No	376	52,30
	Sí	343	47,70
Movilidad reducida	No	394	54,80
	Sí	325	45,20
Diabetes	No	458	63,70
	Sí	261	36,30
Dislipidemia	No	452	62,90
	Sí	267	37,10
Artritis	No	610	84,80
	Sí	109	15,20
Enfermedad cardiovascular	No	618	86
	Sí	101	14
Enfermedad tiroidea	No	634	88,20
	Sí	85	11,80
Cáncer	No	654	91
	Sí	65	9
Osteoporosis	No	657	91,40
	Si	62	8,60
Enfermedad renal	No	663	92,20
	Sí	56	7,80
Consumo de cigarros	Fumador-exfumador	175	24,30
	Nunca	537	74,70
Total de comorbilidades	0	57	7,90
	1	131	18,20
	2	138	19,20
	3	143	19,90
	4	98	13,60
	5	84	11,70
	6	37	5,10
	7	23	3,20
	8	6	0,80
	10	2	0,30

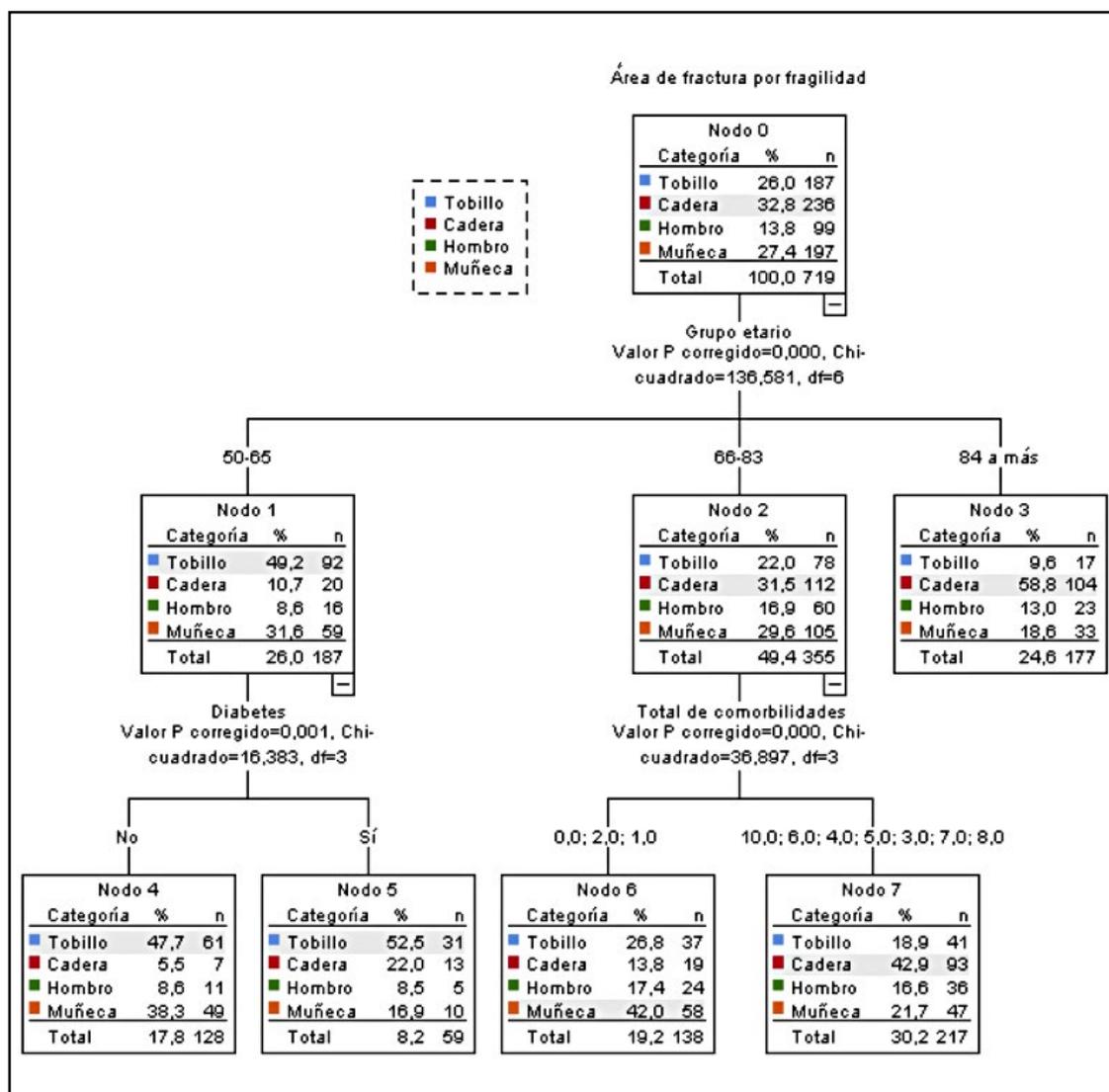


Figura 1. Árbol de decisiones CHAID sobre factores asociados a tipo de fracturas por fragilidad en adultos.

