



La Enfermedad Articular Degenerativa como indicador de actividad ocupacional

Evaluación en la articulación de la rodilla

Daniel Sampedro Patiño

Magister en Antropología

Asesora: Timisay Monsalve Vargas PhD

Universidad de Antioquia

Facultad de Ciencias Sociales y Humanas

Medellín

2018

AGRADECIMIENTOS:

En primer lugar deseo agradecer al Cementerio San Pedro y al Cementerio Universal por su apoyo en la construcción de la colección osteológica del Laboratorio de Antropología Osteológica de la Universidad de Antioquia mediante las donaciones de restos óseos humanos. En segundo lugar deseo agradecer al Laboratorio de Antropología Osteológica de la Universidad de Antioquia por el préstamo de la colección osteológica y los equipos necesarios para el desarrollo de la presente investigación. Por último y no menos importante, deseo agradecer a la profesora Timisay Monsalve Vargas por su orientación y apoyo durante el desarrollo tanto de la investigación como de mi formación profesional.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE	1
ABSTRACT AND KEYWORDS	2
LISTA DE FIGURAS	
• Figura N° 1. Vista anterior (A) y vista lateral (B) de la articulación de la rodilla	21
• Figura N° 2. Fórmula aplicada para el análisis de chí cuadrado	38
• Figura N° 3. Superficies articulares de fémur, tibia y rotula derecha, divididas cada una en cuadrantes anteromedial (AM), anterolateral (AL), posteromedial (PM) y posterolateral (PL)	43
• Figura N°4. Proporción de prevalencia de los grados de severidad de EAD según la actividad ocupacional	47
• Figura N°5. Proporción de prevalencia de los grados de severidad de EAD según la actividad ocupacional en adultos jóvenes y de edad media	49
• Figura N°6. Proporción de prevalencia de los grados de severidad de EAD según el sexo	51
• Figura N° 7. Proporción de prevalencia de los grados de severidad de EAD según el sexo en adultos mayores	53
• Figura N° 8. Proporción de prevalencia de los grados de severidad de EAD según el grupo de edad	54
• Figura N° 9. Proporción de prevalencia de los grados de severidad de EAD en adultos jóvenes y de mediana edad	56
• Figura N° 10. Proporción de prevalencia de los grados de severidad de EAD según la presencia de traumas antiguos	57
LISTA DE TABLAS	
• Tabla N° 1. Composición demográfica de la muestra por sexo y edad	44
• Tabla N° 2. Composición por sexo en cada tipo de actividad ocupacional	45
• Tabla N° 3. Composición por edad en cada tipo de actividad ocupacional	45
• Tabla N°4. Resumen de frecuencias observadas de los grados de severidad de EAD según la actividad ocupacional	48
• Tabla N°5. Resumen de frecuencia esperadas de los grados de severidad de EAD	

según la actividad ocupacional	48
• Tabla N°6. Resultados análisis de chi cuadrado para la variable de actividades ocupacionales	48
• Tabla N°7. Resumen de frecuencia esperadas de los grados de severidad de EAD según la actividad ocupacional en adultos jóvenes y de edad media	50
• Tabla N°8. Resumen de frecuencia esperadas de los grados de severidad de EAD según la actividad ocupacional en adultos jóvenes y de edad media	50
• Tabla N°9. Resultados análisis de chi cuadrado para la variable de actividades ocupacionales en adultos jóvenes y de edad media	50
• Tabla N°10. Resumen de frecuencias observadas de los grados de severidad de EAD según el sexo	52
• Tabla N°11. Resumen de frecuencia esperadas de los grados de severidad de EAD según el sexo	52
• Tabla N°12. Resultados análisis de chi cuadrado para la variable del sexo	52
• Tabla N°13. Resumen de frecuencias observadas de los grados de severidad de EAD según el sexo en adultos mayores	53
• Tabla N° 14. Resumen de frecuencia esperadas de los grados de severidad de EAD según el sexo en adultos mayores	53
• Tabla N° 15. Resultados análisis de chi cuadrado para la variable del sexo en adultos mayores	54
• Tabla N°16. Resumen de frecuencias observadas de los grados de severidad de EAD según el grupo de edad	55
• Tabla N° 17. Resumen de frecuencia esperadas de los grados de severidad de EAD según el grupo de edad	55
• Tabla N° 18. Resultados análisis de chi cuadrado para la variable de la edad	55
• Tabla N°19. Resumen de frecuencias observadas de los grados de severidad de EAD según el grupo de edad en adultos jóvenes y de edad media	56
• Tabla N° 20. Resumen de frecuencia esperadas de los grados de severidad de EAD según el grupo de edad en adultos jóvenes y de edad media	56
• Tabla N° 21. Resultados análisis de chi cuadrado para la variable de la edad en adultos jóvenes y de edad media	56
• Tabla N°22. Resumen de frecuencias observadas de los grados de severidad de EAD según la presencia de traumas	58
• Tabla N° 23. Resumen de frecuencia esperadas de los grados de severidad de EAD según la presencia de traumas	58
• Tabla N° 24. Resultados análisis de chi cuadrado para la variable de traumas	58

LISTA DE ABREVIATURAS	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE	6
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
3.1 Preguntas de investigación	12
3.2 Objetivo general	13
3.3 Objetivos específicos	13
3.4 Hipótesis	14
3.5 Justificación	14
3.6 Alcances	15
4. CAPITULO TEÓRICO	16
4.1 Definición de la Enfermedad Articular Degenerativa y sus características generales	18
4.2 Características generales de la articulación de la rodilla	20
4.3 Patogénesis de la Enfermedad Articular Degenerativa de rodilla y factores de estrés involucrados	22
4.3.1 Factores de estrés biomecánico	23
4.3.2 Factores sistémicos	31
5. METODOLOGÍA	38
5.1 Diseño estadístico de la investigación	38
5.2 Conformación de la muestra	40
5.3 Materiales y equipos	41
5.4 Recolección de datos	41
5.5 Técnicas antropológicas	42

6. RESULTADOS	44
6.1 Actividad ocupacional	46
6.2 Sexo	50
6.3 Edad	54
6.4 Traumas	57
7. DISCUSIÓN	59
7.1 Actividad ocupacional	59
7.2 Sexo	62
7.3 Edad	62
7.4 Traumas	64
7.5 Otros factores sistémicos: Sobrepeso la herencia genética	65
8. CONCLUSIONES	66
9. LISTA DE REFERENCIA	71

RESUMEN

En la reconstrucción de los patrones de actividad a partir del análisis de restos óseos humanos, la presencia de enfermedad articular degenerativa (EAD), también denominada osteoartritis, ha sido empleada como un indicador de actividad ocupacional. Esta interpretación está fundamentada en la premisa de que el uso repetitivo de las articulaciones y su desgaste constituyen el principal factor etiológico de la enfermedad. No obstante, actualmente es sabido que en la patogénesis de la EAD confluyen otros factores de estrés relacionados al sexo, la edad, la alimentación, el sobrepeso, la herencia genética y el padecimiento de traumas en las articulaciones. De esta forma, se advierte una tendencia a simplificar la patogénesis de la EAD, así como a sobreestimar los niveles de estrés físicos experimentados en diferentes actividades ocupacionales. Para aportar en la solución de este problema en la presente investigación se analizó la prevalencia de la EAD de rodilla observada en una muestra documentada de restos óseos humanos, para identificar patrones en la distribución poblacional de la severidad de la enfermedad y su relación con la presencia de diferentes factores causantes de la enfermedad. Con la información muestral recolectada se realizaron tablas de contingencia, gráficas de barras y análisis de chi cuadrado. Los resultados obtenidos demostraron que la EAD no constituye un indicador específico de actividad ocupacional, sino una respuesta no específica resultante de la interacción de diferentes factores de estrés.

PALABRAS CLAVE: Enfermedad articular degenerativa, osteoartritis, factores de estrés, actividad ocupacional, diferencias de sexo y edad.

ABSTRACT:

In the reconstruction of the activity patterns from the analysis of human bone remains, the presence of Degenerative Joint Disease (DJD) has been used as an indicator of occupational activity. This interpretation is based on the premise that the repetitive use of the joints and their wear and tear constitute the main etiological factor of the disease. However, it is now known that in the pathogenesis of DJD, there are other stress factors related to sex, age, genetic heritage and the suffering of trauma in the joints. In this way, there is a tendency to simplify the pathogenesis of DJD, as well as to overestimate the physical stress levels experienced in different occupational activities. To contribute to the solution of this problema, in the present investigation the prevalence of knee DJD observed in a documented sample of human bone remains was analyzed to identify patterns in the population distribution of the severity of the disease and its relation with the presence of different factors causing the disease. With the sample information collected, contingency tables, bar graphs and chi squared analysis were performed. The results obtained showed that DJD is not a specific indicator of occupational activity, but a non-specific response resulting from the interaction of different stressors.

KEY WORDS: Degenerative Joint Disease, Osteoarthritis, stressors, occupational activity, sex and age differences.

LISTA DE ABREVIATURAS:

- EAD: Enfermedad articular degenerativa
- OA: osteoartritis
- HO: Hipotesis nula
- HA: Hipotesis alternativa
- χ^2 : chí cuadrado
- GI: Grados de libertad

1. INTRODUCCIÓN

La osteoartritis, también denominada enfermedad articular degenerativa (EAD), se define como una enfermedad caracterizada por la pérdida de cartílago articular y las lesiones resultantes del contacto interóseo entre las articulaciones (Ortner, 2003). En el desarrollo de las investigaciones paleoepidemiológicas, ha persistido la idea generalizada de que existe una relación directa entre el desarrollo de la EAD y las actividades ocupacionales que demandan alto niveles de actividad física y movimientos articulares repetitivos. Esto es debido a que los resultados obtenidos por diversas investigaciones apoyan la hipótesis de que el factor etiológico principal en el desarrollo de esta enfermedad consiste en el uso y desgaste de la articulación derivado de actividades que involucran estrés biomecánico en las articulaciones. Estas circunstancias han llevado a diversos investigadores que trabajan con restos óseos humanos a emplear las lesiones diagnósticas de EAD como un indicador de actividad ocupacional. No obstante, los avances en las investigaciones clínicas y epidemiológicas han permitido evidenciar que en la patogénesis de esta enfermedad existe una confluencia de diversos factores etiológicos tanto de tipo biomecánico como sistémico. Este panorama permite inferir que el empleo de las manifestaciones óseas asociadas a la EAD para inferir patrones de actividad en restos óseos humanos puede llevar a una sobreestimación de los niveles de estrés biomecánico experimentados en vida, así como a una subestimación del efecto generado por otros factores de estrés.

Para buscar soluciones a la problemática planteada, la presente investigación tiene como objetivo realizar un análisis sobre la prevalencia poblacional de la EAD de rodilla presente en una muestra representativa proveniente de la Colección Osteológica del Laboratorio de Antropología Osteológica y Forense del departamento de Antropología de la Universidad de Antioquia. Para alcanzar dicho objetivo, se procedió a evaluar la distribución poblacional de los grados de severidad de las lesiones óseas diagnósticas de esta enfermedad según la presencia de diferentes factores de estrés causantes de osteoartritis identificables a partir de los registros presentes en las bases de datos de la colección y en el análisis directo de las estructuras óseas. Cabe aclarar que se selecciona la articulación de la rodilla debido a las implicaciones biomecánicas

que presenta en la locomoción humana y su relación con el desarrollo de actividades ocupacionales.

Para el desarrollo de esta investigación se aplicó un enfoque transeccional de alcance correlacional, en donde se analizó la prevalencia y distribución poblacional de los distintos grados de severidad de la EAD de rodilla observados en una muestra osteológica representativa. Para tal fin, con la información recolectada se aplicaron tablas de contingencia, gráficas de barras y análisis de chi cuadrado. Con base en los resultados obtenidos se concluyó que las lesiones óseas diagnósticas de EAD no deben interpretarse como indicadores específicos de actividad ocupacional, sino como una respuesta no específica al efecto generado por la interacción de diferentes factores de estrés. Adicionalmente, se concluye que, al analizar la prevalencia y patrones de distribución de la severidad de la enfermedad, en conjunto con las características demográficas de las muestras estudiadas, es posible inferir el efecto de distintos factores etiológicos en el incremento de la severidad de la osteoartritis y así evitar sobreestimaciones de los niveles de actividad experimentados por los individuos y poblaciones analizadas.

En los próximos capítulos se desarrolla en detalle las bases teóricas, procedimientos metodológicos y principales hallazgos obtenidos durante la investigación. En el segundo capítulo se exponen los principales antecedentes y estado del arte en el estudio de la EAD como indicador de actividad ocupacional, haciendo énfasis en aquellos enfocados en la EAD de rodilla. En el tercer capítulo se expone el planteamiento del problema de investigación, los objetivos perseguidos, las hipótesis sobre las cuales está basada la investigación y los alcances que se esperan. En el cuarto capítulo se presenta una descripción detallada de las principales características de la EAD y los factores de estrés que se han relacionado con el desarrollo y la progresión de esta enfermedad. En el quinto capítulo se expone los procedimientos metodológicos empleados para el desarrollo de la presente investigación, en donde se encontrarán detalles sobre la conformación de las muestras y su clasificación, los procesos para llevar a cabo la operacionalización de las variables a analizar, la

recolección de los datos y los procedimientos estadísticos empleados para el análisis de las muestras. En el sexto capítulo se recopilan los principales hallazgos realizados durante las observaciones de la muestra y los resultados de los análisis estadísticos aplicados. En el séptimo capítulo se expone una discusión sobre los resultados obtenidos y se plantean consideraciones sobre los alcances y limitaciones en cuanto al uso de la EAD como indicador de actividad ocupacional. Finalmente, en el octavo capítulo se resumen los principales hallazgos e interpretaciones de la presente investigación.

2. ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE

La reconstrucción de los patrones de actividad deducibles a partir del análisis de restos óseos constituye uno de los principales intereses en las investigaciones desarrolladas en el campo de la antropología física. Uno de los indicadores de actividad más usados por los investigadores consiste en las lesiones óseas diagnósticas de osteoartritis, también denominada enfermedad articular degenerativa (EAD), la cual constituye una de las enfermedades más frecuentemente observadas en restos óseos humanos antiguos y contemporáneos. Este uso de la EAD para reconstruir patrones de actividad radica en la premisa de que el uso repetitivo y subsecuente desgaste de la articulación constituye el principal factor causante de la enfermedad, lo cual llevó a establecer una relación directa entre el padecimiento de esta enfermedad y el tipo de actividad ocupacional realizado (Jurmain R.1999).

Este enfoque teórico ha llevado a diversos investigadores del campo de la paleoepidemiología a emplear las lesiones óseas diagnóstica de la EAD para realizar estimaciones de los niveles físicos de actividad encontrados entre ambientes de subsistencia económica en poblaciones antiguas, dada la premisa de su estrecha relación con el estrés biomecánico derivado de actividades ocupacionales (Woo, E. & Pak, S. 2013). No obstante, Jurmain (1980) y Ortner (2003) mencionan que hoy en día es aceptado que en la patogénesis de esta enfermedad confluyen otros factores de estrés diferentes al estrés biomecánico articular y que se encuentran relacionados con condiciones hormonales, anatómicas, fisiológicas y genéticas propias de cada población e individuo, aunque ha existido un consenso general de que el uso de la articulación y el estrés causado por la actividad física es un factor etiológico importante.

Ante estas circunstancias, Jurmain (1980) plantea que los patrones de afección entre las articulaciones pueden dilucidar el rol relativo de varios factores que contribuyen al desarrollo de esta enfermedad. Para tal fin, llevo a cabo una investigación donde se analizó la EAD presente en una muestra compuesta de 798 individuos provenientes de cuatro colecciones osteológicas. Específicamente, se evaluaron las superficies articulares de las cuatro articulaciones periféricas más

grandes (hombros, codos, cadera y rodilla), aplicando una escala en la severidad de las lesiones óseas (ninguna/leve, moderada, severa). En los resultados obtenidos, se observó una asociación positiva entre la edad con la severidad de la enfermedad. No obstante, Jurmain menciona que el efecto relativo de la edad puede variar entre las articulaciones, siendo de mayor importancia en la cintura y menor en las rodillas y codos, por lo cual infiere que la enfermedad en estas últimas articulaciones puede ser debida más a la influencia del estrés y en menor medida a factores sistémicos tales como la edad. Según afirma Jurmain, mientras que factores sistémicos como la edad ayudan a explicar mucha de la distribución de la EAD, estos no explican toda la variación observada, particularmente en articulaciones que muestran un mayor grado de asimetría en su afección, tal como observó en la articulación del codo y la rodilla. Por esta razón concluye que el estrés localizado concomitante con estilos de vida variables permite explicar la distribución de la EAD.

Otro importante aspecto sobre el desarrollo de las lesiones óseas diagnósticas de la EAD es la edad a la cual el estrés comienza puede influenciar la imagen patológica eventual. Temprano en vida, cuando el proceso de remodelación está más activo, el estrés intermitente probablemente estimula el desarrollo hipertrófico de osteofitos. Mientras que a medida que las capacidades de remodelación declinan en años posteriores, las lesiones son dominadas por cambios erosivos de la superficie articular (Jurmain, 1991).

Para mencionar otros ejemplo sobre el uso de la EAD como indicador de actividad ocupacional, puede citarse la investigación bibliográfica realizada por Bridges, P. (1991), quien menciona que en diversos reportes de casos realizados sobre restos óseos de cazadores recolectores comparados con restos óseos de comunidades agrícolas provenientes de yacimientos arqueológicos ubicados en Illinois (USA), se revela un incremento en la prevalencia de EAD de codo y rodilla en mujeres, indicando un aumento en actividades ligadas al procesamiento de alimentos como el maíz haciendo uso de morteros y metates. No obstante, menciona que en otros yacimientos de Norteamérica se ha observado una disminución en los niveles de EAD al momento de la introducción del modo de vida agrícola, mientras que otros muestran una disminución seguida de un

aumento significativo con la intensificación de este modo de vida. Para esta autora es posible que la falta de concordancia fuera resultado de las prácticas de subsistencia de los grupos agricultores, como por ejemplo el uso de metates de madera o de piedra, así como de variaciones en las muestras de grupos cazadores recolectores con diferentes proporciones de edad.

Una investigación desarrollada para evaluar la utilidad de la EAD como indicador de actividad ocupacional a partir de restos óseos fue realizada por Rojas-Sepulveda, C. M. & Doutour, O. (2014), donde se analizó la presencia de esta enfermedad y los cambios entesiales en seis colecciones óseas prehispánicas provenientes del noroeste de América del Sur (Colombia, Panamá, Perú) con el objetivo de aportar al debate sobre las relaciones entre la EAD y los cambios entesiales (CE), estos últimos entendidos como modificaciones producidas en los sitios de inserción y origen de los músculos y tendones. Aunque en esta investigación se observó una falta de correspondencia entre ambos marcadores de actividad, se interpretó como el resultado de niveles diferentes de actividad física y el tipo de carga soportado por los individuos estudiados. Según estos investigadores, las actividades más repetitivas que no implican el transporte de cargas pesadas podrían producir más EAD que cambios entesiales, pues en estas se carga de manera más significativa el sistema articular que el periarticular; mientras que las actividades intensas que incluyen cargas pesadas producirían hipertrofia muscular y sobrecarga de las entesis, esto como respuesta adaptativa a la sobrecarga del sistema musculoesquelético, lo cual actuaría como protección contra la EAD.