que esta asociación es estadísticamente significativa. La V de Cramer de 0,332 indica una asociación moderada entre tener 84 años o más y la frecuencia de fracturas de cadera. El p-valor <0,001 sugiere que esta asociación es estadísticamente significativa. La V de Cramer de 0,216 indica una asociación débil a moderada entre tener entre 66 y 83 años con 2 o menos comorbilidades y la frecuencia de fracturas de hombro y muñeca. El p-valor <0,001

sugiere que esta asociación es estadísticamente significativa (Tabla 2).

Discusión

Los resultados del análisis mediante el árbol de decisiones CHAID revelaron importantes asociaciones entre diversas variables y la frecuencia de fracturas por fragilidad en adultos de 50 años o más. Además, la mayoría de los participantes en el estudio tienen entre 66



Tabla 2. Medidas de asociación entre nodos terminales del árbol CHAID y frecuencia de tipos de fractura por fragilidad en adultos

	V	p
Nodos 5-1 = diabéticos entre 50 a 65 años (frecuencia de fracturas de tobillo: 52,50%)	0,181	<0,001
Nodo 3 = edad de 84 o más (frecuencia de fracturas de cadera: 58,80%)	0,332	<0,001
Nodo 6 = edad de 66 a 83 años y ≤ 2 comorbilidades (frecuencia de fractura de hombro: 17,40%; frecuencia de fracturas de muñeca: 42%)	0,216	<0,001

y 83 años, son predominantemente mujeres, y presentan fracturas sobre todo en la cadera y muñeca. Esto concuerda con estudios epidemiológicos que indican que, además de las fracturas vertebrales, la fractura de cadera, junto a la fractura de Coles cerca a la muñeca, son de las presentaciones más frecuentes de fracturas por fragilidad.¹² Además, según el sexo, la frecuencia de fracturas por fragilidad fue mayor en mujeres, lo que concuerda con los conocimientos fisiopatológicos de este tipo de lesión, que se ha atribuido a aspectos como la menor densidad, tamaño y resistencia de los huesos en el sexo femenino, así como por el descenso de estrógenos, los cuales promueven la actividad osteoblástica y regulan la actividad osteoclástica.¹³

El árbol de decisiones identificó que la principal característica asociada a fracturas de tobillo es ser diabético y tener entre 50 y 65 años. Esta asociación, aunque débil (V de Cramer = 0,181) es estadísticamente significativa ($p < 0,001$). Esto sugiere que la diabetes en este grupo etario puede aumentar el riesgo de fracturas de tobillo, posiblemente debido a complicaciones relacionadas con la enfermedad que cursan con daño neuropático y de pobre circulación de vasos sanguíneos, debilitando la citoarquitectura ósea, como en la neuroartropatía de Charcot, la cual es una artropatía degenerativa crónica progresiva

que afecta las articulaciones periféricas como resultado de un defecto de la percepción sensorial normal (dolor y propiocepción) en la inervación de las articulaciones, la cual suele presentarse en la diabetes mellitus.¹⁴

Para las fracturas de cadera, la edad avanzada (84 años o más) fue el principal factor asociado, con una asociación moderada (V de Cramer = 0,332) y significativa ($p < 0,001$). Esto es consistente con la literatura existente que indica que la fragilidad ósea y el riesgo de caídas aumentan con la edad, incrementando la probabilidad de fracturas de cadera, sobre todo desde los 80 años.^{15,16}

En el caso de las fracturas de hombro y muñeca, tener entre 66 y 83 años y presentar dos o menos comorbilidades se asoció moderadamente con estas fracturas (V de Cramer = 0,216, $p < 0,001$). Esto podría indicar que, aunque las comorbilidades son un factor de riesgo, la presencia de un número limitado de comorbilidades en este grupo etario aún representa un riesgo significativo para estas fracturas, posiblemente porque una menor cantidad de comorbilidades representa una menor limitación para realizar actividades cotidianas que impliquen el uso de los miembros superiores, los cuales, sin embargo, presentan desgaste asintomático, predisponiéndolos a un mayor riesgo de fracturas por fragilidad.

Las limitaciones fueron las siguientes: si bien las asociaciones encontradas son todas estadísticamente significativas, lo que subraya la importancia de considerar factores como la edad, las comorbilidades y la diabetes en la evaluación del riesgo de fracturas por fragilidad, la fuerza de estas asociaciones varía de débil a moderada, lo que sugiere que, aunque hay una relación clara, otros factores también pueden influir en la ocurrencia de fracturas. Asimismo, debido a que la información proviene de una base de datos secundaria, podrían existir sesgos de información y clasificación, debido a que los datos podrían haber sido introducidos de forma errónea. Tampoco se tuvo acceso a datos relacionados con la frecuencia de aspectos como el consumo de cigarro, tiempo de osteoporosis y tiempo de uso de medicación para las diferentes comorbilidades introducidas en el árbol CHAID.