Otra investigación para evaluar los alcances y limitaciones del uso de los cambios degenerativos de la EAD como indicadores de estrés mecánico fue realizada por Jurmain, R. (1991) quien realizó dos tipos de análisis estadísticos sobre la EAD observada en 950 esqueletos provenientes de poblaciones blancas americanas, negras americanas, Esquimales de Alaska, Indios Pueblo e Indios de California. En el primer análisis se empleó el coeficiente de correlación entre el incremento de la edad con el puntaje de severidad de EAD observado, indicada como moderado o severo, en las articulaciones de hombro, cadera, rodilla y codo. El segundo análisis consistió en aplicar análisis multivariados sobre los principales

componentes de análisis establecidos en la base de datos de osteométricos postcraneales de Terry consisten en las modificaciones articulares comportamentalmente más sensitivos a las cargas tal como la formación de osteofitos, la porosidad y la eburnación. Los resultados obtenidos en el primer análisis mostraron que los cambios degenerativos en el codo y la rodilla fueron los menos correlacionados con el incremento de la edad. Por otro lado, los resultados obtenidos en el segundo análisis para la articulación de la rodilla indicaron que el estrés biomecánico soportado se relaciona al desarrollo de osteofitos marginales y no presentan una asociación fuerte con la edad, mientras que los cambios de la superficie articular consistentes en porosidad y eburnación se presentan con las menores cargas biomecánicas soportadas. Con base en estas conclusiones, se afirma que es razonable inferir que el estrés mecánico es el principal agente etiológico a considerar, aunque llama la atención sobre la necesidad de ser cautelosos en los intentos de correlacionar actividades específicas con los patrones de cambios degenerativos observados.

Una importante contribución a la investigación paleopatológica de la EAD es la realizada por Robin, J.B. (2008), quien analizó la frecuencia y prevalencia poblacional de la EAD de rodilla de la colección osteológica asociada al Proyecto del Oasis de Dakhleh, el cual consiste en una investigación interdisciplinaria cuyo foco primario consiste en entender la adaptabilidad humana en las condiciones de Desierto del Sahara en Egipto. La muestra tomada consistió en un total de 135 adultos, los cuales fueron analizados según el sexo y grupos de edad. Además, la EAD en la articulación de la rodilla fue analizada en cada compartimento articular por separado, a saber: el compartimento medial y lateral de cada fémur y tibia, además de la superficie rotuliana del fémur.

Entre los hallazgos más importantes de esta investigación, el autor las siguientes: En primer lugar, menciona que de todas las superficies articulares afectadas, la superficie rotuliana del fémur muestra la mayor prevalencia de la enfermedad, mientras que la menos afectada es el cóndilo medial de la tibia. Este hallazgo indica que la EAD comienza en el fémur y procede hacia la tibia. Este patrón también indica que en cuanto a uso articular hay menor efecto de la carga axial y más efecto derivado del uso de la rótula sobre el fémur durante la

extensión. En segundo lugar, se observó diferencias de sexo en cuanto a la edad de afección de dicha superficie, pues en las mujeres esta se observó en edades más tempranas en comparación a los hombres, lo cual parece indicar que tanto la edad como el sexo corresponden a factores etiológicos significativos. En tercer lugar, menciona que observó diferencias de sexo en cuanto a la edad de afección de la superficie patelar del fémur, pues en las mujeres esta se observó afectada en edades más tempranas, mientras que en los hombres se vio en edades más avanzadas. No obstante, advierte que los patrones observados no son lo suficientemente variables como para sugerir una división sexual del trabajo, pero si son indicativos de que la edad es el factor etiológico más significativo. En cuarto lugar, menciona la falta de osteoartritis del cóndilo medial, lo cual parece ser debido a factores biomecánicos relacionados al ángulo en valgo de los humanos. Dicho ángulo alivia la presión del cóndilo femoral medial del cóndilo medial de la tibia. Esto debe dejar la manifestación entesofítica mientras no afecte la integridad del complejo articular.

En cuanto a las investigaciones clínicas y epidemiológicas, Jurmain (1999) afirma que existe un número considerable de investigaciones que han buscado relacionar una variedad de actividades estresantes con el desarrollo de osteoartritis en contextos ocupacionales y deportivos. No obstante, advierte que dichas investigaciones no han permitido establecer un consenso con base en los resultados obtenidos. Las investigaciones clínicas más recientes que se han desarrollado para conocer el efectos de los factores que inciden en el surgimiento y progresión de la EAD, tales como las realizadas por Boyan, B. et al. (2013), Klußmann, A. et al. (2008), Martín, K. et al. (2013) y Vrezas, I. et al. (2010), se han realizado con base en poblaciones vivas de diferentes estratos socioeconómico, en las cuales se busca identificar el efecto de hábitos comportamentales así como de las condiciones particulares inherentes a la constitución fisiológica y estado general de salud de los individuos estudiados. No obstante, Jurmain (1999) afirma que inclusive los estudios clínicos más recientes continúan produciendo resultados mixtos, lo cuales enfatiza en la naturaleza compleja de la etiopatogénesis de la EAD.

Como puede observarse, a pesar de que la EAD constituye una

enfermedad cuya etiología es multifactorial, aun hoy en día en los estudios paleoepidemiológicos existen la tendencia a emplearla como un indicador de actividad ocupacional, circunstancias que plantean la necesidad de buscar formas de evaluar los alcances y limitaciones que presenta esta enfermedad como indicador de estrés ocupacional, para así desarrollar criterios que permitan una interpretación más precisa de esta enfermedad en restos óseos humanos.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Según afirma Jurmain (1999), existen dos limitaciones a considerar en la interpretación de la EAD como indicador de actividad. En primer lugar, menciona que la principal limitación en esta hipótesis radica en su falta de precisión, pues esta implica asumir que otros factores de estrés no afectan significativamente en el patrón de compromiso degenerativo de las articulaciones. De esta forma, es posible advertir una tendencia general entre los investigadores en asumir que la mayoría de los cambios degenerativos presentes en la EAD están relacionados al estrés articular derivado de actividades ocupacionales, llevando así a una simplificación de la patogénesis de la EAD, así como a una sobre estimación de los niveles de estrés físicos experimentados en diferentes actividades ocupacionales. En segundo lugar, una limitación de tipo metodológico radica en el hecho de que los estudios paleoepidemiológicos requieren de la recopilación de información necesariamente transversal, acercamiento que falla en considerar la capacidad de las articulaciones para repararse, debido a que el conocimiento de esta variable solo es posible de estudiar en investigaciones longitudinales sobre poblaciones vivas.

Estas circunstancias reflejan la necesidad de desarrollar criterios analíticos y metodológicos que permitan identificar la influencia de otros factores de estrés diferentes a la actividad ocupacional implicados en el desarrollo de la EAD, para así evaluar los alcances y las limitaciones del empleo de esta enfermedad en la construcción de patrones de actividad deducibles a partir del análisis de restos óseos humanos.

3.1 Preguntas de investigación

1. ¿Existe una relación estadísticamente significativa entre la prevalencia y patrones de distribución poblacional de la EAD de rodilla con la presencia de factores de estrés causantes de esta enfermedad tales como la realización de actividades ocupacionales,

el sexo, la edad y el padecimiento de traumas?

3.2 Objetivo general

Analizar los patrones de prevalencia poblacional de la Enfermedad Articular Degenerativa de rodilla observada en una muestra poblacional de restos óseos humanos extraída de la Colección Osteológica del Laboratorio de Antropología Osteológica y Forense del departamento de Antropología de la Universidad de Antioquia, con el objetivo de identificar patrones y criterios que permitan emplear las lesiones óseas de esta enfermedad como un indicador de actividad ocupacional en restos óseos humanos.

3.3 Objetivos específicos

1. Realizar un estudio de corte en una muestra de restos óseos humanos donde se determine el grado de severidad de EAD de rodilla presente en cada uno de los individuos que conforman la muestra.
2. Identificar la distribución poblacional de los grados de severidad de la EAD de rodilla según el tipo de actividad ocupacional, el sexo, la edad y el padecimiento de traumas antiguos en las estructuras óseas de la articulación de la rodilla.
3. Realizar análisis estadísticos que permitan evaluar si existen relaciones significativas entre la distribución poblacional de los distintos grados de severidad de EAD según el tipo de actividad ocupacional, el sexo y la edad y el padecimiento de traumas antiguos en las estructuras óseas de la articulación de la rodilla.

3.4 Hipótesis

En la presente investigación se plantearon dos hipótesis a contrastar. La primera hipótesis plantea que, si el estrés biomecánico articular generado por el desarrollo de actividades ocupacionales constituye el principal factor de estrés causante de la EAD de rodilla, en el análisis poblacional de una muestra ósea se espera observar un incremento en la severidad de la enfermedad entre aquellos individuos que realizaron dichas actividades, indicando que la presencia de EAD puede ser empleado como un indicador de actividad ocupacional.

La segunda hipótesis plantea que, si la presencia de otros factores de estrés diferentes al estrés biomecánico y que influyen en el desarrollo de la EAD, tales como las diferencias de sexo, el incremento en la edad y el padecimiento de traumas, generan un incremento en la severidad de la enfermedad, la presencia de EAD en restos óseos no puede ser interpretado como indicador específico de actividad ocupacional, sino como una respuesta al efecto generado por la interacción de diferentes factores de estrés.

3.5 Justificación

Siguiendo a Colimon, K. (1990), la descripción de un evento biológico y el estudio de su distribución, de acuerdo con las diferentes variables de persona, tiempo y lugar, dan bases para entender mejor la situación de dicho evento, ver en qué circunstancias disminuye o aumenta su frecuencia. Dicha distribución permite entonces relacionar el evento con ciertos factores que pueden ser responsables de su presencia o de su inhibición, no sólo en forma general, sino también en forma específica según variabilidad de persona, tiempo y lugar. De esta forma, desarrollar una investigación donde se analice la relación entre factores causantes de la osteoartritis de rodilla facilita el estudio de las etiologías responsables de la presentación y distribución del evento, esto con el fin de tomar medidas tendientes a su interpretación en restos óseos humanos como indicador de actividad ocupacional.

3.6 Alcances

Las implicaciones de esta investigación a nivel teórico consisten en aportar criterios para la interpretación de la EAD de rodilla, de sus grados de severidad y su distribución a nivel poblacional en relación a la variabilidad generada por la confluencia de factores de estrés. De esta forma se espera que este conocimiento permita desarrollar criterios útiles para evitar una sobreestimación de los niveles de actividad deducibles a partir de los análisis de los restos óseos recuperados en contextos arqueológicos y forenses. Respecto al componente arqueológico, se espera que este conocimiento aporte a las indagaciones sobre la paleoepidemiología de la EAD en restos óseos humanos antiguos al permitir una reconstrucción más precisa de las condiciones de salud y enfermedad experimentadas por las comunidades antiguas. Respecto al campo forense, las implicaciones sociales de esta investigación consisten en aportar criterios que permitan hacer un uso más preciso de la EAD como elemento individualizante en el proceso de identificación de restos óseos humanos no identificados.

4. CAPITULO TEÓRICO

Antes de abordar las principales características de las lesiones óseas y los factores etiológicos causantes de la EAD de rodilla, es necesario definir primero la paleoepidemiología, la cual constituye el campo disciplinario en el cual los antropólogos han empleado dicha enfermedad para la reconstrucción de patrones de actividad. Según define Civera (2006), la paleoepidemiología es el estudio de la distribución y prevalencia de las enfermedades presentes en comunidades antiguas a partir del análisis de lesiones esqueléticas, esto con el objetivo de reconstruir sus condiciones de salud y enfermedad. De esta forma, se busca encontrar relaciones entre las enfermedades con características demográficas tales como el sexo, la edad, además de factores socioeconómicos y ambientales. Dada la importancia de la estimación de la prevalencia de las enfermedades en los estudios paleoepidemiológicos, es necesario precisar una definición de este concepto. Según expone Colimon, K. (1990), la prevalencia consiste en una medida de la frecuencia de la cantidad de enfermos existentes en un determinado momento durante un cierto período, en un lugar establecido y en un grupo social dado. De esta forma, la proporción de prevalencia de una enfermedad consiste en obtener la relación de las personas que presentan una patología con respecto a una población general.

Entre los primeros estudios paleoepidemiológicos pueden citarse los realizados por Earnest Albert Hooton (1887-1954), quien aplicó un enfoque poblacional centrado en conocer las condiciones de vida y estado de salud mediante el empleo de estadísticas descriptivas tales como la prevalencia de procesos patológicos mediante cálculo de porcentajes. Posteriormente, con el desarrollo del enfoque del “estrés sistémico”, las investigaciones se orientaron hacia el estudio de las enfermedades y su relación con la mortalidad, la estructura por edades, el tamaño poblacional y la cultura de las comunidades antiguas. Bajo esto enfoque, el concepto de “estrés” se refiere a aquellas variables cuyas propiedades actúan sobre las poblaciones, generando costos o limitaciones adaptativas y reacción o respuesta en el organismo. De esta forma, las enfermedades son entendidas como el resultado de fuerzas interactivas a las que

el esqueleto responde de manera no específica (Civera, 2006).

Tal como afirman Goodman, A.H. Thomas R.B., Swedlund A.C. & Armelagos G.J. (1988) en la antropología biológica el concepto de estrés es central en la reconstrucción de la adaptación mediante métodos paleopatológicos. El concepto más prevalente de estrés en antropología biológica previo a la década de los 80 se enfocó en condiciones ambientales que ponen la tensión sobre el organismo. Posteriormente, se dio una reinterpretación de este concepto entendiéndose ahora como un cambio fisiológico, donde los cambios en la fisiología, el desarrollo y el estado de salud son vistos como un "estado del estrés". De esta forma el estrés, como fisiología ambiental, propone una condición perturbante y externa al organismo la cual es capaz de provocar una tensión fisiológica. No obstante, estos autores también afirman que una dificultad en esta teoría radica en que es difícil determinar el efecto interactivo de otros estresores, por lo cual se hace necesario examinar como la adaptación a un estresor puede traer beneficios o interferir con la adaptación a otros estresores. Con el fin de determinar las consecuencias de estas dinámicas adaptativas, se debe evaluar los efectos relativos a una serie de dominios adaptativos, entre los cuales se encuentran el estado de salud y el funcionamiento fisiológico.

Según afirma Klaus, HD. (2014) una parte básica de cualquier análisis poblacional en restos óseos humanos que involucra patrones de lesiones óseas requiere una evaluación matemática de la frecuencia de lesiones, con el objetivo de reconstruir o extrapolar patrones de estrés biológico. Para tal fin, se han empleado una herramienta básica proveniente de la epidemiología consistente en el cálculo de prevalencias. No obstante, este autor menciona que consideraciones de acercamiento epidemiológico sobre restos arqueológicos indican que pueden existir múltiples discordancias entre el número total de personas afectadas por una enfermedad y aquellos que desarrollan las lesiones, pues la tabulación simplista de frecuencias de lesiones óseas puede ser engañosa. Esto se debe a que factores tales como el potencial fenotípico individual sobre la sensibilidad a las enfermedades, la especificidad de la enfermedad, el potencial de la mortalidad selectiva, aspectos que afectan el patrón de las marcas de estrés. No obstante, Klaus plantea que un punto inicial para superar estas dificultades radica en

considerar la influencia de la distribución de la edad de muerte en la prevalencia de las enfermedades, esto con el objetivo generar mayor control sobre las discordancias y subsecuentes interpretaciones realizadas con base en la prevalencia de las lesiones óseas observadas.

4.1 Definición de la Enfermedad Articular Degenerativa (EAD) y sus características generales

La EAD, también denominada osteoartritis, se define como una enfermedad caracterizada por la pérdida de cartílago articular y las subsecuentes lesiones resultantes del contacto interóseo directo entre las articulaciones. (Aufderheide, A. & Rodríguez-Martín, C.1998). Ortner, D. (2003) menciona tres componentes morfológicos presentes en la afección ósea de esta enfermedad consistentes en la ruptura del cartílago articular y la subsecuente abrasión anormal o eburnación del hueso subcondral, la formación de hueso reactivo o esclerosis en el hueso subcondral, además del crecimiento de hueso en el margen de la articulación en forma de osteofitos y labiaciones. En cuanto a las observaciones clínicas de la EAD, esta se basa en la identificación de síntomas tales como el dolor en las articulaciones, además de la disminución del cartílago y el espacio articular, síntomas que conforman los signos primarios de EAD y por tanto no perceptibles en el hueso seco. Esto significa que solo los cambios óseos que se producen en esta enfermedad, relacionados con sus estados avanzados, son perceptibles en los restos óseos. Dadas estas circunstancias, diversos autores (Bridges, 1991; Woo, E. & Pak, S. 2012; Rojas-Sepulveda, C. M. & Doutour, O. (2014) han optado por el término "*enfermedad articular degenerativa*" para denominar los cambios perceptibles en el tejido óseo.

La EAD puede clasificarse según dos tipos de variantes, así como según la articulación involucrada. Por un lado, en el primer tipo de clasificación puede hablarse de una variante primaria, la cual tiende a ocurrir a edades avanzadas como resultado de múltiples factores, incluyendo la edad, el estrés biomecánico y el trauma; por otro lado, puede hablarse de una variante secundaria que se desarrolla a edades tempranas en articulaciones que son anormales debido a otras condiciones patológicas así como a problemas circulatorios o metabólicos.

En cuanto a la clasificación según el número de articulaciones involucradas, se denomina monoarticular cuando solo una articulación es afectada, pero si más de una articulación se encuentra involucrada pero el número es pequeño, la condición se cataloga como pauciarticular. No obstante, el tipo más común de osteoartritis es poliarticular, en la cual muchas articulaciones están involucradas (Ortner, 2003).

A nivel radiológico, la determinación de la severidad de la EAD se ha establecido mediante el sistema de clasificación desarrollado por Kellgren & Lawrence (1957), el cual consiste en la caracterización de cuatro grados de severidad basados en la manifestación de lesiones diagnósticas de esta condición:

- Grado 1: estrechamiento del espacio articular y posibles labiaciones osteofíticas.
- Grado 2: osteofitos definitivos y posible estrechamiento del espacio articular.
- Grado 3: múltiples osteofitos moderados, estrechamiento definitivo del espacio articular, esclerosis y eburnación leve de los extremos óseos.
- Grado 4: osteofitos grandes, marcado estrechamiento del espacio articular, esclerosis severa y eburnación definitivas de los extremos óseos.

Otro método para estimar el grado de severidad de la EAD en restos óseos es el empleado por Lovell, N. (1994), quien analizó y clasificó la EAD vertebral de 92 restos óseos provenientes del yacimiento de la Edad de bronce de Harappa, un centro urbano de la civilización del Valle del Indo. Dicha clasificación está basada en la identificación de las lesiones óseas diagnósticas de la enfermedad según el porcentaje de la superficie articular afectada, variables con las cuales establece tres grados de severidad de la EAD:

- Leve: labiaciones y osteofitos marginales en el 10% de la superficie articular.
- Moderada: labiaciones moderadas y osteofitos marginales en el 10% al 50% de la superficie articular.
- Severa: labiaciones y osteofitos, mas eburnación en el 50% o más de la superficie articular.

Según afirma Montero, B. (2006) se estima que los signos radiológicos de

EAD son raros antes de los 40 años y constituyen en promedio un 2 % de los casos, un 30 % entre 45 a 65 años y un 68 % en los casos en sujetos mayores de 65 años. También menciona que los estudios realizados en autopsias muestran que las alteraciones articulares típicas de la EAD pueden comenzar a desarrollarse desde la segunda década de la vida, alcanzando a afectar hasta un 90 % de las personas con más de 40 años.

4.1 Características generales de la articulación de la rodilla

El estudio de la EAD en la articulación de la rodilla presenta gran valor para entender el desarrollo de esta enfermedad debido a su complejidad y papel en la locomoción humana, pero antes de discutir los factores de estrés involucrados, es necesario describir las principales características anatómicas y funcionales de la rodilla. Esta articulación es la más grandes y compleja del cuerpo humano debido a sus implicaciones biomecánicas en la locomoción y soporte del peso corporal. Está compuesta de dos articulaciones condilares comprendidas por los cóndilos medial y lateral del fémur, los cuales conectan con los correspondientes cóndilos tibiales y sus meniscos cartilaginosos. Delante, está la articulación deslizante entre la superficie patelar del fémur y la rótula (Usman, N. & Nuhmani, S. 2013).