En conclusión, estos hallazgos destacan la necesidad de estrategias de prevención específicas para diferentes grupos de riesgo. Por ejemplo, los adultos mayores de 84 años podrían beneficiarse de intervenciones para prevenir caídas y fortalecer los huesos, mientras que los adultos diabéticos de 50 a 65 años podrían requerir un manejo más intensivo de su condición para reducir el riesgo de fracturas de tobillo, incluyendo campañas de concientización del riesgo de estos sucesos. Además, la identificación de perfiles de riesgo mediante herramientas avanzadas como el árbol de decisiones CHAID puede ayudar a personalizar las intervenciones y mejorar los resultados de salud en esta población vulnerable, así como para la identificación en poblaciones de diferentes países y regiones.

Referencias

1. Porter JL, Varacallo M. Osteoporosis. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28722930>
2. Brickley MB, Ives R, Mays S. Secondary osteoporosis. En: The Bioarchaeology of Metabolic Bone Disease [Internet]. Elsevier; 2020. p. 165–78. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-08-101020-4.00007-0>
3. Sobh MM, Abdalbary M, Elnagar S, Nagy E, Elshabrawy N, Abdelsalam M, et al. Secondary osteoporosis and metabolic bone diseases. *J Clin Med* [Internet]. 2022;11(9):2382. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/jcm11092382>
4. Xiao P-L, Cui A-Y, Hsu C-J, et al. Global, regional prevalence, and risk factors of osteoporosis according to the World Health Organization diagnostic criteria: a systematic review and meta-analysis. *Osteoporos Int* [Internet]. 2022;33(10):2137–53. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00198-022-06454-3>
5. Redman IA, Sivanesan V. A five-year retrospective audit on bone protection prescribing in patients with fragility fractures in primary care. *Cureus* [Internet]. 2023;15(9):e45532. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7759/cureus.45532>
6. Bouvard B, Annweiler C, Legrand E. Osteoporosis in older adults. *Joint Bone Spine* [Internet]. 2021;88(3):105135. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbspin.2021.105135>
7. Zigouris A, Theodorou S, Zisakis A, Labropoulos C. A Comprehensive Review of Hip Arthroscopy: Current Trends and Future Directions. In: Pokorski M, editor. *Current Concepts in Medical Research and Practice*. Cham: Springer; 2024. p. 13-26. doi:10.1007/978-3-031-33484-9_2



8. Fragility fractures [Internet]. Who.int. [citado 12 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/fragility-fractures>
9. Torres-Reveron A, Serra-Torres M. Retrospective analysis of the use of osteoporosis medication at the presentation of non-vertebral fragility fractures in a predominantly Hispanic population. *F1000Res* [Internet]. 2021 [citado 13 de noviembre de 2024];10(175):175. Disponible en: <https://f1000research.com/articles/10-175/pdf>
10. Ortega C. Análisis CHAID: Qué es, características y cómo se realiza [Internet]. *QuestionPro 2022* [citado 13 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/analisis-chaid/>
11. SPSS statistics subscription - classic [Internet]. Ibm.com. 2024 [citado 13 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://www.ibm.com/docs/es/spss-statistics/saas?topic=crosstabs-statistics>
12. Veronese N, Kolk H, Maggi S. Epidemiology of fragility fractures and social impact. En: *Practical Issues in Geriatrics* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2021 [citado 13 de noviembre de 2024]. p. 19–34. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK565577/>
13. Cheng C-H, Chen L-R, Chen K-H. Osteoporosis due to hormone imbalance: An overview of the effects of estrogen deficiency and glucocorticoid overuse on bone turnover. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2022;23(3):1376. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ijms23031376>
14. Gouveri E. Charcot osteoarthropathy in diabetes: A brief review with an emphasis on clinical practice. *World J Diabetes* [Internet]. 2011;2(5):59. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4239/wjd.v2.i5.59>
15. Sarasa-Roca M, Torres-Campos A, Redondo-Trasobares B y cols. Fractura de cadera en pacientes centenarios, ¿qué podemos esperar? *Rev Esp Cir Ortop Traumatol* [Internet]. 2022;66(4):267-73. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.recot.2021.04.004>
16. Pech-Ciau BA, Lima-Martínez EA, Espinosa-Cruz GA y cols. Fractura de cadera en el adulto mayor: epidemiología y costos de la atención. *Acta Ortop Mex* [Internet]. 2021;35(4):341-7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.35366/103314>