Además de los extremos óseos, la articulación de la rodilla también presenta otros tejidos que funcionan con mecanismos protectores de la articulación. La figura N° 1 muestra cada uno de los componentes de la articulación de la rodilla. El cartílago articular, un tejido conectivo que se encuentra en ambos extremos de los huesos que conforman la articulación, provee una superficie con baja fricción para el movimiento de los huesos, además de brindar una superficie que absorbe el impacto de las cargas aplicadas a la articulación. La cápsula articular y los ligamentos limitan el rango de movimiento articular excesivo. El fluido sinovial contenido en la cápsula articular provee una función lubricante al reducir la fricción entre las superficies del cartílago articular. Los ligamentos, junto con los tendones y la piel supra yacente, contienen nervios sensoriales mecanorreceptores que se activan a diferentes frecuencias a través del rango de movimiento de la articulación, proporcionando de esta forma un mecanismo de retroalimentación desde la médula espinal hacia los músculos y los tendones; como consecuencia, estos últimos pueden asumir la

tensión correcta en el movimiento articular para actuar como protectores de la articulación, anticipándose de esta forma a la carga articular. Los músculos y tendones también pueden considerarse protectores de la articulación debido a que estos, mediante su contracción, minimizan el estrés focal en la articulación y facilitan su distribución por toda la superficie articular. Como tal, es posible deducir que la falla en cualquiera de estos protectores articulares incrementa el riesgo de EAD (Felson. 2015).

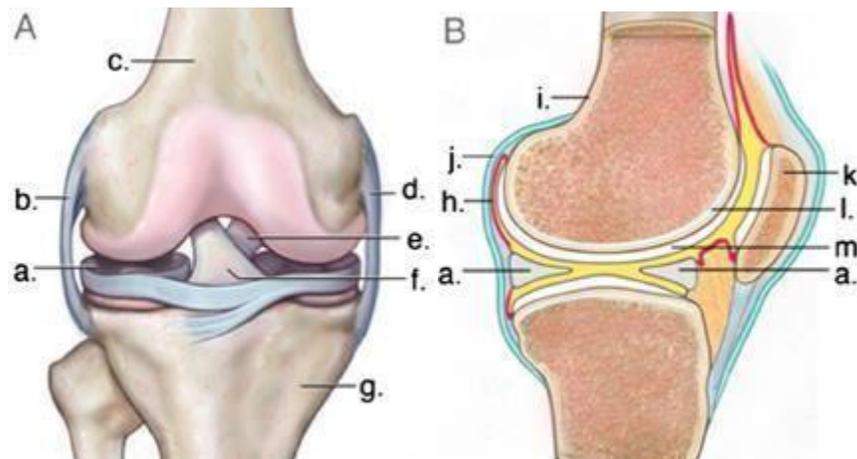


Figura N° 1. Vista anterior (A) y vista lateral (B) de la articulación de la rodilla mostrando los meniscos (a), ligamento colateral lateral (b), epífisis distal de fémur (c), ligamento colateral medial (d), ligamento cruzado posterior (e), ligamento cruzado anterior (f), epífisis proximal de tibia (g), periostio (i), cápsula articular (j), rótula (k), hueso subcondral (l), cartílago articular (m) (Boyan, B. et al. 2013)

Según afirma Ortner, D. (2003), en la rodilla los compartimentos tibio-femoral y rotulo-femoral son los sitios más afectados por la EAD, pues corresponden a los sitios de mayor estrés biomecánico de esta articulación. En una investigación realizada por Hayeri et al. (2010) para analizar la frecuencia y características morfológicas de la EAD en las mesetas tibiales, los investigadores concluyeron que la eburnación, vistas más frecuentemente en los compartimentos posteriores, ocurre por el deslizamiento hacia atrás de los cóndilos femorales durante la flexión de la rodilla, lo que llevaría a una mayor compresión y desgaste del cartílago tibial posterior; además, afirman que la frecuente formación de osteofitos en el cuadrante anterior de la meseta tibial es resultado de la osificación endocondral en respuesta al estrés anormal causado en regiones de la

articulación de la rodilla que todavía posee algo de cartílago articular.

Respecto a la correlación entre los síntomas clínicos de la enfermedad con los cambios radiológicos observados en la articulación de la rodilla, Peña, A. & Fernández, J. (2007) afirman que la gonalgia, o dolor en la rodilla, es más frecuente que los signos radiológicos por la alta frecuencia de lesiones que pueden generarse en los tejidos blandos adyacentes que causan el dolor. Estas mismas observaciones fueron realizadas previamente por Felson, D. et al. (1997) quienes realizaron una investigación en donde se buscó determinar cuáles características radiográficas de las articulaciones patelofemorales y tibiofemorales se correlacionan mejor con los síntomas clínicos de la EAD. Los resultados obtenidos demostraron que existe una alta correlación cuando se presentan al menos osteofitos en grado 2, o si hay una combinación de estrechamiento del espacio articular característico del grado 2 de severidad en asociación con esclerosis u osteofitos característicos del grado 1 de severidad; adicionalmente, mencionan que la presencia de osteofitos con grado 1 de severidad por si solos son frecuentemente asintomáticos para los síntomas clínicos de la EAD. Es importante tener presente esta correlación entre signos radiográficos y síntomas clínicos, pues es bien sabido que la principal fuente de disfuncionalidad está más relacionada al padecimiento de los síntomas clínicos, los cuales determinarían el grado de estrés y dolor tolerado así como los límites impuestos en el desarrollo de actividades ocupacionales.

4.1 Patogénesis de la Enfermedad Articular Degenerativa de rodilla y factores de estrés involucrados

Hoy en día se sabe que la EAD representa una enfermedad de etiología multifactorial, pues su patogénesis involucra una compleja interacción entre factores estresantes de tipo biomecánico, anatómico, fisiológico, bioquímico y genético que afectan las articulaciones (Ortner, D. 2003). Tal como expone Jurmaina, R. (1999), los factores etiológicos pueden ser subdivididos en factores biomecánicos, entre los cuales se incluyen las actividades ocupacionales y los traumas, y factores sistémicos, de los cuales la edad es el más importante. Otros factores sistémicos incluyen el sexo, la influencia metabólica de la remodelación

ósea, la obesidad y la herencia genética.

4.1.1 Factores de estrés biomecánico

Según afirma Jurmain (1999) en diversas investigaciones se ha comprobado que una articulación marcadamente alterada por factores biomecánicos puede iniciar EAD, tal como lo demuestra el desarrollo de cambios degenerativos subsecuentes a un trauma severo; no obstante, este autor también advierte que, en ausencia de un trauma severo demostrable, existe poco consenso entre los investigadores clínicos en relacionar el rol del estrés repetitivo derivado de alteraciones biomecánicas con el inicio de la EAD debido a que cierta cantidad de función mecánica es necesaria para mantener un funcionamiento articular saludable, especialmente en el cartílago articular.

Dado que los cambios más tempranos de la EAD normalmente ocurren en el cartílago articular, es necesario enfocarse en sus componentes, así como en las implicaciones biomecánicas y bioquímicas de su proceso de degeneración. Siguiendo a Nordin, M. & Frankel, V. H. (2004), el cartílago articular puede definirse como un tipo de tejido conjuntivo avascular constituido por dos elementos básicos. Por un lado, están las células llamadas condrocitos, los cuales conforman menos del 10% del tejido. Por otro lado, está la matriz extracelular, la cual está compuesta de una red de fibras de colágeno tipo II inmersas en una solución concentrada de un conjunto de glicoproteínas llamadas proteoglicanos. Este tipo de tejido se caracteriza por una limitada capacidad de reparación ante el sometimiento de cargas, las cuales consisten en acciones o fenómenos externos que afectan su estructura. De esta forma, si el cartílago se somete a un rango anormal de cargas que superen su resistencia y capacidad de reparación puede experimentar el colapso estructural mediante su desgaste.

Este proceso de desgaste puede ser causado por dos mecanismos: el desgaste interfacial, que resulta de la interacción de las superficies de carga, y el desgaste de fatiga que resulta de la deformación bajo carga. Este último tipo de desgaste es de particular importancia para comprender el papel de las actividades ocupacionales en el desarrollo de la EAD. El desgaste de fatiga resulta de la deformación repetida cíclicamente de la matriz extracelular y la acumulación de

daño microscópico bajo la aplicación de cargas repetitivas. Así, el colapso resultante de este desgaste puede ocurrir con la aplicación repetitiva de cargas altas durante un periodo corto o con repeticiones de cargas durante un periodo prolongado. Dado que las cargas impuestas sobre el cartílago articular son soportadas por las fibras colágenas y las moléculas de proteoglicanos, el movimiento del fluido sinovial a lo largo de la matriz en conjunto con el movimiento articular repetitivo y las cargas soportadas causan el movimiento constante del fluido sinovial, proceso que se conoce como exudación e imbibición. A su vez, estos procesos dan lugar a dos mecanismos por los que el daño por fatiga puede acumularse en el cartílago articular. En primer lugar, el fracaso tensil de la matriz compuesta por redes de fibras de colágeno y los cambios producidos en la población de proteoglicanos, derivan en menos puntos de interacción entre estos y así menor fuerza de la red estructural de la matriz cartilaginosa. En segundo lugar, la exudación e imbibición masiva y repetitiva del fluido sinovial puede causar dispersión de los proteoglicanos en la matriz extracelular causando una disminución en la rigidez y un incremento de la permeabilidad del tejido, estableciendo así un círculo vicioso de degeneración del cartílago (Nordin, M. & Frankel, V. H. 2004).

En cuanto a los componentes bioquímicos implícitos de la degradación del cartílago articular, Klaus H, Larsen C, & Mat, M. (2009) afirman que la ruptura del cartílago está separada en sucesivas fases que involucran alteraciones intrincadas que interfieren con el metabolismo normal de los condrocitos, promoviendo una pérdida de cartílago y una reparación alterada del mismo. Estas alteraciones metabólicas, consisten en un desbalance en los procesos sintéticos y catabólicos, son frecuentemente observadas en el cartílago de individuos con EAD y se caracterizan por favorecer una producción de enzimas que ataca la matriz extracelular del cartílago. Por tanto, el cartílago comienza a erosionarse y a romperse en fibras, permitiendo la liberación de fibras de colágeno en el espacio articular. Esta liberación produce una respuesta inflamatoria en la membrana sinovial, causando en los condrocitos una producción incrementada de enzimas proteolíticas que se dispersan por el cartílago. Debido a la inestabilidad biomecánica de la articulación generada por la disminución del cartílago, la

creciente carga experimentada por el hueso subcondral estimula los osteoblastos para formar un tejido óseo esclerótico en un intento por reparar la articulación y mantener la estabilidad, proceso que resulta en la forma de labiaciones y osteofitos en el margen de la articulación. Adicionalmente, el uso continuado de la articulación genera un constante roce entre los componentes óseos de la articulación en aquellas áreas donde el cartílago se ha degradado por completo, circunstancia que produce la eburnación del hueso subcondral en un patrón alineado con el movimiento articular.

Aunque la degeneración del cartílago articular parece conformar el primer elemento para el desarrollo de la EAD, los cambios del hueso subcondral actualmente son considerados otra importante causa de EAD más que una secuela del daño del cartílago. Creamer, Paul, Hochberg & Marc (1997) afirman que la integridad del cartílago depende de las propiedades mecánicas del hueso subcondral asociado, pues el endurecimiento de este, posterior al sometimiento de estrés y microfracturas repetitivas, resulta en un tejido óseo no óptimo para la absorción de golpes.

Respecto a las características histológicas del hueso esclerótico presente en la EAD, Henrotin, Y. Pesesse, L. & Sanchez, C. (2012) afirman que la esclerosis del hueso subcondral se caracteriza por un engrosamiento trabecular, un incremento en el volumen de matriz osteoide y una disminución de la unión del calcio a las fibras colágenas. Esta mineralización anormal es debida a la sobreproducción de la forma homotrimerica alfa del colágeno tipo I por osteoblastos que expresan un fenotipo pro-angiogénico y pro-inflamatorio. En una investigación realizada por Chiba y colaboradores en el año 2011, citada por Henrotin, Y. Pesesse, L. & Sanchez, C. (2012), se analizó la estructura del hueso trabecular de pacientes con EAD de rodilla, donde se comprobó que los cambios estructurales en el hueso subcondral debidos a la EAD estuvieron relacionados a la atrición del cartílago ubicado en la porción medial de la articulación. A medida que el cartílago decrecía, el volumen óseo y el grosor trabecular incrementaron. De esta forma se concluyó que estos cambios consistieron en una respuesta adaptativa a las cargas incrementadas en la articulación. En contraste, a medida que la porción medial de cartílago decrecía, en la porción lateral el volumen óseo,

el grosor y número trabecular además de la conectividad del hueso subcondral decrecía, lo cual fue atribuido a un cambio de cargas en la porción medial asociado con una carga disminuida en el compartimento lateral y posterior ocurriendo de osteoporosis regional. Según Henrotin y colaboradores, estas características soportan el concepto de que la adaptación ósea en la EAD puede ser mecano-regulada, donde el hueso subcondral y el cartílago articular forman una unidad mecánica responsable de la absorción de cargas mecánicas. Finalmente, a medida que la esclerosis ósea progresa se incrementa la posibilidad de causar degradación del cartílago.

Nordin, M. & Frankel, V. H. (2004) afirman que la alta incidencia en la degeneración articular en individuos con ciertas ocupaciones, tal como jugadores de fútbol, puede ser explicada por el incremento en la frecuencia y magnitud de las cargas elevadas soportadas por las articulaciones de estos individuos. Estas observaciones concuerdan con el estudio realizado por Vrezas, I. et al. (2010) donde se demostró una asociación estadística positiva entre el desarrollo de EAD y la práctica de deportes tales como balonmano, voleibol, basquetbol, cuando estas prácticas sobrepasaran las 2.100 horas, en el ciclismo cuando fue practicado por más de 7.000 horas y en el fútbol cuando fue practicado por más de 7.800 horas.

A pesar de esta aparente relación directa entre deportes y riesgo de desarrollar EAD, Hunter, D. & Eckstein, F. (2009), citan varios estudios (Vingard et al. 1993; Vingard et al. 1998; Lane et al. 1999; Cooper et al. 2000) que no encontraron una relación directa entre el desarrollo de ejercicios recreacionales y el desarrollo de EAD de la rodilla. No obstante, también mencionaban que el riesgo de EAD parece estar más relacionado a la intensidad en el nivel de participación y desempeño en los deportes practicados, por lo cual se plantea la necesidad de diferenciar entre deportistas de élite y deportistas recreacionales. En un estudio realizado por Roos et al. (1994), citado por Hunter, D. et al (2009) se examinó las radiografías de rodilla de 71 deportistas de élite, 215 deportistas recreacionales y 572 individuos que conformaron el grupo de control, todos con una edad media de 55 años. Los resultados de esta investigación mostraron que la prevalencia de EAD de rodilla fue del 15,5% en el primer grupo (élite), 4,2% en

el segundo grupo (recreacionales) y de 1,6% en el grupo de control. En cuanto a los tipos de deporte que implican un mayor riesgo para los deportistas de élite, Hunter, D. et al (2009) cita la investigación realizada por Kujala et al. (1994), donde se examinó las tasas de admisión hospitalaria de 200 ex-atletas de élite por un periodo de 21 años. Se dividió los grupos en deportes de equipo (football, hockey, basquetbol, atletismo) deportes de resistencia (corredores de larga distancia, esquí de fondo) y deportes de poder (boxeo, levantamiento de pesas y lanzamiento). En dicho estudio se observó que los tres grupos tuvieron una mayor incidencia de EAD, en donde los participantes de deportes en equipo y de poder presentaron esta condición en edades más tempranas, particularmente los jugadores de football y los levantadores de pesas, debido en parte a sus mayores índices de masa corporal y lesiones sufridas en la rodilla.

Hunter, D. et al (2009) también advierte sobre el error de enfocarse únicamente en el cartílago cuando se trata de estrés por actividad física, pues el efecto del ejercicio en las articulaciones se extiende más allá del cartílago, ya que también genera beneficios en los músculos que rodean la articulación al hacerlos más fuertes y resistentes a mayor estrés. Además, debido a que el cartílago articular es mecano-adaptativo, es decir, que la actividad de los condrocitos responde a estímulos mecánicos, la ausencia de cargas normales resulta en un adelgazamiento de este. Dada esta evidencia, Hunter y colaboradores (2009) afirman que el ejercicio recreacional, cuando no involucra estrés excesivo y microtrauma al cartílago, puede tener un efecto protector contra la EAD al facilitar la pérdida de peso, preservar el rango de movimiento articular y su desarrollo funcional.

En relación con el estrés mecánico generado por actividades ocupacionales, varios factores de riesgo tales como trabajar en postura de rodilla o cuclillas y levantar objetos pesados han sido relacionados al desarrollo y progresión de la EAD (Klußmann, A. et al. 2008). Además, Martín, K. et al. (2013) también mencionan como factor de riesgo el desarrollo de actividades que involucran el desarrollo de caminatas prolongadas que implica recorrer más de 2 millas por día. Al respecto, Hunter, D. et al. (2009), mencionan que la prevalencia de EAD de rodilla es de 5% a 20% en individuos que realizan trabajos físicamente

pesados con uso repetitivo de la rodilla, tal como sucede en carpinteros, instaladores de alfombras y especialmente en mineros. Según menciona McMillan, G. & Nichols, L. (2005) el trabajo como minero frecuentemente implica estar en espacios tan estrechos y bajos que se requiere trabajar arrodillado gran parte del día y desplazarse gateando. En dichas posiciones el cartílago articular es particularmente propenso a lesiones cuando se somete a rotación y abducción.

En un estudio realizado por Cooper, C. McAlindon, T. Coggon, D. Egger, P. & Dieppe, P. (1994) sobre 109 hombres y mujeres con síntomas clínicos y radiográficos de EAD se buscó evaluar la hipótesis de que las actividades ocupacionales específicas constituyen factores de riesgo para el desarrollo de EDA de rodilla. Según los resultados obtenidos, el riesgo fue significativamente elevado en sujetos cuyo trabajo implicaba más de 30 minutos sentado en cuclillas o arrodillado o ascendiendo más de 10 tramos de escaleras por día, riesgo que se incrementó en cinco veces si se añadía el tener que levantar más de 25kg al día. En cuanto a las labores específicas, los trabajos que más involucraron posición en cuclillas o arrodillado en mujeres incluyó la enseñanza, mientras que en los hombres incluyeron el trabajo en construcciones en acero, mantenimiento eléctrico, techado y otras labores de construcción. Otras labores específicas asociadas al desarrollo de la EDA son mencionadas por Jurmain (1999), quien menciona que, en las investigaciones realizadas por Vigard, Alfredsson, & Goldie et al., (1991) sobre 250.000 individuos suecos, se identificó una mayor prevalencia de EDA en hombres trabajadores de construcción, granjeros, bomberos y procesadores de alimentos, mientras que en la mujeres se identificó una mayor prevalencia en aquellas que trabajaban en limpieza del hogar (ama de casa).

Según afirma Franen, M. et al. (2011) las investigaciones realizadas sobre la epidemiología de la EAD donde se comparan comunidades rurales y urbanas contemporáneas han demostrado una asociación positiva entre actividades ocupacionales con el incremento en el riesgo de desarrollar EAD. Para evaluar esta observación, Franen y colaboradores realizaron una revisión de los estudios epidemiológicos en comunidades asiáticas en las cuales se emplearon exámenes radiográficos de EAD de cadera y rodilla. Según afirman estos investigadores, la mayoría de estudios sobre los factores de riesgo de EAD se ha realizado en

poblaciones caucásicas de altos ingresos donde la obesidad, la edad y el sexo constituyen factores de estrés preponderantes. Dadas estas circunstancias, recalcan la necesidad de tomar en cuenta las diferencias demográficas, ambientales y culturales que influyen en el desarrollo y progresión de la EAD. En dicha revisión los investigadores identificaron patrones similares en diferentes estudios poblacionales realizados en comunidades asiáticas urbanas y rurales, donde observaron una mayor incidencia de EAD de cadera y rodilla en comunidades rurales, las cuales se caracterizaron por contener individuos que desarrollan un mayor número de actividades físicas ocupacionales pesadas. Por ejemplo, en la comparación de la población urbana de Beijín con la población rural de Wucguan (China), los investigadores observaron que en esta última población tanto hombres como mujeres presentaron el doble de prevalencia de EAD. Es interesante anotar que de la población de Wuchuan examinada, el 91% reportaron ocupaciones que involucraron trabajos físicos pesados, mientras que en la población de Beijin solo el 35% de los individuos examinados reportaron ocupaciones con trabajo físico pesado.

Según afirman Martin, K. et al. (2013), en adición al estrés mecánico es importante considerar la influencia de la sobrecarga de la articulación a causa de la obesidad y su papel en el desarrollo de la EAD de rodilla, particularmente cuando dicha variable se suma al desarrollo de actividades físicas que involucran movimientos repetitivos y concentración de fuerzas en la articulación. Al respecto, Hunter, D. et al. (2009), citando a Messier et al. (2005), menciona que, durante el paso, el peso corporal es transferido a la rodilla con un apalancamiento substancial, haciendo que cada kilogramo adicional de masa corporal incremente la carga por compresión sobre la rodilla en aproximadamente 4 kg.

El efecto del sobrepeso y la obesidad en el desarrollo de EAD es de particular importancia en las sociedades contemporáneas dado su marcado incremento en las comunidades provenientes de distintos estratos socioeconómicos. Según Figueroa, D. (2009), abordar la obesidad en las sociedades contemporáneas no debe limitarse únicamente a aquellas que presentan condiciones económicas de abundancia y que permitan la obtención e ingesta excesiva de alimentos, sino que también debe tomarse en cuenta la

transición nutricional experimentada por los grupos socioeconómicos urbanos menos favorecidos. Dicha transición se caracteriza por el aumento del consumo de alimentos económicos caracterizados por un gran contenido de grasas y azúcares, así como un bajo contenido de fibras, carbohidratos y micronutrientes esenciales, además del bajo costo impuesto por las industrias alimentarias. Adicionalmente, los precios elevados de las frutas, vegetales y otros alimentos con alta calidad nutricional los hacen más inaccesibles para estos grupos menos favorecidos. Ligado a esta transición nutricional, Figueroa, D. (2009) también advierte la necesidad de tomar en cuenta algunos efectores derivados de las transiciones demográficas, particularmente el relacionado con el incremento de los estilos de vida sedentarios propios de los ambientes urbanos, las cuales se caracterizan por una marcada disminución del desarrollo de actividades físicas gracias a los avances tecnológicos y al cambio de los patrones de actividad ocupacionales y laborales. Dadas estas circunstancias, es de esperarse que el desarrollo de EAD ligado al aumento de la obesidad sea una condición prevalente en todos los sectores de las sociedades con una tendencia a aumentar en los sectores socioeconómicos menos favorecidos.

Otro factor biomecánico a considerar se refiere a la influencia de lesiones traumáticas. Anderson (1984), citado por Jurmain (1999) menciona dos niveles diferentes de traumas que pueden causar EAD. En primer lugar, se encuentra los episodios agudos y severos que involucran estrés biomecánico significativo, tales como los causados por accidentes de tráfico o por saltar de alturas mayores a 5 metros. En segundo lugar, se encuentran los traumas consistentes en la fatiga de larga duración de largo término, el cual está relacionado con la postura y la movilidad de la articulación en oposición al grado de movimiento.

Según Goldring, M. & Goldring, S. (2010) la ruptura de ligamentos en la rodilla puede causar engrosamiento de la trabécula subcondral y la formación de osteofitos durante los primeros años después de la herida sin que se observen cambios en el espacio articular. Además, en pacientes con EAD de rodilla que no está asociado con heridas traumáticas difiere en que el adelgazamiento de la placa cortical en estos individuos precede las alteraciones en el hueso subcondral. Respecto a estos procesos traumáticos, Hunter, D. et al. (2009) afirman que, al

considerar el rol del ejercicio en la EAD, es necesario prestar atención al sobrelapso potencial con heridas deportivas, pues las que suceden en la rodilla hacen a la articulación altamente vulnerable de presentar EAD en años subsecuentes. Estos investigadores afirman que las heridas de los meniscos son frecuentemente acompañadas de la degeneración del cartílago y del desarrollo de EDA debido al alto estrés focal impuesto en el cartílago articular y el hueso subcondral por la escisión de los meniscos. Adicionalmente, mencionan que la remoción quirúrgica de los meniscos posterior a una herida representa un factor de riesgo significativo para el desarrollo de signos radiográficos de EAD tibiofemoral.

Las heridas del ligamento cruzado anterior y los meniscos ocurren frecuentemente en atletas, aunque también es visto en la población general físicamente activa. Según mencionan Lohmander, L. Martin, P. Dahl, L. & Roos, E. (2007) la mayor incidencia de esta condición es vista en jugadores jóvenes participando de deportes que implican acción de pivote tal como el football, el basquetbol y balonmano; además, mencionan que las mujeres presentan de 3 a 5 veces mayor riesgo de presentar estas heridas que los hombres.

4.1.2 Factores sistémicos

Aparte del efecto generado por el sometimiento del cartílago al estrés mecánico, Ortner (2003) afirma que la edad y su relación con el desgaste del cartílago articular durante la vida es otro importante factor a considerar. Loeser, R. E. & Delbono, O. (2009) exponen detalladamente seis factores relacionados con la edad cuya interacción influye en el desgaste del cartílago articular. El primer factor se refiere a la fibrilación de la superficie del cartílago articular, la cual consiste en la contracción asincrónica y desordenada de las fibras colágenas que se hace más prevalente con la edad, particularmente en la articulación de la rodilla sobre el área tibiofemoral no cubierta por los meniscos.

El segundo factor se refiere a la disminución en la hidratación del cartílago, relacionada a cambios de los proteoglicanos de la matriz extracelular, los cuales están encargados de enlazar la mayoría del agua en el cartílago. Con las glicoproteínas se hacen más pequeñas y son estructuralmente alteradas como

resultado de modificaciones proteolíticas en los núcleos de esta proteína. Además, los glicosaminoglicanos sufren cambios en la longitud. El ácido hialurónico, al cual las moléculas de agreganos se enlazan para formar agreganos más grandes, también disminuye en tamaño con la edad.

El tercer factor se refiere al aumento del diámetro de las fibras de colágeno con la edad, aspecto que contribuye a los cambios en rigidez en estas. Un incremento en la rigidez de las fibras de colágeno puede contribuir al descenso en la deshidratación debido a que esta rigidez causa compresión de los proteoglicanos, los cuales empujan hacia afuera más agua desde la matriz, por tanto, las redes más rígidas son más propensas a fallas por fatiga. Con la edad hay una disminución en la fuerza tensil del cartílago, así como una disminución en la rigidez tensil. Como resultado, esta serie de cambios en la composición general de la matriz del cartílago resultan en un tejido que es menos capaz de soportar estrés mecánico.

El cuarto factor consiste en un incremento de la prevalencia de cristales de hidroxiapatita y la calcificación del cartílago con el avance de la edad, lo cual es una característica común en la EAD, particularmente en estados avanzados de la enfermedad. Un incremento en la formación de cristales puede ser causado por un incremento en la actividad de la transglutaminasa, una enzima involucrada en el proceso de biomineralización. También, los condrocitos de individuos mayores producen más pirofosfatasa inorgánica en relación a la estimulación del factor de crecimiento transformante beta ($TGF-\beta$), contribuyendo al incremento de los cristales.

El quinto factor se refiere a una serie de cambios que experimentan los condrocitos con el avance de la edad. En cuanto a su población, existe una declinación en el número de condrocitos presentes en el cartílago que se produce de forma diferencial según la articulación afectada y el avance de la edad. En el cartílago de la cabeza femoral se produce una caída de la densidad celular de un 30% entre los 30 y 100 años, mientras que en la articulación de la rodilla hay una pérdida en un rango de 1%-2%. Adicionalmente, estos condrocitos reducidos en número presentan cambios en su capacidad proliferativa y sintética como resultado de la declinación en la señalización celular que responde a la presencia

de factores de crecimiento.

El sexto factor se refiere a los efectos del estrés oxidativo, el cual ocurre cuando hay un desequilibrio en las células debido a un aumento en las especies reactivas de oxígeno, las cuales consisten en iones de oxígeno, radicales libres y peróxidos tanto inorgánicos como orgánicos. Estas especies se forman de manera natural como subproducto del metabolismo normal del oxígeno y tienen un importante papel en la señalización celular. Sin embargo, tanto con el aumento de la edad como en periodos de estrés, sus niveles pueden aumentar en gran medida, lo cual puede resultar en daños significativos a las estructuras celulares. Específicamente, el incremento de las especies reactivas de oxígeno en los condrocitos altera sus caminos de señalización normal, de forma que el señalamiento catabólico o destructivo es favorecido sobre el anabólico o formativo. Este incremento de especies reactivas de oxígeno en las células es resultado de una reducción en los niveles de enzimas antioxidantes que se presentan con el envejecimiento.

Un factor etiológico adicional relacionado con la edad es mencionado por Kent, C. & Hwang, Y. (2014) consistente en el efecto de la sarcopenia, la cual se entiende como la pérdida degenerativa de masa y fuerza muscular. Esta condición puede causar una disminución de la habilidad de los músculos que soportan las articulaciones para absorber las fuerzas internas transmitidas al cartílago y el hueso subcondral. Es importante mencionar que la sarcopenia normalmente está acompañada de un enlentecimiento de los nervios sensores, lo cual trae un retardo en el mecanismo de retroalimentación de los mecanorreceptores musculares y tendones relacionados con su tensión y posición. Según mencionan Peña, A. & Fernández, J. (2007) la debilidad del cuádriceps secundaria a la atrofia muscular ocasionada por falta de su uso se ha asociado a un mayor riesgo de desarrollar EDA de rodilla.

A pesar de las circunstancias mencionadas en la degeneración del cartílago, Loeser, R. & Delbono, O. (2009) nos advierten que la patobiología de la EAD es más complicada que el simple desgaste por uso repetitivo o envejecimiento. Los condrocitos metabólicamente activos por sí mismos son responsables de la destrucción del cartílago articular bajo la influencia tanto de

fuerzas biomecánicas como por los procesos dinámicos en la regeneración, reparo y remodelado del cartílago. Los condrocitos están constantemente produciendo cantidades incrementadas de proteínas de la matriz, pero durante la EAD además de intentar reparar el daño de la matriz, también están produciendo cantidades incrementadas de enzimas degenerativas que abruma la respuesta de reparación. Estas enzimas se conocen como metaloproteinazas de la matriz extracelular las cuales están encargadas de llevar a cabo la actividad proteolítica que causa la degradación de la matriz extracelular. Dicha actividad reduce la matriz a fragmentos de ácido hialurónico, de fibras de colágeno y de fibronectina, los cuales actúan estimulando las células para realizar más destrucción de la matriz.

El segundo factor de estrés sistémico más importante en el desarrollo de la EAD consiste en el sexo, específicamente en relación a las mujeres menopáusicas. Al respecto, Peña, A. & Fernández, J. (2007) mencionan que la prevalencia de EAD es similar en ambos sexos hasta máximo los 50 años, edad a partir de la cual se hace más prevalente en las mujeres, las cuales inclusive muestran un mayor riesgo de desarrollar signos radiológicos de EAD. Según menciona Boyan, B. et al. (2013), este fenómeno se ha relacionado con las diferencias sexuales en la modulación hormonal de los tejidos que componen la rodilla, pues esta modulación no solo se hace presente durante el periodo de desarrollo sino también durante todo el ciclo vital de los individuos. No obstante, este autor advierte que los niveles sistémicos de estrógeno por si solos no pueden explicar las diferencias de sexo observadas, dado que en estudios recientes se ha observado que las variaciones específicas de sexo en la respuesta de los condrocitos a las hormonas sexuales son resultado de las diferencias en el número de receptores, así como a sus mecanismos de acción hormonal. Además, menciona que, aunque la reducción en el estrógeno está acompañada por cambios en los niveles relativos de otras hormonas, la forma en que esto impacta la fisiología de la rodilla no es bien sabido.

Existen más factores sistémicos que inciden en el desarrollo de EAD, pero su conocimiento a partir de restos óseos es imposible a menos que se cuenten con información antermortem que permita inferir su presencia. Según menciona

Cianflocco, A.J. (2011) la EAD es altamente prevalente en pacientes con factores de riesgo asociados con el padecimiento de síntomas relacionados con el síndrome metabólico. Específicamente, se refiere a síntomas tales como la obesidad abdominal, los altos niveles de triglicéridos y la hipertensión. Al respecto Maddah, S. & Mahdizadeh, J. (2015) mencionan la posibilidad de que exista una relación entre el padecimiento de estos componentes del síndrome metabólico y el desarrollo de EAD. Aunque la asociación patofisiológica entre la obesidad y otras condiciones metabólicas con la EAD es un tema debatido, los investigadores afirman que se ha sugerido la existencia de una asociación lineal entre la EAD y el grado de arterioesclerosis, la cual es causada por componentes del síndrome tales como la hipertensión y los altos niveles de triglicéridos, pues se plantean la posibilidad de que la aparición de eventos aterogénicos que dañan el lecho vascular inducen cambios anormales en la microvasculatura del hueso subcondral, lo cual explicaría la asociación entre el síndrome metabólico y el desarrollo de EAD.

Estas observaciones sobre los síndromes metabólicos parecen ser consistentes con las consideraciones planteadas por Aaron, R. & Racine, J (2013), quienes afirman que en la remodelación estructural del hueso subcondral y sus características vasculares tiene efecto en la expresión de las citoquinas producidas por los osteoblastos del hueso subcondral, producción que se ha asociado a la patogénesis de la EAD. Según estos investigadores, la hipertensión intraósea, la estasis venosa y la obstrucción del flujo vascular están asociados a dolor óseo y producen reducciones fisiológicas relevantes en el transporte de oxígeno y nutrientes a las células, lo cual conducen a un entorno hipóxico, el cual consistente en la disminución de la presión, el flujo sanguíneo y el oxígeno reducido. Este entorno hipóxico puede constituir un mecanismo de señalización para los osteoblastos, resultando en alteraciones de la expresión de las citoquinas producidas, las cuales constituyen proteínas cuya acción fundamental consiste en la regulación del mecanismo de la inflamación. Estas alteraciones en las citoquinas han sido encontradas en osteoblastos que derivan del hueso subcondral con EAD, las cuales parecen tomar un rol mayor en la señalización asociada con la degeneración del cartílago.

En cuanto a la incidencia poblacional del síndrome metabólico, Wachter-Rodarte, N. (2009) mencionan que el principal componente detonante de esta es la obesidad, particularmente en relación al depósito de grasa intra-abdominal y su asociación al incremento de la edad, pues con su incremento también aumenta la cantidad y cambia el patrón de depósito de la grasa. Dadas estas circunstancias, al considerar la distribución poblacional de este síndrome, es importante atender a los factores de riesgo para cada grupo socioeconómico según plantea Figueroa, D. (2009).

En cuanto al efecto de la herencia genética en la susceptibilidad al desarrollo de EAD, Fernández-Moreno, M. Rego, I. Blanco, F. (2007) exponen algunos de los principales genes cuyas mutaciones se han relacionado con el desarrollo de condiciones que favorecen el inicio y progresión de esta enfermedad. En primer lugar, mencionan las mutaciones en genes que codifican el colágeno tipo II, tales como el COL9A2, COL11A1, COL11A221-23 o COMP y el COL2A1, este último asociado a osteocondrodisplasias. En segundo lugar, mencionan alteraciones en el gen receptor de estrógeno Alfa, mediador en la vía de traducción de señales en diferentes células, incluyendo los condrocitos, cuyas alteraciones pueden afectar la estructura y función de las proteínas de la matriz extracelular del cartílago. En tercer lugar, menciona otras mutaciones en el gen Frizzled Related Protein (FRZB), involucrado en la regulación negativa de la vía de señalización de proteínas receptor Wnt, cuya inhibición es necesaria para mantener la unión entre el cartílago y el hueso. En cuarto lugar, se mencionan otros genes que codifican proteínas estructurales relacionadas con la pérdida de cartílago tales como el gen de la metaloproteasa ADAM12 y el gen de la calmodulina (CALM1).

Adicionalmente, Fernández-Moreno, M. et al. (2007) también mencionan que diversos estudios epidemiológicos apuntan a una heredabilidad de la EAD de rodilla de hasta el 40%. Tal asociación se observó en el estudio realizado por Spector, T. Flavia, C. Baker, J. Loughlin, J. & Hart, D. (1996), quienes compararon la EAD de manos y rodilla observada en 130 gemelos homocigotos y 120 gemelos heterocigotos de sexo femenino con una edad de 48 a 70 años. Este estudio mostró que entre el 39-65% de la variación de EAD observada puede ser atribuida

a factores genéticos. No obstante, estos investigadores advierten que la influencia genética no significa que la EAD no sea inevitable, pues probablemente sea más importante la interacción entre genes y ambiente, tales como los cambios en el estilo de vida, en gente predispuesta a la enfermedad a presentar un efecto más fuerte.

Como se puede observar, en el desarrollo y progresión de la EAD no solo es importante tener en cuenta el nivel de actividad experimentado por un individuo o una comunidad, pues en su incidencia existe una compleja interacción entre factores de orden anatómico, fisiológico, bioquímico y biomecánico que influyen de manera significativa en la severidad de las lesiones óseas. Dadas estas circunstancias, se concluye que los análisis paleoepidemiológicos sobre EAD deben incluir una consideración sobre la influencia e interacción de los diferentes factores de estrés que influyen en el desarrollo, severidad y prevalencia de esta enfermedad.

5. METODOLOGÍA

5.1 Diseño estadístico de la investigación

Se realizó un estudio de corte empleando un diseño de investigación transaccional de alcance correlacional. Las variables independientes corresponden a los factores de estrés relacionados con la EAD de rodilla tal como el sexo, la edad, el tipo de actividad ocupacional y el padecimiento de traumas en la articulación de la rodilla. La variable dependiente corresponde al grado de severidad de las lesiones óseas diagnósticas de EAD. Con la información maestra obtenida se desarrollaron tablas de contingencia, donde las filas corresponden a las variables independientes (tratamientos) y las columnas corresponden las variables dependientes (respuesta). Posteriormente, se aplicaron análisis de chi cuadrado (χ^2) empleando un nivel de confianza del 0.95%, empleando la fórmula descrita en la figura N° 2:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

Σ = Sumatoria
O= Frecuencia observada en cada celda
E= Frecuencia esperada en cada celda

Figura N° 2. Fórmula aplicada para el análisis de chi cuadrado (Sampieri, R. Fernández, C. Baptista, P. (2010).

Estos análisis se realizaron para cada una de las variables independientes mediante los siguientes juegos de hipótesis:

1) Actividad ocupacional

- Hipótesis nula (Ho): El desarrollo de actividades que generan estrés biomecánico en la articulación de la rodilla no influye en el incremento de la severidad de las lesiones óseas diagnósticas de EAD de rodilla.

$$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$$

- Hipótesis alternativa (Ha): El desarrollo de actividades que generan estrés biomecánico en la articulación de la rodilla influyen en el incremento de la severidad de las lesiones óseas diagnósticas de

EDA de rodilla.

$$H_a: \mu_1 > \mu_2$$

2) Sexo

- Hipótesis nula (H_0): Las diferencias de sexo no ejercen un efecto en el incremento de la severidad de las lesiones óseas diagnósticas de EAD de rodilla

$$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$$

- Hipótesis alternativa (H_a): Las diferencias de sexo ejercen un efecto en el incremento de la severidad de las lesiones óseas diagnósticas de EAD de rodilla

$$H_a: \mu_1 > \mu_2$$

3) Edad:

- Hipótesis nula (H_0): El incremento en la edad no ejercen un efecto en el incremento de la severidad de las lesiones óseas diagnósticas de EAD de rodilla.

$$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$$

- Hipótesis alternativa (H_a): El incremento en la edad ejercen un efecto en el incremento de la severidad de las lesiones óseas diagnósticas de EAD de rodilla

$$H_a: \mu_1 > \mu_2$$

4) Traumas:

- Hipótesis nula (H_0): El padecimiento de traumas en las superficies articulares de la rodilla no ejercen un efecto en el incremento de la severidad de las lesiones óseas diagnósticas de EAD de rodilla

$$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$$

- Hipótesis alternativa (H_a): El padecimiento de traumas en las superficies articulares de la rodilla ejercen un efecto en el incremento

de la severidad de las lesiones óseas diagnósticas de EAD de rodilla

$H_a: \mu_1 > \mu_2$

5.2 Conformación de la muestra

Los individuos esqueletizados que conforman la Colección Osteológica del Laboratorio de Antropología Osteológica y Forense del departamento de Antropología de la Universidad de Antioquia provienen de la población contemporánea del departamento de Antioquia inhumada en el Cementerio Universal y el Cementerio San Pedro de la ciudad de Medellín (Antioquia), los cuales cuentan con datos ante mortem tales como el sexo y la edad. Adicionalmente, algunos de estos cuentan con información sobre las actividades ocupacionales desarrolladas en vida. Dicha colección cuenta con una gama amplia de edades que cubren todo el ciclo vital, desde perinatales hasta adultos mayores. Los datos obtenidos de cada individuo fueron consignados en una base de datos realizada en Microsoft Excel para Windows con licencia de la Universidad de Antioquia (Isaza, J. & Monsalve, T. 2011).

Del total de individuos en la colección se procedió a la selección de una muestra conformada por 152 individuos esqueletizados mayores de 18 años de ambos sexos, cuyo registro de actividades ocupacionales en la base de datos de la colección permitió realizar una clasificación entre aquellos que realizaron actividades que constituyen un factor de estrés para el desarrollo de EAD de rodilla y aquellos que no realizaron dicho tipo de actividades. La muestra seleccionada se dividió en tres grupos de edad conformados por jóvenes adultos (18-35 años), adultos de mediana edad (36-50 años) y adultos mayores (51 y más) según el método planteado por Nikita, Mattingly, & Mirazón, (2013). Adicionalmente se aplicaron criterios para la selección de la muestra:

- Criterios de inclusión: Piezas óseas con lesiones óseas diagnósticas de EAD en las superficies articulares de rodilla
- Criterios de exclusión: Piezas óseas cuyas superficies articulares de rodilla presenten pérdida de tejido por daño tafonómico y aquellas que muestren lesiones indicativas de condiciones patológicas diferentes a la EAD.

5.3 Materiales y equipos

- Compas de ramas rectas marca Mitutoyo.
- Paquete estadístico SPSS V. 24 de IBM para Windows.

5.4 Recolección de datos

Los datos a tomar de cada individuo se registraron en una base de datos construida con el programa IBM SPSS Statistics, en la cual se registró la siguiente información en cinco filas: 1) código del individuos, 2) grupo de edad, 3) presencia o ausencia de traumas, 4) tipo de actividad y 5) grado de severidad de EAD de rodilla.

El registro y del sexo y la edad se realizó según la información contenida en la base de datos de la colección osteológica de la siguiente manera:

- Sexo: Masculino (1) Femenino (2)
- Edad: Adultos jóvenes (1); Adultos de mediana edad (2); Adultos mayores (3).

Para el registro y operacionalizar la variable de los procesos traumáticos de la articulación de la rodilla, se procedió a registrar los individuos que presentan EAD en conjunto con lesiones traumáticas *antemortem* en las estructuras óseas de la articulación de la rodilla. El registro en la base de datos se realizó de la siguiente forma:

- Ausencia de traumas (0)
- Presencia de traumas con evidencia de curación (1)

Para la recolección y operacionalización de las actividades ocupacionales, se procedió a identificar los tipos de actividades registradas y clasificarlas según si estas representan o no un factor de estrés para el desarrollo de EAD de rodilla. Para la selección de las actividades que constituyen factor de estrés, se seleccionaron aquellas que, según la literatura clínica y epidemiológica, se han relacionado al desarrollo de EAD de rodilla. De esta forma se desarrollaron los siguientes criterios de clasificación y registro en la base de datos:

- Actividades que no implican un factor de estrés (0)
- Actividades factor de estrés (1)
 - 1) Actividades que implican postura de rodilla y postura en cuclillas

- (Klußmann, A. et al. 2008).
- 2) Actividades que implican el levantamiento de objetos pesados (Klußmann, A. et al. 2008).
 - 3) Actividades que implican caminatas prolongadas (Martín, K. et al. 2013)
 - 4) Labores de construcción (Cooper. et al. 1994; Hunter. et al. 2009).
 - 5) Labores agrícolas (Franen et al. 2011; Jurmain, 1999).
 - 6) Labores doméstica relacionadas a la limpieza del hogar (Franen, M. et al. 2011).
 - 7) Prácticas deportivas: balonmano, voleibol, basquetbol, fútbol, ciclismo (Vrezas. et al 2010).

Para operacionalizar la variable dependiente comprendida por las lesiones óseas diagnósticas de EAD, se procederá a diagnosticar y clasificar los grados de severidad de EAD según el método propuesto por Lovell (1994), la cual está basada en la identificación de las lesiones óseas diagnosticas según el porcentaje de la superficie articular afectada:

- Sin EAD (0)
- Leve (1): labiaciones y osteofitos marginales en el 10% de la superficie articular.
- Moderada (2): labiaciones y osteofitos marginales en el 10-50% de la superficie articular.
- Severa (3): considerables labiaciones, osteofitos y eburnación en el 50% o más de la superficie articular.

4.1 Técnicas antropológicas

Para el diagnóstico del grado de severidad de EAD de rodilla en cada uno de los individuos observados, se procedió a estimar el porcentaje de las superficies articular afectada de las mesetas tibiales, los cóndilos femorales y de la rótula mediante su división en sus planos medial y sagital. De esta forma, en cada superficie articular se identificaron los cuadrantes anteromedial (AM), anterolateral (AL), posteromedial (PM) y posterolateral (PL), de los cuales cada uno

representan un 25% de cada superficie articular, tal como se ilustra en la figura N° 3. El grado de severidad registrado para cada individuo correspondió a la superficie articular que presentó el mayor grado de severidad observado.

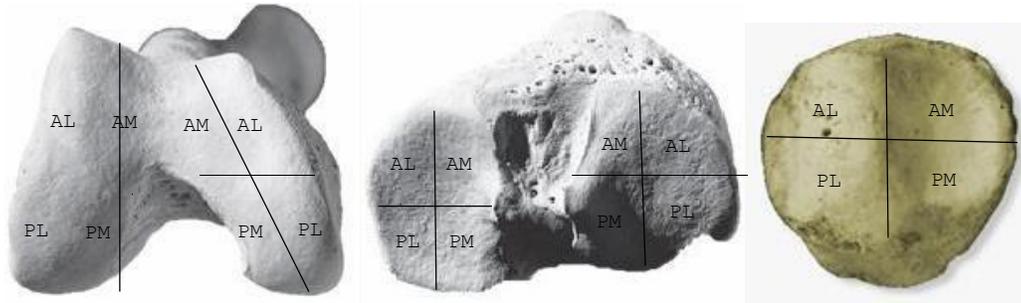


Figura N° 3. Superficies articulares de fémur, tibia y rotula derecha, divididas cada una en cuadrantes anteromedial (AM), anterolateral (AL), posteromedial (PM) y posterolateral (PL) (White, 2012)

4. RESULTADOS

En la Tabla N° 1 se resumen las principales características demográficas de la muestra poblacional seleccionada, mientras que en las tablas N° 2 y N° 3 se puede observar la composición demográfica de la muestra según el tipo de actividad ocupacional, según el sexo y la edad respectivamente. Tal como puede observarse, la presente muestra se caracteriza por presentar un mayor número de individuos masculinos y de adultos mayores. Adicionalmente, es posible observar una marcada distribución sexual del trabajo, puesto que las labores relacionadas con limpieza doméstica fueron realizadas en su mayoría por individuos de sexo femenino, mientras que, en labores relacionadas con la construcción, las labores agrícolas, las actividades que implicaron caminatas prolongadas y el levantamiento de objetos pesados fueron realizadas por individuos de sexo masculino. Estas características demográficas de la presente muestra son resultado de un proceso de selectividad inherente a su composición, debido a que esta presenta un mayor número de hombres adultos mayores. Esto quiere decir que la muestra seleccionada no presenta una distribución normal en cuanto el sexo y la edad, lo cual justifica la pertinencia del uso de análisis estadísticos no paramétricos.

		ADULTO JOVEN	ADULTO MEDIO	ADULTO MAYOR	Total	
SEXO	MASCULINO	Recuento	27	31	54	112
		% dentro de SEXO	24,1%	27,7%	48,2%	100,0%
		% dentro de EDAD	90,0%	83,8%	63,5%	73,7%
	FEMENINO	Recuento	3	6	31	40
		% dentro de SEXO	7,5%	15,0%	77,5%	100,0%
		% dentro de EDAD	10,0%	16,2%	36,5%	26,3%
Total	Recuento	30	37	85	152	
	% dentro de SEXO	19,7%	24,3%	55,9%	100,0%	
	% dentro de EDAD	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

Tabla N° 1. Composición demográfica de la muestra por sexo y edad (Fuente: Autoría propia)

ACTIVIDAD	NO RIESGO		MASCULINO	FEMENINO	Total
			Recuento	56	8
	% dentro de ACTIVIDAD		87,5%	12,5%	100,0%
	% dentro de SEXO		50,0%	20,0%	42,1%
	POSTURA DE RORILLAS Y CUCLILLAS	Recuento	3	1	4
	% dentro de ACTIVIDAD		75,0%	25,0%	100,0%
	% dentro de SEXO		2,7%	2,5%	2,6%
	LEVANTAMIENTO DE OBJETOS PESADOS	Recuento	7	0	7
	% dentro de ACTIVIDAD		100,0%	0,0%	100,0%
	% dentro de SEXO		6,3%	0,0%	4,6%
	CAMINATAS PROLONGADAS	Recuento	13	0	13
	% dentro de ACTIVIDAD		100,0%	0,0%	100,0%
	% dentro de SEXO		11,6%	0,0%	8,6%
	CONSTRUCCIÓN	Recuento	25	0	25
	% dentro de ACTIVIDAD		100,0%	0,0%	100,0%
	% dentro de SEXO		22,3%	0,0%	16,4%
	AGRICULTURA	Recuento	7	0	7
	% dentro de ACTIVIDAD		100,0%	0,0%	100,0%
	% dentro de SEXO		6,3%	0,0%	4,6%
	LABORES DOMESTICAS	Recuento	1	31	32
	% dentro de ACTIVIDAD		3,1%	96,9%	100,0%
	% dentro de SEXO		0,9%	77,5%	21,1%
Total		Recuento	112	40	152
	% dentro de ACTIVIDAD		73,7%	26,3%	100,0%
	% dentro de SEXO		100,0%	100,0%	100,0%

Tabla N° 2. Composición por sexo en cada tipo de actividad ocupacional (Fuente: Autoría propia)

ACTIVIDAD	NO RIESGO		ADULTO JOVEN	ADULTO MEDIO	ADULTO MAYOR	Total
			Recuento	17	18	29
	% dentro de ACTIVIDAD		26,6%	28,1%	45,3%	100,0%
	% dentro de EDAD		56,7%	48,6%	34,1%	42,1%
	POSTURA DE RORILLAS Y CUCLILLAS	Recuento	0	2	2	4
	% dentro de ACTIVIDAD		0,0%	50,0%	50,0%	100,0%
	% dentro de EDAD		0,0%	5,4%	2,4%	2,6%
	LEVANTAMIENTO DE OBJETOS PESADOS	Recuento	1	4	2	7
	% dentro de ACTIVIDAD		14,3%	57,1%	28,6%	100,0%
	% dentro de EDAD		3,3%	10,8%	2,4%	4,6%
	CAMINATAS PROLONGADAS	Recuento	4	1	8	13
	% dentro de ACTIVIDAD		30,8%	7,7%	61,5%	100,0%
	% dentro de EDAD		13,3%	2,7%	9,4%	8,6%
	CONSTRUCCIÓN	Recuento	5	8	12	25
	% dentro de ACTIVIDAD		20,0%	32,0%	48,0%	100,0%
	% dentro de EDAD		16,7%	21,6%	14,1%	16,4%
	AGRICULTURA	Recuento	0	1	6	7
	% dentro de ACTIVIDAD		0,0%	14,3%	85,7%	100,0%
	% dentro de EDAD		0,0%	2,7%	7,1%	4,6%
	LABORES DOMESTICAS	Recuento	3	3	26	32
	% dentro de ACTIVIDAD		9,4%	9,4%	81,3%	100,0%
	% dentro de EDAD		10,0%	8,1%	30,6%	21,1%
Total		Recuento	30	37	85	152
	% dentro de ACTIVIDAD		19,7%	24,3%	55,9%	100,0%
	% dentro de EDAD		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabla N° 3. Composición por edad en cada tipo de actividad ocupacional (Fuente: Autoría propia)

4.1 Actividad ocupacional

Entre estos 152 individuos que conforman la muestra, el 42,1% no realizaron actividades factor de estrés, mientras que el 57,9% realizaron actividades factor de estrés. La figura N° 4 muestra la proporción de prevalencia de los grados de severidad de EAD según el tipo de actividad ocupacional. Como puede observarse, entre los individuos que realizaron actividades que constituyen un factor de estrés, el 24,3% presentaron lesiones óseas diagnósticas de EAD, mientras que entre los individuos que no realizaron actividades factor de estrés, el 23,6% presentaron lesiones óseas diagnósticas de EAD. Con base en estas frecuencias obtenidas es posible realizar algunas observaciones. Por un lado, entre los individuos que realizaron labores domésticas

y labores agrícolas, a medida que la enfermedad se hizo más severa, su prevalencia fue más frecuente. Por otro lado, entre los individuos que realizaron labores de construcción y los que realizaron actividades con posturas de rodilla y cuclillas, a medida que la enfermedad se hace más severa, esta es menos frecuente. En el caso de los individuos que realizaron caminatas prolongadas, las manifestaciones moderadas de la enfermedad fueron las más frecuentes, mientras que las manifestaciones leves y severas presentaron una frecuencia similar. En cuanto a los individuos que realizaron actividades que implicaron el levantamiento de objetos pesados, se observó que la EAD leve y severa presentó igual prevalencia.

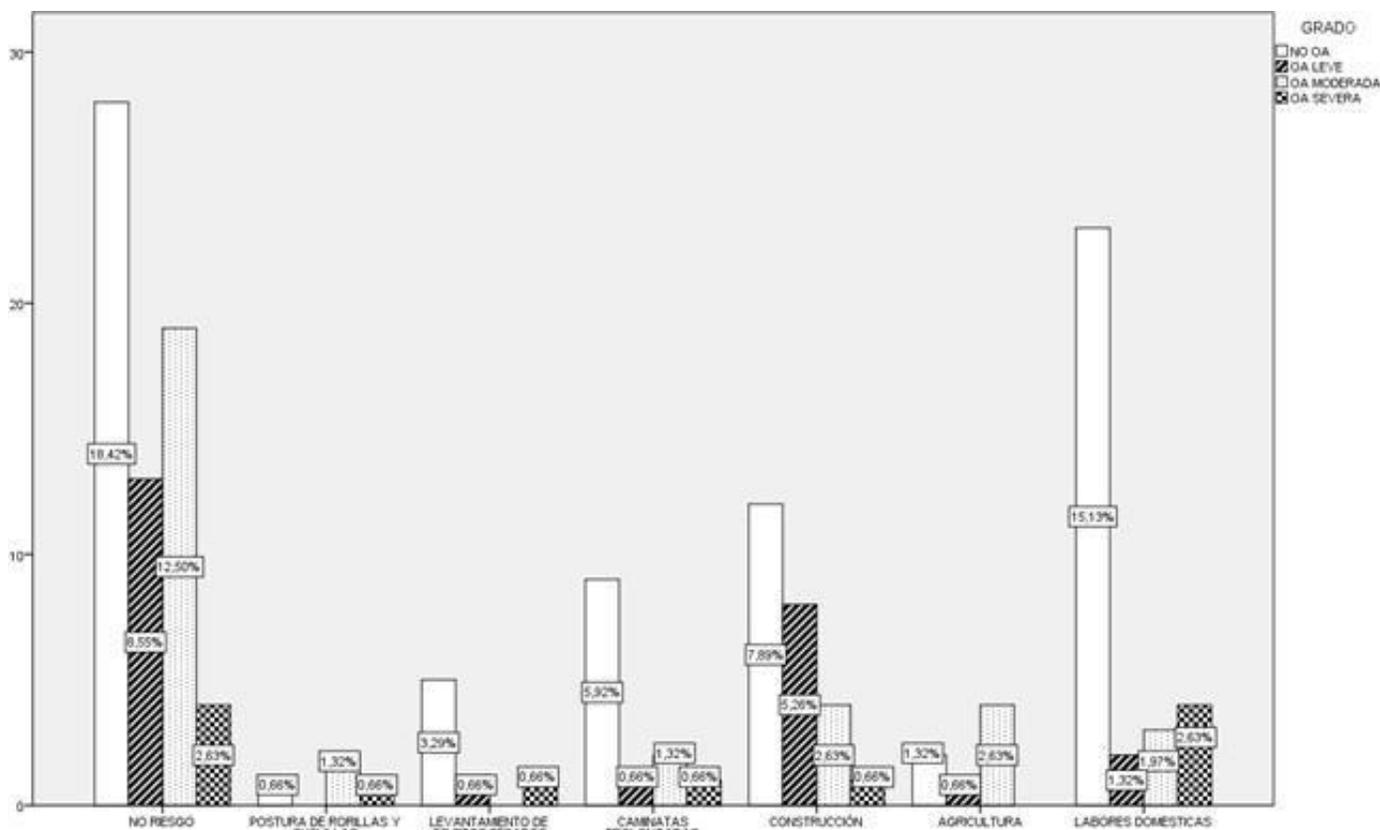


Figura N°4. Proporción de prevalencia de los grados de severidad de EAD según la actividad ocupacional (Fuente: Autoría propia)

En la Tabla N° 4 se resumen las frecuencias observadas y en la tabla N° 5 las frecuencias esperadas, mientras que en la tabla N° 6 se presenta los resultados de los análisis realizados. El valor de χ^2 „para las frecuencias observados es de 28,425 mientras que el valor de χ^2 para las frecuencias esperado es de 28,869. Dado que $28,425 < 28,869$, no es posible rechazar la hipótesis nula. Esto quiere

decir que el desarrollo de actividades que generan estrés biomecánico en la articulación de la rodilla no influye en el incremento en la severidad de las lesiones óseas diagnósticas de EAD de rodilla.

	GRADO				Total
	NO EAD	LEVE	MODERADA	SEVERA	
NO RIESGO	28	13	19	4	64
POSTURA DE RORILLAS Y CUCLILLAS	1	0	2	1	4
LEVANTAMIENTO DE OBJETOS PESADOS	5	1	0	1	7
CAMINATAS PROLONGADAS	9	1	2	1	13
CONSTRUCCIÓN	12	8	4	1	25
AGRICULTURA	2	1	4	0	7
LABORES DOMESTICAS	23	2	3	4	32
Total	80	26	34	12	152

Tabla N°4. Resumen de frecuencias observadas de los grados de severidad de EAD según la actividad ocupacional (Fuente: Autoría propia)

	GRADO			
	NO EAD	LEVE	MODERADA	SEVERA
NO RIESGO	33,6	10,97	14,31	5,05
POSTURA DE RORILLAS Y CUCLILLAS	2,10	0,68	0,89	0,31
LEVANTAMIENTO DE OBJETOS PESADOS	3,68	1,19	1,56	0,55
CAMINATAS PROLONGADAS	6,84	2,2	2,65	1,02
CONSTRUCCIÓN	13,15	4,27	5,59	1,97
AGRICULTURA	3,68	1,19	1,56	0,55
LABORES DOMESTICAS	16,84	5,47	7,15	2,52

Tabla N°5. Resumen de frecuencia esperadas de los grados de severidad de EAD según la actividad ocupacional (Fuente: Autoría propia)

	Valor	GI	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. de Monte Carlo (bilateral)		
				Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Chi-cuadrado de Pearson	28,425 ^a	18	,056	,086 ^b	,041	,130
Razón de verosimilitudes	29,942	18	,038	,099 ^b	,051	,146
Estadístico exacto de Fisher	26,383			,053 ^b	,017	,088
N de casos válidos	152					

a. 18 casillas (64,3%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,32.

b. Basada en 152 tablas muestreadas con la semilla de inicio 92208573.

Tabla N°6. Resultados análisis de chi cuadrado para la variable de actividades ocupacionales. (Fuente: Autoría propia).

Debido a que la muestras está compuesta por su mayoría por adultas mayores y al hecho de que, como se mencionó previamente, la edad constituye un importante factor etiológico que puede estas interactuando con el efecto del estrés mecánico causado por el desarrollo de actividades factor de estrés, se procedió a excluir los individuos mayores para crear una submuestra de 67 individuos de adultos jóvenes y de mediana edad. La figura N° 5 muestra la proporción de prevalencia de los grados de severidad de EAD según el tipo de actividad ocupacional. Como puede observarse, entre los individuos que realizaron

actividades que constituyen factor de estrés, el 40% presentaron lesiones óseas diagnósticas de la enfermedad, mientras que entre los que no realizaron actividades factor de estrés, el 28% presentaron lesiones óseas. Con base en estas frecuencias observadas es posible realizar algunas observaciones. En primer lugar, tanto entre los individuos que no realizaron actividades factor de estrés como entre los individuos que practicaron labores de construcción, las lesiones óseas diagnósticas de EAD fue haciéndose menos frecuente a medida que aumenta el grado de severidad. En segundo lugar, los individuos que desarrollaron actividades con caminatas prolongada y labores domésticas no presentaron lesiones óseas diagnósticas de EAD. En tercer lugar, debido al bajo número de individuos que realizaron labores que implicaron postura de rodillas y/o cuclillas, levantamiento de objetos pesados y labores agrícolas, no es posible realizar observaciones significativas al respecto.

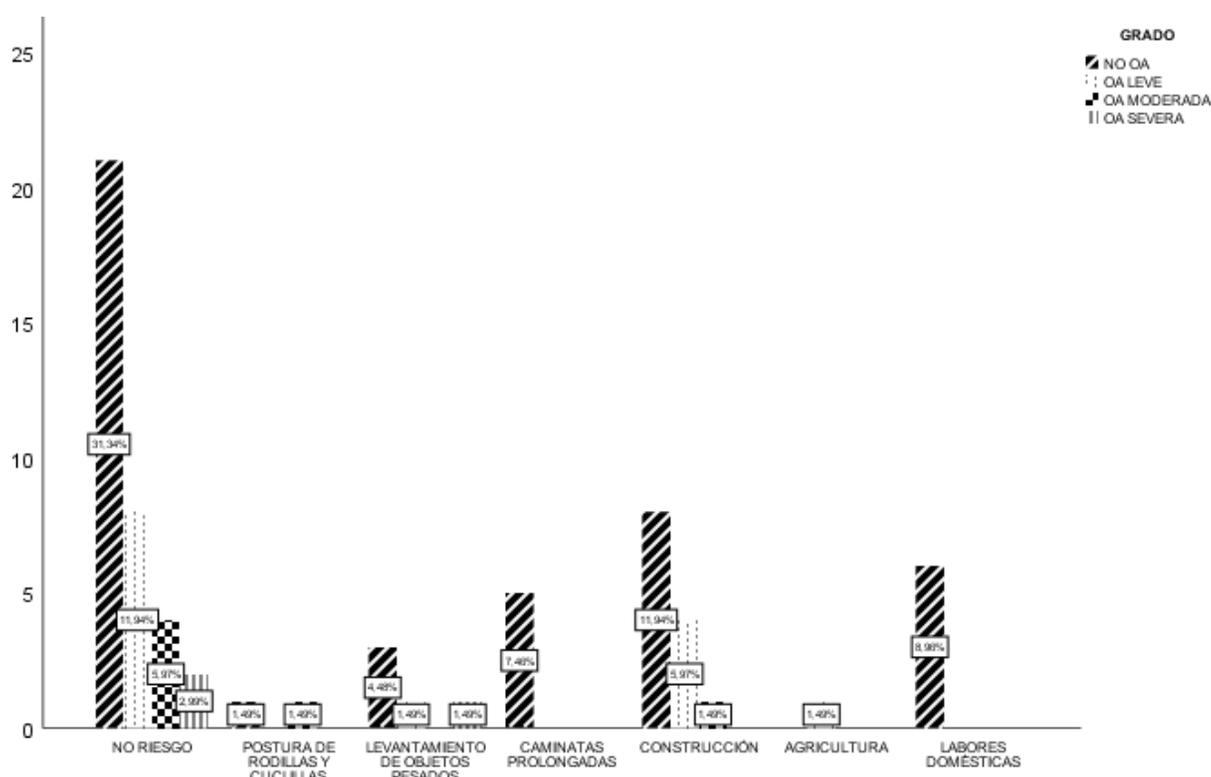


Figura N°5. Proporción de prevalencia de los grados de severidad de EAD según la actividad ocupacional en adultos jóvenes y de edad media (Fuente: Autoría propia)

En la Tabla N° 7 se resumen las frecuencias observadas y en la tabla N° 8 las

frecuencias esperadas, mientras que en la tabla N° 9 se presenta los resultados de los análisis realizados. El valor de χ^2 para las frecuencias observadas es de 18,885 mientras que el valor de χ^2 para las frecuencias esperado es de 17,339. Dado que $18,885 > 17,339$, no es posible rechazar la hipótesis nula. Esto quiere decir que el desarrollo de actividades que generan estrés biomecánico en la articulación de la rodilla si influye en el incremento en la severidad de las lesiones óseas diagnósticas de EAD de rodilla.

	GRADO				Total
	NO EAD	LEVE	MODERADA	SEVERA	
NO RIESGO	21	8	4	2	35
POSTURA DE RORILLAS Y CUCLILLAS	1	0	1	0	2
LEVANTAMIENTO DE OBJETOS PESADOS	3	1	0	1	5
CAMINATAS PROLONGADAS	5	0	0	0	5
CONSTRUCCIÓN	8	4	1	0	13
AGRICULTURA	0	1	0	0	1
LABORES DOMESTICAS	6	0	0	0	6
Total	44	14	6	3	67

Tabla N°7. Resumen de frecuencias observadas de los grados de severidad de EAD según la actividad ocupacional en adultos jóvenes y de edad media (Fuente: Autoría propia)

	GRADO				Total
	NO EAD	LEVE	MODERADA	SEVERA	
C	22,9	7,3	3,1	2	35
POSTURA DE RORILLAS Y CUCLILLAS	1,3	0,4	1	0,1	2
LEVANTAMIENTO DE OBJETOS PESADOS	3,2	1	0	.0,4	5
CAMINATAS PROLONGADAS	3,2	1	0	0,4	5
CONSTRUCCIÓN	8,53	2,7	1	1,1	13
AGRICULTURA	0,6	1	0	0	1
LABORES DOMESTICAS	3,9	0,2	0	0,5	6
Total	44	14	6	3	67

Tabla N°8. Resumen de frecuencia esperadas de los grados de severidad de EAD según la actividad ocupacional en adultos jóvenes y de edad media (Fuente: Autoría propia)

	Valor	GI	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. de Monte Carlo (bilateral)		
				Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Chi-cuadrado de Pearson	18,885 ^a	18	,399	,343 ^b	,230	,457
Razón de verosimilitudes	19,961	18	,335	,224 ^b	,124	,324
Estadístico exacto de Fisher	17,329			,463 ^b	,343	,582
N de casos válidos	67					

a. 25 casillas (89,3%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,04.

b. Se basa en 67 tablas de muestras con una semilla de inicio 2000000.

Tabla N°9. Resultados análisis de chi cuadrado para la variable de actividades ocupacionales en adultos jóvenes y de edad media (Fuente: Autoría propia)

4.1 Sexo:

De los 152 individuos que conforman la muestra, el 65,4% son de sexo masculino, mientras que el 36,4% son de sexo femenino. La figura N° 6 muestra la proporción de

prevalencia de los grados de severidad de EAD según el tipo de actividad ocupacional. Como puede observarse, entre los individuos masculinos, el 37,5% presentaron lesiones óseas diagnósticas de la enfermedad, mientras que, entre los individuos femeninos, el 9,8% presentaron lesiones óseas diagnósticas de la enfermedad. Con base en estas frecuencias obtenidas es posible realizar algunas observaciones. En primer lugar, entre los individuos de sexo masculino, la EAD moderada fue la más frecuente, seguida de la EAD leve y la EAD severa con una prevalencia mucho menos frecuente. En segundo lugar, entre los individuos de sexo femenino, la EAD leve fue la menos frecuente, mientras que la EAD moderada y severa fue más frecuente.

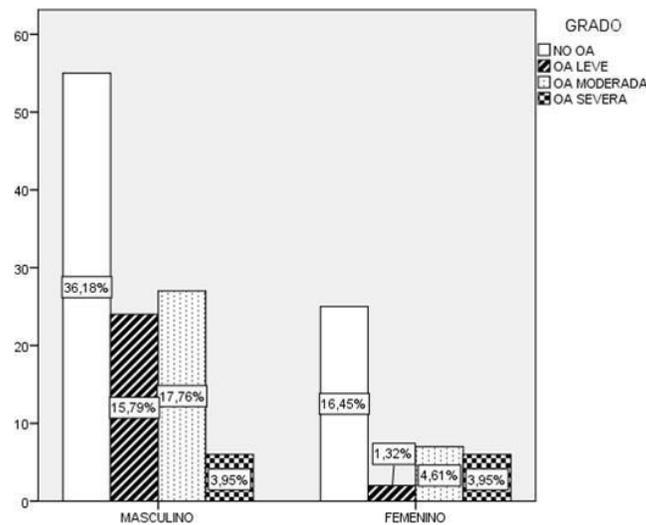


Figura N°6. Proporción de prevalencia de los grados de severidad de EAD según el sexo. (Fuente: Autoría propia)

En la Tabla N° 10 se resumen las frecuencias observadas y en la tabla N° 11 las frecuencias esperadas, mientras que en la tabla N° 12 se presentan los resultados de los análisis realizados. El valor de χ^2 para las frecuencias observadas es de 9,702 mientras que el valor de χ^2 para el valor esperado es de 7,814. Dado que $9,702 > 7,814$ es posible rechazar la hipótesis nula. Estos resultados permiten concluir que las diferencias de sexo ejercen un efecto en el incremento de la severidad de las lesiones óseas diagnósticas de EAD de rodilla.

	GRADO				Total
	NO EAD	LEVE	MODERADA	SEVERA	
MASCULINO	55	24	27	6	112
FEMENINO	25	2	7	6	40
Total	80	26	34	12	152

Tabla N°10. Resumen de frecuencias observadas de los grados de severidad de EAD según el sexo (Fuente: Autoría propia)

	GRADO			
	NO EAD	LEVE	MODERADA	SEVERA
MASCULINO	64,21	20,86	27,28	9,63
FEMENINO	21,05	6,84	8,94	3,15

Tabla N°11. Resumen de frecuencia esperadas de los grados de severidad de EAD según el sexo (Fuente: Autoría propia)

	Valor	Gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. de Monte Carlo (bilateral)		
				Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Chi-cuadrado de Pearson	9,702 ^a	3	,021	,033 ^b	,005	,061
Razón de verosimilitudes	10,520	3	,015	,046 ^b	,013	,079
Estadístico exacto de Fisher	9,854			,039 ^b	,009	,070
N de casos válidos	152					

a. 1 casillas (12,5%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 3,16.

b. Basada en 152 tablas muestreadas con la semilla de inicio 112562564.

Tabla N°12. Resultados análisis de chi cuadrado para la variable del sexo. (Fuente: Autoría propia)

Debido a que las diferencias de sexo se encuentran relacionadas específicamente con el efecto generado por la disminución sistémica de estrógeno en las mujeres mayores, se seleccionó el total de individuos masculino y femeninos adultos mayores, para conformar una submuestra de 85 individuos, de los cuales el 63,5% son de sexo masculino mientras y el 36,5% de sexo femenino. La figura N° 7 muestra la proporción de prevalencia de los grados de severidad de EAD según el sexo. Como puede observarse, entre los individuos masculinos, el 41,1% presentaron lesiones óseas diagnósticas de la enfermedad, mientras que, entre los individuos femeninos, el 16,4% presentaron lesiones óseas diagnósticas de la enfermedad. Con base en estas frecuencias obtenidas es posible realizar algunas observaciones. En primer lugar, entre los individuos de sexo masculino, la EAD moderada siguió siendo la más frecuente, seguida de la EAD leve y la EAD severa. En segundo lugar, entre los individuos de sexo femenino, la EAD leve siguió siendo la menos frecuente, mientras que la EAD moderada y severa nuevamente presentó frecuencias similares.

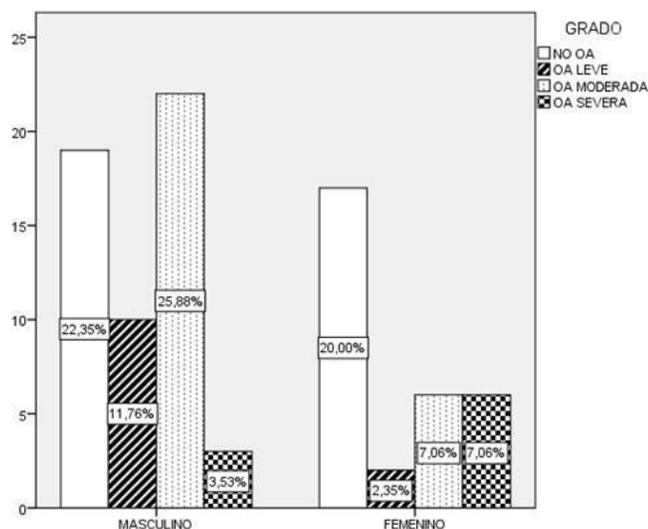


Figura N° 7. Proporción de prevalencia de los grados de severidad de EAD según el sexo en adultos Mayores. (Fuente: Autoría propia)

En la Tabla N° 13 se resumen las frecuencias observadas y en la tabla N° 14 las frecuencias esperadas, mientras que en la tabla N° 15 se presentan los resultados de los análisis realizados. El valor de χ^2 para las frecuencias observadas es de 10,104 mientras que el valor de χ^2 para el valor esperado es de 7,814. Dado que $10,104 > 7,814$, nuevamente se rechazar la hipótesis nula. Estos resultados permiten concluir que las diferencias de sexo ejercen un efecto en el incremento de la severidad de las lesiones óseas diagnósticas de osteoartritis de rodilla.

	GRADO				Total
	NO EAD	LEVE	MODERADA	SEVERA	
MASCULINO	19	10	22	3	54
FEMENINO	17	2	6	6	31
Total	36	12	28	9	85

Tabla N°13. Resumen de frecuencias observadas de los grados de severidad de EAD según el sexo en adultos mayores. (Fuente: Autoría propia)

	GRADO			
	NO EAD	LEVE	MODERADA	SEVERA
MASCULINO	22,87	7,62	17,78	5,71
FEMENINO	13,12	4,37	10,21	3,28

Tabla N° 14. Resumen de frecuencia esperadas de los grados de severidad de EAD según el sexo en adultos mayores. (Fuente: Autoría propia)

	Valor	Gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. de Monte Carlo (bilateral)		
				Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Chi-cuadrado de Pearson	10,104 ^a	3	,018	,000 ^b	,000	,035
Razón de verosimilitudes	10,371	3	,016	,012 ^b	,000	,035
Estadístico exacto de Fisher	9,758			,000 ^b	,000	,035
N de casos válidos	85					

a. 2 casillas (25,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 3,28.

b. Basada en 85 tablas muestreadas con la semilla de inicio 1535910591.

Tabla N° 15. Resultados análisis de chi cuadrado para la variable del sexo en adultos mayores. (Fuente: Autoría propia)

4.2 Edad:

En la presente muestra, de los 152 individuos seleccionados el 19,7% son adultos jóvenes, el 24,3% adultos de mediana edad y el 55,9% adultos mayores. La figura N° 8 muestra la proporción de prevalencia de los grados de severidad de EAD según el grupo de edad. Como puede observarse, entre los adultos jóvenes, el 3,2% presentaron lesiones óseas, entre los adultos de mediana edad el 11,8% presentaron lesiones óseas mientras que entre los adultos mayores el 32,3% presentaron lesiones óseas. Con base estas frecuencias obtenidas es posible realizar tres observaciones. En primer lugar, se advierte un incremento en la prevalencia poblacional de la EAD a medida que se avanza con la edad. En segundo lugar, entre los adultos jóvenes y de mediana edad, a medida que la EAD fue más severa esta se hizo menos frecuente, mientras que entre los adultos mayores la severidad moderada de la enfermedad fue la más frecuente, seguida de la EAD leve y por último la severa. En tercer lugar, es de anotar que entre los adultos jóvenes no se observó EAD severa.

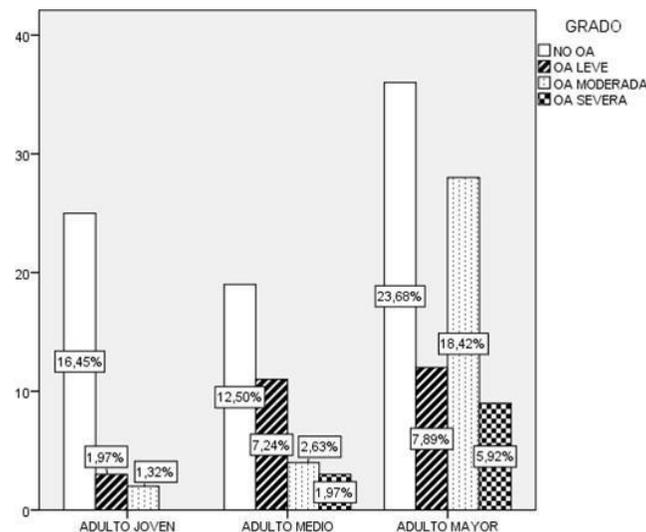


Figura N° 8. Proporción de prevalencia de los grados de severidad de EAD según el grupo de edad.

(Fuente: Autoría propia)

En la Tabla N° 16 se resumen las frecuencias observadas y en la tabla N° 17 las frecuencias esperadas, mientras que en la tabla N° 18 se presentan los resultados de los análisis realizados. El valor de χ^2 para las frecuencias observadas es de 24,783 mientras que el valor de χ^2 para el valor esperado es de 12,591. Dado que $24,783 > 12,591$ se rechaza la hipótesis nula. Esto quiere decir que el incremento en la edad ejerce un efecto en el incremento de la severidad de las lesiones óseas diagnósticas de EAD de rodilla.

	GRADO				Total
	NO EAD	LEVE	MODERADA	SEVERA	
ADULTO JOVEN	25	3	2	0	30
ADULTO MEDIO	19	11	4	3	37
ADULTO MAYOR	36	12	28	9	85
Total	80	26	34	12	152

Tabla N°16. Resumen de frecuencias observadas de los grados de severidad de EAD según el grupo de edad. (Fuente: Autoría propia)

	GRADO			
	NO EAD	LEVE	MODERADA	SEVERA
ADULTO JOVEN	15,78	5,13	6,71	2,36
ADULTO MEDIO	19,47	6,32	7,60	2,92
ADULTO MAYOR	44,73	14,5	19,01	6,71

Tabla N° 17. Resumen de frecuencia esperadas de los grados de severidad de EAD según el grupo de Edad. (Fuente: Autoría propia)

	Valor	GI	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. de Monte Carlo (bilateral)		
				Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Chi-cuadrado de Pearson	24,783 ^a	6	,000	,000 ^b	,000	,020
Razón de verosimilitudes	27,191	6	,000	,000 ^b	,000	,020
Estadístico exacto de Fisher	23,572			,000 ^b	,000	,020
N de casos válidos	152					

a. 2 casillas (16,7%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 2,37.

b. Basada en 152 tablas muestreadas con la semilla de inicio 2000000.

Tabla N° 18. Resultados análisis de chi cuadrado para la variable de la edad. (Fuente: Autoría propia)

Debido al alto número de individuos adultos mayores, se procedió a crear una submuestra de 67 individuos de adultos jóvenes y de mediana edad, equivalentes al % y al % respectivamente. Como puede observarse en la figura N° 9, nuevamente se observaron tendencias similares, pues se advierte un incremento en la prevalencia poblacional de la EAD a medida que se avanza con la edad. Además, a medida que la EAD fue más severa esta se hizo menos frecuente.

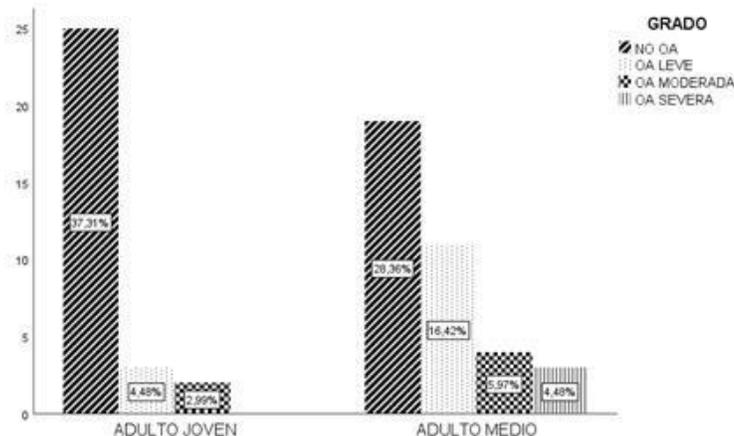


Figura N° 9. Proporción de prevalencia de los grados de severidad de EAD en adultos jóvenes y de edad media. (Fuente: Autoría propia)

En la Tabla N° 19 se resumen las frecuencias observadas y en la tabla N° 20 las frecuencias esperadas, mientras que en la tabla N° 21 se presentan los resultados de los análisis realizados. El valor de χ^2 para las frecuencias observadas es de 8,417 mientras que el valor de χ^2 para el valor esperado es de 2,366. Dado que $8,4173 > 2,366$ se rechaza la hipótesis nula. Esto quiere decir que el incremento en la edad ejerce un efecto en el incremento de la severidad de las lesiones óseas diagnósticas de EAD de rodilla

	GRADO				Total
	NO EAD	LEVE	MODERADA	SEVERA	
ADULTO JOVEN	25	3	2	0	30
ADULTO MEDIO	19	11	4	3	37
Total	44	14	6	3	67

Tabla N°19. Resumen de frecuencias observadas de los grados de severidad de EAD según el grupo de edad en adultos jóvenes y de edad media. (Fuente: Autoría propia)

	GRADO			
	NO EAD	LEVE	MODERADA	SEVERA
ADULTO JOVEN	11,19	1,34	0,89	0
ADULTO MEDIO	10,49	6,07	2,20	1,65

Tabla N° 20. Resumen de frecuencia esperadas de los grados de severidad de EAD según el grupo de edad en adultos jóvenes y de edad media. (Fuente: Autoría propia)

	Valor	GI	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. de Monte Carlo (bilateral)		
				Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Chi-cuadrado de Pearson	8,417 ^a	3	,038	,000 ^b	,000	,044
Razón de verosimilitudes	9,786	3	,020	,000 ^b	,000	,044
Estadístico exacto de Fisher	7,907			,000 ^b	,000	,044
N de casos válidos	67					

a. 4 casillas (50,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,34.

b. Se basa en 67 tablas de muestras con una semilla de inicio 2000000.

Tabla N° 21. Resultados análisis de chi cuadrado para la variable de la edad en adultos jóvenes y de edad media (Fuente: Autoría propia)

4.3 Traumas

En la presente muestra, de los 152 individuos seleccionados solo se observó 5 casos de EAD de rodilla acompañadas de un proceso traumático antiguo. Como puede observarse en la figura N° 10, los casos con traumas equivalen al 3,2% de los individuos con EAD, mientras que entre los individuos que no presentaron traumas conforman el 44% de los de los casos de EAD. Todos los traumas observados consistieron en fracturas deprimidas en la superficie articular de la epífisis proximal de tibia. Tres casos, equivalentes al 1,97% de la muestra y conformados por un adulto de mediana edad y dos adultos mayores, presentaron EAD severa, mientras que los dos casos de EAD leve, equivalentes al 1,32% de la muestra, están conformados por un adulto de mediana edad y un adulto mayor.

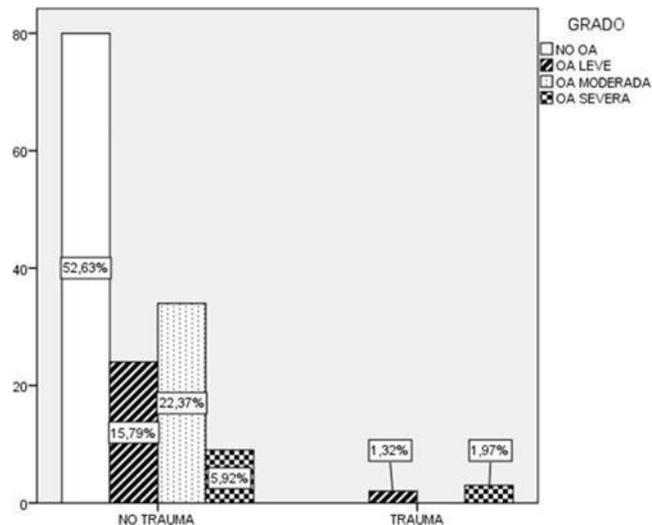


Figura N° 10. Proporción de prevalencia de los grados de severidad de EAD según la presencia de traumas antiguos. (Fuente: Autoría propia)

En la Tabla N° 22 se resumen las frecuencias observadas y en la tabla N° 23 las frecuencias esperadas, mientras que en la tabla N° 24 se presentan los resultados de los análisis realizados. El valor de χ^2 para las frecuencias observadas es de 23,241 mientras que el valor de χ^2 para el valor esperado es de 7,8147. Dado que $23,853 > 7,8147$ se rechaza la hipótesis nula. Esto quiere decir que el padecimiento de traumas en las superficies articulares de la rodilla ejercen un efecto en el incremento de la severidad de las lesiones óseas diagnósticas de EAD de rodilla.

	GRADO				Total
	NO EAD	LEVE	MODERADA	SEVERA	
NO TRAUMA	80	24	34	9	147
TRAUMA	0	2	0	3	5
Total	80	26	34	12	152

Tabla N°22. Resumen de frecuencias observadas de los grados de severidad de EAD según la presencia de traumas. (Fuente: Autoría propia)

	GRADO			
	NO EAD	LEVE	MODERADA	SEVERA
NO TRAUMA	75,78	25,14	32,88	11,60
TRAUMA	2,63	0,85	1,11	0,39
Total	80	26	34	12

Tabla N° 23. Resumen de frecuencia esperadas de los grados de severidad de EAD según la presencia de traumas. (Fuente: Autoría propia)

	Valor	Gf	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. de Monte Carlo (bilateral)		
				Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Chi-cuadrado de Pearson	23,241 ^a	3	,000	,000 ^b	,000	,020
Razón de verosimilitudes	16,380	3	,001	,000 ^b	,000	,020
Estadístico exacto de Fisher	14,379			,000 ^b	,000	,020
N de casos válidos	152					

a. 4 casillas (50,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,39.

b. Basada en 152 tablas muestreadas con la semilla de inicio 92208573.

Tabla N° 24. Resultados análisis de chi cuadrado para la variable de traumas. (Fuente: Autoría propia)

4. DISCUSIÓN

Con base en la información obtenida del perfil bioantropológico referente al sexo, la edad, la presencia de lesiones y/o procesos patológicos, en conjunto con la información contextual obtenida que permita conocer el tipo de actividad ocupacional, es posible inferir la interacción de factores etiológicos en el desarrollo y prevalencia de la EAD observada en restos óseos humanos. Para tal fin, la clasificación de los grados de severidad de la enfermedad observados a nivel poblacional constituye una herramienta metodológica que permite diferir el efecto generado tanto por el estrés mecánico ocupacional como por otros factores de estrés relacionados. No obstante, existen factores que influyen en la prevalencia de la severidad de la EAD que no son posibles de analizar a partir de restos óseos. Tal es el caso de factores tales como la obesidad y la influencia de la herencia genética. Estas circunstancias hacen necesario contar con información contextual que permita inferir de forma indirecta la acción de dichos factores.

4.1 Actividad ocupacional:

Con base en los resultados obtenidos en los análisis de chi cuadrado es posible concluir que el estrés articular derivado de actividades ocupacionales, por sí solo no constituye la principal variable en el incremento del grado de severidad de la EAD, aunque sí ejerce un efecto significativo en el incremento de las lesiones óseas, tal como lo demuestran los análisis estadísticos obtenidos en la submuestra compuesta por adultos jóvenes y de mediana edad (Tabla N° 9). Dadas estas observaciones, se concluye que el estrés articular derivado del desarrollo de actividades ocupacionales, la interacción con otros factores etiológicos tales como los cambios degenerativos relacionados con la edad, las diferencias entre sexos y el padecimiento de procesos traumáticos generan un efecto aditivo que contribuyen en el incremento de la severidad de las lesiones óseas diagnósticas de esta enfermedad. Estas observaciones permiten concluir que la EAD, en vez de considerarse un indicador específico del nivel de estrés biomecánico derivado de actividades ocupacionales, constituye un indicador no específico de múltiples factores de estrés tanto biomecánicos como sistémicos.

Dados estos resultados se recomienda que, para emplear la EAD como indicador de actividad ocupacional, es necesario tomar en cuenta la prevalencia y patrones de distribución poblacional de los diferentes grados de severidad de la enfermedad en relación con las características demográficas que compone la población, las condiciones generales de salud y enfermedad y la distribución social del trabajo encontrados en diferentes tipos de actividades ocupacionales. Esto es particularmente importante en relación al efecto generado por la edad, el cual constituye el factor sistémico más significativo. Por esta razón, se concluye que el empleo de las lesiones óseas diagnósticas de EAD como indicador de actividad ocupacional será más eficaz cuando se observa en adultos jóvenes y de mediana edad, esto debido a que es posible excluir entre los factores etiológicos el efecto generado por los cambios degenerativos asociados a la edad. Igualmente, se concluye que el empleo de EAD como indicador de actividad es poco preciso en individuos de edad avanzada; estas circunstancias hacen necesario considerar las diferencias observadas de los grados de severidad de las lesiones óseas entre las diferentes articulaciones afectadas, principalmente en el caso de estructuras contralaterales, con el objetivo de inferir el efecto interactivo entre el estrés biomecánico y la edad.

Al observar la figura N° 4, se podría inferir que, entre las actividades en que se observó un incremento en la prevalencia de las condiciones más severidad de la EAD, tales como las labores domésticas, la agricultura y el levantamiento de objetos pesados, consistieron en las que implican un mayor sometimiento de la articulación a estrés por fatiga derivados de las actividades ocupacionales realizadas. No obstante, al comparar estos datos sobre la prevalencia de la enfermedad con datos de la composición demográfica de la enfermedad, es posible observar el efecto interactivo entre factores de estrés. Para el caso de los agricultores, es de notar que en su mayoría consistieron en adultos mayores, tal como puede observarse en la figura N° 4. De esta forma, el incremento en la prevalencia de la severidad de la EAD en este grupo parece revelar el efecto interactivo entre el deterioro del cartílago articular relacionado al avance de la edad y el estrés articular derivados del derivado de actividades agrícolas.

Para el caso de las labores domésticas es de anotar que todos los individuos, con excepción de un solo individuo masculino, son de sexo femenino, tal como puede observarse en la figura N° 4. De esta forma, el incremento en la prevalencia de la severidad de la EAD en entre estos individuos podría estar revelando el efecto interactivo de la reducción sistémica de estrógeno sobre la integridad del cartílago articular de las mujeres mayores y el desgaste generado por el estrés articular resultante del desarrollo de las labores domésticas. Cabe mencionar que, en uno de los individuos de sexo

femenino que desarrolló este tipo de actividades y presentó un grado severo de la enfermedad, también consistió en una adulta mayor y presentó una fractura antigua, por lo cual en este caso se infiere el efecto interactivo de cuatro factores de estrés.

En relación a las labores de construcción, la disminución en la prevalencia de la enfermedad a medida que esta se hace más severa no puede explicarse por las diferencias de sexo, debido a que estas actividades fueron desarrolladas por individuos masculinos. En este caso, dicho patrón de distribución parece responder a una interacción entre el estrés biomecánico en conjunto con el incremento de la edad, debido a que la mitad de los individuos consistieron en adultos mayores. No obstante, se infiere que, para que se genere esta disminución en la prevalencia de las condiciones más severas de la enfermedad en una muestra con alto número de individuos de edad avanzada, probablemente entre estos se presentó un desarrollo de los músculos que rodean la articulación durante el desarrollo de sus actividades físicas, brindando de esta forma un efecto protector contra el del estrés biomecánico articular durante el avance de la edad, tal como plantea Jurmain (1991).

En cuanto a los patrones de la prevalencia de la EAD observada entre los individuos que no realizaron actividades factor de estrés, consistentes en un predominio de la EAD moderada seguido de las condiciones leve y la menor prevalencia de las condiciones severas, estas observaciones pueden explicarse por el efecto generado por los diferentes factores de estrés que no involucren estrés biomecánico articular, principalmente debido al efecto del deterioro relacionado con el incremento de la edad así como por los efectos de la sarcopenia, es decir, por una disminución de la masa y fuerza muscular resultante de la falta de la actividad física.

Finalmente, cabe mencionar que, debido al bajo número de individuos con EAD que realizaron actividades que implicaron levantamiento de objetos pesados y caminatas prolongadas, no es posible identificar patrones en la prevalencia de los grados de severidad de la enfermedad. Además, cabe mencionar que el único caso de EAD severa visto en el grupo de individuos que realizaron actividades que implican el levantamiento de objetos pesados, también presentó un trauma antiguo, por lo cual se concluye que la severidad de su enfermedad que presenta este individuo puede estar más relacionada al padecimiento de un evento traumático agudo que a la actividad que desarrolló en vida.

4.2 Sexo

Tal como se demostró mediante los análisis de chi cuadrado, es posible concluir que la diferencia entre sexos constituye un importante factor en el desarrollo de EAD. Estos hallazgos son consistentes con las observaciones realizadas por Robin, JB. (2008), quien observó diferencias de sexo en cuanto a la edad de afección de la superficie patelar del fémur hacia una mayor prevalencia en los individuos de sexo femenino y en edades más tempranas. Estas circunstancias implican que al momento de realizar un estudio de corte con muestras de restos óseos humanos compuesta por hombres y mujeres de edad avanzada, se esperará una mayor prevalencia de EAD severa en los individuos de sexo femenino, por lo cual debe evitarse interpretar esto como un incremento en el nivel de actividad de las mujeres a lo largo de sus ciclos vitales. Esto a su vez implica que, para poder inferir niveles de actividad en muestras de edad avanzada, es recomendable que las muestras masculinas y femeninas sean analizadas por separado para así evitar confusiones relacionadas con la sobreestimación de los niveles de actividad experimentados por las mujeres. A su vez, se plantea que dividir las muestras por sexo permite inferir diferencias en el nivel de actividad experimentado por los individuos según la división sexual de trabajo desarrollada por las comunidades de las que provienen las muestras analizadas. De esta forma, también se infiere que una prevalencia similar de EAD de rodilla entre muestra masculinas y las femeninas de edades avanzadas no indica niveles de actividad similar entre ambos sexos, sino el hecho de que la población masculina desarrolló actividades que implicaron un mayor sometimiento de las articulaciones al estrés mecánico, debido a que se esperará un incremento en la severidad de las lesiones diagnósticas de la enfermedad en las mujeres con un menor sometimiento a estrés biomecánico.

4.3 Edad

Según demostraron los análisis de chi cuadrado, es posible concluir que la edad ejerce un efecto significativo en el incremento de la severidad de las manifestaciones ósea de EAD. Esta observación es consistente con los hallazgos realizados por Jurmain, R. (1980); (1991), pues en ambas investigaciones observó

una correlación positiva entre la severidad de las lesiones óseas en la articulación de la rodilla con el incremento en la edad, aun cuando esta asociación fue la más débil en comparación con otras articulaciones. Igualmente, estas observaciones son consistentes con los resultados obtenidos por Robin, J.B. (2008) quien, como se mencionó previamente, observó manifestaciones más tempranas de la enfermedad en las superficies articulares de la rodilla en los individuos de sexo femenino, indicando la interacción del efecto generado por las diferencias sistémicas del sexo en conjunto con la edad.

Este incremento en la severidad de la EAD con el avance de la edad puede explicarse por el efecto de los procesos degenerativos intrínsecos del tejido cartilaginoso consistentes en la fibrilación de la superficie del cartílago articular, la disminución progresiva de la hidratación del cartílago, el incremento de la rigidez de las fibras colágenas del cartílago que resulta en la reducción en la fuerza y rigidez tensil, la calcificación del cartílago, la alteración de la población de los condrocitos y su capacidad sintética, y el estrés oxidativo relacionado tanto al incremento de la edad como a los periodos de estrés.

Dadas estas circunstancias se plantea que, para poder emplear la presencia de EAD en restos óseos humanos como indicador de actividad ocupacional evitando incurrir en la sobre estimación de los niveles de estrés biomecánico experimentados en los diferentes grupos de edad que conforman una muestra, se deben identificar y caracterizar la prevalencia de los distintos grados de severidad de la EAD al interior de cada uno de los grupos de edad. De esta forma, es posible comparar los patrones de la prevalencia de la enfermedad y distribución de su severidad entre grupos de individuos de edades similares, para así identificar diferencias en el incremento de la severidad que puedan ser explicados por la exposición a factores sistémicos causantes de la enfermedad a lo largo del ciclo vital de los individuos. En relación a la exposición al estrés biomecánico derivado de actividades ocupacionales, estas circunstancias hacen necesario considerar el momento del ciclo vital en que los individuos comienzan a ejercer dichas actividades y el tiempo durante el cual fueron realizadas.

Tal como se observó en las figura N° 8 y N° 9, la EAD severa no se

presentó entre los adultos jóvenes. Este resultado demuestra que para el desarrollo de las manifestaciones severas de la enfermedad se requiere de un periodo de tiempo prolongado para que se genere el suficiente desgaste articular que permita generar contacto interóseo y las subsecuentes lesiones relacionadas con la eburnación y la formación abundante de huesos reactivo, las cuales se esperarían observar entre los individuos con edad superiores a los 30 años y que no presenten enfermedades que faciliten el deterioro del cartílago articular. De esta forma, al observar grados moderados y severos de la enfermedad entre los adultos jóvenes, las interpretaciones sobre la severidad de la enfermedad deben considerar la presencia de otros indicadores de salud general perceptibles en los restos óseos que permitan inferir el efecto aditivo generado por procesos patológicos y traumáticos experimentados a edades tempranas y que influyan en el deterioro acelerado de los tejidos blandos que funcionan con mecanismos protectores la articulación. Partiendo de estas observaciones, se infiere que al observar una alta prevalencia de EAD primaria en un grado leve en individuos jóvenes que no presenten otras condiciones patológicas, puede considerarse el estrés biomecánico articular como el principal factor de estrés causantes de las lesiones óseas observadas.

4.4 Traumas:

De todos los individuos que componen la muestra, aquellos que presentaron fracturas antiguas en la meseta tibial también presentaron EAD asociada. Como se mencionó previamente, todos los traumas observados consistieron en fracturas deprimidas. Según Galloway (1999) este tipo de fracturas son causadas por la aplicación de fuerzas de compresión axial que implican el soporte de fuerzas de entre 3.000 y 4.000 libras, lo cual permite concluir que los traumas observados consistieron en eventos agudos y severos. Estos resultados corroboran la asociación mencionada por Jurmain (1999) entre eventos traumáticos agudos con el desarrollo de EAD. De esta forma, se concluye que al momento de diagnosticar EAD en restos óseos que presentan grados severos de la enfermedad, es necesario descartar el estrés ocupacional como principal causante cuando esta se observa en asociación a un proceso traumático que

resultó en una fractura deprimida.

4.5 Otros factores sistémicos: sobrepeso y herencia genética

Como se mencionó previamente, el efecto generado por el síndrome metabólico y su relación con la obesidad no es posible inferir a partir del análisis directo de los restos óseos. Estas circunstancias hacen necesario que, para evaluar su posible influencia en el incremento de la severidad de EAD, es necesario contar con información contextual que permita inferir su efecto. En el caso de investigaciones provenientes de contextos arqueológicos esto significa considerar los factores de riesgo para según el grupo socioeconómico al cual la muestra analizada pudo haber pertenecido al interior de una comunidad.

En el caso de investigaciones provenientes de contextos forenses esto significa la necesidad de contar con información antemortem que describa la contextura de los individuos reportados como desaparecidos, particularmente si esta permite inferir la presencia de depósitos de grasa intrabdominal en la contextura de los individuos. El conocimiento de la contextura general de los individuos también puede ser útil para inferir la posible influencia de la sarcopenia. En cuanto al efecto de la heredabilidad genética para el desarrollo de EAD, se concluye que su efecto solo será posible de inferir en aquellos casos en que se extraigan muestras óseas para análisis genéticos, por lo cual es necesario tener presente los genes cuyas mutaciones se han asociado a generar predisposición al desarrollo de EAD tales como el COL9A2, COL11A1, COL11A221-23 o COMP y el COL2A1, implícitos en la codificación del colágeno tipo II, el gen receptor de estrógeno Alfa y los genes que codifican proteínas estructurales relacionadas con la pérdida de cartílago tales como el gen de la metaloproteasa (ADAM12) y el gen de la calmodulina (CALM1).

5. CONCLUSIONES

En la reconstrucción de los patrones de actividad de las comunidades antiguas a partir del análisis de sus restos óseos, el diagnóstico de la EAD constituye uno de los indicadores más ampliamente usado por parte de los investigadores adscritos a la disciplina de la paleoepidemiología. Esta asociación entre el padecimiento de la EAD y actividades ocupacionales ha estado fundamentada bajo la premisa de que el uso repetitivo de la articulación constituye el principal factor de estrés causante de la enfermedad. No obstante, las investigaciones clínicas y paleoepidemiológicas han demostrado que en el desarrollo y progresión de la EAD existen otros factores de estrés diferentes al uso y desgaste de la articulación, los cuales están relacionados con variables tales como condiciones hormonales, anatómicas, fisiológicas y genéticos propios de cada individuo y población.

Estos hallazgos han implicado un importante llamado de atención para los investigadores adscritos al campo de la paleoepidemiología, pues el empleo de la EAD como indicador de actividad presenta una limitación fundamental consistente en su falta de precisión, debido a que implica asumir que otros factores no afectan significativamente en el patrón de compromiso degenerativo de las articulaciones, llevando de esta forma a una simplificación de la patogénesis de la EAD, así como a una sobre estimación de los niveles de estrés físicos experimentados en diferentes actividades ocupacionales. Dadas estas circunstancias, se reflejan la necesidad de desarrollar criterios que permitan identificar la influencia de otros factores de estrés diferentes a la actividad ocupacional para determinar la utilidad de la EAD en la construcción de patrones de actividad en restos óseos humanos.

Para aportar a la solución de esta problemática, en la presente investigación se realizó un estudio de corte sobre la prevalencia de la EAD de rodilla presente en una muestra poblacional de restos óseos humanos provenientes de la colección osteológica de la Universidad de Antioquia, con el fin de identificar patrones en la distribución poblacional de la severidad de la enfermedad que puedan relacionarse con la presencia de diferentes factores de estrés.

Para el desarrollo de esta investigación se realizaron un total de seis pasos o procedimientos. En primer lugar, se procedió a realizar una revisión bibliográfica sobre el estado del arte del conocimiento actual de los factores de estrés relacionados con el desarrollo de la EAD de rodilla. En segundo lugar, se procedió a seleccionar una muestra representativa de individuos cuyas actividades registradas en la base de datos de la colección permitieron dividir entre aquellos que realizaron actividades factor de estrés para el desarrollo de EAD y aquellos cuyas actividades registradas no implican un factor de estrés. En tercer lugar, se diagnosticó el grado de severidad de EAD en cada una de las superficies articulares de la rodilla de cada individuo, para luego registrar aquellas superficies que mostrara el mayor grado de severidad. En cuarto lugar, se construyó una base de datos donde se registró el sexo, la edad, el grado de severidad de EAD de rodilla, la presencia o ausencia de traumas y el tipo de actividad realizada en vida. En quinto lugar, con la información recolectada se construyeron tablas de frecuencia y gráficas de barras. Por último, se realizaron análisis de chi cuadrado para evaluar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los grados de severidad de EAD de rodilla con la presencia o ausencia de los factores de estrés causantes de esta enfermedad.

En la compilación bibliográfica realizada fue posible identificar una serie de factores de estrés relacionados con el desarrollo de la EAD de rodilla, los cuales pueden ser diferenciados entre factores de tipo biomecánico y de tipo sistémico. Comenzando por los factores de tipo biomecánico, se menciona el desarrollo de actividades ocupacionales y deportivas específicas, así como al padecimiento de eventos traumáticos. Entre las actividades ocupacionales documentadas, se encuentran aquellas que implican postura de rodilla o cuclillas, levantar objetos pesados y caminatas prolongadas. También se han identificado actividades ocupacionales específicas tales como el trabajo en construcción, labores agrícolas, labores en minería, la docencia y labores domésticas relacionadas a la limpieza del hogar. En cuanto al desarrollo de prácticas deportivas, se ha encontrado relación en deportes tales como el fútbol, el balonmano, el voleibol, el basquetbol, el ciclismo y deportes de poder, específicamente el boxeo, el levantamiento de pesas y el lanzamiento. Adicionalmente, la literatura revisada

menciona la influencia de la sobrecarga de la articulación a causa de la obesidad, particularmente cuando dicha variable se suma al desarrollo de actividades físicas. En cuanto a la influencia de lesiones traumáticas, se reporta la influencia de traumas agudos y severos causados por accidentes de tráfico o por saltar de alturas mayores a 5 metros, así como aquellos causados por la ruptura de ligamentos en la rodilla, los cuales están frecuentemente asociados a heridas deportivas.

En cuanto a los factores sistémicos, se menciona la edad como uno de los factores preponderantes, cuyo efecto en el desarrollo de EAD se encuentra relacionado con alteraciones del cartílago tales como el aumento en su calcificación, la disminución en su hidratación, la alteración de la población y actividad de los condrocitos, el incremento en la rigidez de las fibras colágenas y el estrés oxidativo. Seguido de la edad, la literatura reporta el sexo como otro factor sistémico significativo, el cual está relacionado con las variaciones de la modulación hormonal del cartílago articular y los efectos de la reducción sistémica de estrógeno entre las mujeres que comienzan la menopausia.

Otros factores sistémicos a considerar consisten en el efecto del sobrepeso y la influencia de la heredabilidad. En cuanto al primero de estos, la literatura epidemiológica menciona el padecimiento de síntomas relacionados con el síndrome metabólico tales como la obesidad abdominal, la hipertrigliceridemia y la hipertensión, las cuales pueden ejercer un efecto en la remodelación estructural del hueso subcondral y sus características vasculares. En cuanto al segundo factor, la literatura clínica menciona la presencia de genes cuyas mutaciones se relacionan alteraciones en la codificación del colágeno tipo II y en la codificación de proteínas estructurales relacionadas con la pérdida de cartílago.

Las tablas de frecuencia y gráficas de barras permitieron observar que, en la muestra analizada, la EAD de rodilla se hacía más prevalente a medida que las lesiones óseas diagnósticas se hacían más severas, mientras que en actividades relacionadas con la construcción se observó que las lesiones menos severas fueron las más prevalentes y a medida que se observaron lesiones más severas, la enfermedad era menos frecuente. En cuanto a la prevalencia de la enfermedad según la edad, se observó que las lesiones óseas se hacían más prevalente y

severas a medida que se incrementó en la edad; mientras que, en cuanto a las diferencias de sexo, se observó una mayor prevalencia de la enfermedad en las mujeres mayores en comparación con los hombres.

Los resultados obtenidos a partir de los análisis de chi cuadrado demostraron que, al excluir los individuos mayores de la muestra, existe una relación estadísticamente significativa entre el incremento de la severidad de la EAD y el desarrollo de actividades ocupacionales que implican el sometimiento de la articulación a estrés biomecánico. Mientras que se observó una relación estadísticamente significativa entre las diferencias de sexo, el incremento de la edad y el padecimiento de traumas con el incremento de la severidad de esta enfermedad.

Con base en estos hallazgos, se concluye que las lesiones óseas diagnósticas de EAD no pueden ser interpretada como indicadores específicos de actividad ocupacional en restos óseos humanos, sino como una respuesta no específica al efecto generado por la interacción de diferentes factores de estrés a los cuales lo individuos y las poblaciones estuvieron expuesto en vida.

No obstante, esto no significa que deba descartarse la EAD como un elemento útil en la reconstrucción de patrones de actividad ya que, al analizar la prevalencia poblacional y patrones de distribución de la severidad de la enfermedad, en conjunto con las características demográficas y condiciones generales de salud de las muestras estudiadas, es posible inferir la presencia e interacción de distintos factores etiológicos. En la evaluación del efecto generado por las diferencias de sexo, es recomendable analizar las muestras poblacionales masculinas y femeninas de adultos mayores sean analizadas por separado, atendiendo a la información contextual relacionada a la distribución sexual del trabajo. En la evaluación del efecto generado por la edad, se recomienda comparar la distribución del grado de severidad de EAD al interior de los grupos de edad que conforman las colecciones analizadas, para así poder diferir el efecto generado por los cambios degenerativos esperados en las distintas etapas del ciclo vital de los individuos. Esta comparación de edades es particularmente importante a considerar debido a que se concluye que el empleo de las lesiones óseas diagnósticas de la enfermedad como indicador de actividad ocupacional

será más precisa en individuos jóvenes y de mediana edad, mientras que su grado de precisión será menor en individuos de edad avanzada debido al efecto generado por los cambios degenerativos asociados al avance de la edad. Finalmente, en la evaluación del efecto generado por el padecimiento de eventos traumáticos, se recomienda descartar el estrés ocupacional como principal causante de la enfermedad cuando existe evidencia de eventos traumáticos agudos.

6. LISTA DE REFERENCIA

Aaron, R. & Racine, J (2013). *Pathogenesis and Epidemiology of Osteoarthritis*. Rhode Island Medical Journal.

Aufderheide, A. & Rodríguez-Martín, C. (1998). *The Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press

Bailey, A. Buckland-Wright, C. & Metz, D. (2001). *The role of bone in osteoarthritis*, Age and Ageing, 30. pp. 374-378. Recuperado de <http://ageing.oxfordjournals.org/>

Boyan, B. Tosi, L. Coutts, R. Enoka, R. Hart, D. Nicollella...Resnick, E. (2013). *Addressing the gaps: sex differences in osteoarthritis of the knee*. Biology of Sex Differences, 4 (4). DOI: 10.1186/2042-6410-4-4

Bridges, P. (1991). *Degenerative Joint Disease in Hunter-Gatherers and Agriculturalists From the Southeastern United States*. AMERICAN JOURNAL OF PHYSICAL ANTHROPOLOGY, 85

Buckberry, J. & Chamberlain, A. (2002) *Age estimation from the auricular surface of the ilium: A revised method*. American Journal of Physical Anthropology, (119): 231–239.

Dequeter, J. & Luyten, F. P. (2008). *The history of osteoarthritis-osteoarthrosis*. Annals of the Rheumatic Diseases, 67, 5-10. doi:10.1136/ard.2007.079764

Cianflocco, A.J. (2011). *Pathophysiology and Diagnosis of Osteoarthritis of the Knee*. Supplement to Journal of Family Practices, 60, (11).

Civera, M. (2006). *El enfoque paleoepidemiológico en la Antropología Física*. Anales de Antropología, 40, (2), 85-116.

Colimon, K. (1990). *Fundamentos de epidemiología*. Ediciones DÍAZ DE SANTOS, S. A.

Cooper, C. McAlindon, T. Coggon, D. Egger, P. & Dieppe, P. (1994). *Occupational activity and osteoarthritis of the knee*. Annals of the Rheumatic Diseases; 53: 90-93

Creamer, Paul, Hochberg & Marc C. (1997) *Osteoarthritis*. Lancet, 350,(9076). (Academic Search Complete)

Dempster, D. W. et al. (2013). *Standardized Nomenclature, Symbols, and Units for Bone Histomorphometry: A 2012 Update of the Report of the ASBMR Histomorphometry Nomenclature Committee*. J Bone Miner Res. Jan; 28,(1): 2–17. doi: 10.1002/jbmr.1805

Felson, D. McAlindon, T. Anderson, J. Naimark, A. Weissman, B. Aliabdani, P. Evans, S. Levy, D. & La Valley, P. (1997). *Defining radiographic osteoarthritis for the whole knee*. OSTEOARTHRITIS AND CARTILAGE, 5.

Fernández-Moreno, M. Rego, I. & Blanco, F. (2007). *Genética en la osteoartritis*. Reumatol Clin, 3. 13-8

Figueroa, D. (2009). *Obesidad y Pobreza: marco conceptual para su análisis en latinoamérica*. Saúde Soc. São Paulo. (8),1; p:103-117

Fortune, J. Paulos, J. & Liendo, C. (1995) *ORTOPEDIA Y TARUMATOLOGÍA*. Universidad Católica de Chile. Escuela de Medicina. Recuperado el 21 de Septiembre de 2015 de http://escuela.med.puc.cl/publ/OrtopediaTraumatologia/Trau_Secc01/Trau_Sec01_42.html

Franen, M. Bridgett, L. March, L. Hoy, D. Penserga, E. & Brooks, P. (2011) *The epidemiology of osteoarthritis in Asia*. International Journal of Rheumatic Diseases, 14. 113–121.

Galloway, A. (1999). *Broken Bones: Anthropological Analysis of Blunt Force Trauma*. CHARLES C THOMAS· PUBLISHER, LTD. USA.

Goldring, M. & Goldring, S. (2010). *Articular cartilage and subchondral bone in the pathogenesis of osteoarthritis*. Anals of New York Academy of Sciences, 1192. 230–237. doi: 10.1111/j.1749-6632.2009.05240.

Goodman AH, Thomas RB, Swedlund AC & Armelagos GJ. (1988). *Biocultural perspectives on stress in prehistoric, historical, and contemporary population research*. Yrbk. Phys. Anthropol., 31:169–202.

Hayeri, M. R. Shieh, Morteza, M. Debra J. Trudell, D. J. Hefflin, T. & Resnick, D. (2010). *Proximal tibial osteophytes and their relationship with the height of the tibial spines of the intercondylar eminence: paleopathological study*. *Skeletal Radiology*, 39, (9), 877-881. doi: 10.1007/s00256-009-0838-z.

Henrotin, Y. Peseux, L. & Sanchez, C. (2012) *Subchondral bone and osteoarthritis: biological and cellular aspects*. *Osteoporos Int* (2012) 23 (Suppl 8):S847–S851.

Hunter, D. & Eckstein, F. (2009) *Exercise and osteoarthritis*, *J. Anat*; 214, 197–207. doi: 10.1111/j.1469-7580.2008.01013.x

Isaza, J. & Monsalve, T. (2011). *Características biológicas de la colección osteológica de referencia de la Universidad de Antioquia. Informe Preliminar*. *Boletín de Antropología Universidad de Antioquia*, vol 25, núm 42, 2011, pp. 287-302.

Jurmain, R. (1980), *The pattern of involvement of appendicular degenerative joint disease*. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 53:143-150.

Jurmain, R. (1991). *Degenerative Changes in Peripheral Joints as Indicators of Mechanical Stress: Opportunities and Limitations*. *International Journal of Osteoarchaeology*. 1, 247-252.

Jurmain, R. (1999). *Stories from the Skeleton*. Behavioral Reconstruction in Human Osteology. Gordon and Breach Publishers.

Kellgren y Lawrence (1957). *Radiological assessment of osteoarthrosis*. *Ann. rheum. Dis.* 16, 494.

Kent, C. & Hwang, Y. (2014). Chapter 26: Osteoarthritis. En: *Current Diagnosis & Treatment: Geriatrics*, 2nd Edition. McGraw-Hill Education

Klaus, H. Larsen, C. & Tam, M. (2009). *Economic intensification and degenerative joint disease: Life and labor on the postcontact North Coast of Peru*. *Am J Phys Anthropol.*, 16, (2).

Klaus, HD. (2014). *Frontiers in the bioarchaeology of stress and disease: Crossdisciplinary perspectives from pathophysiology, human biology, and epidemiology*. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 155: 294–308.

Klößmann, A. Gebhardt, H. Liebers, F. Engelhardt, L. Dávid, A. Bouillon, B.

& Rieger, M. (2008). *Individual and occupational risk factors for knee osteoarthritis –Study protocol of a case control study*. BMC Musculoskeletal Disorders, 9, (26). doi:10.1186/1471-2474-9-26

Richard F. Loeser Jr.; Osvaldo Delbono (2009). Chapter 112. Aging of the Muscles and Joints. *Hazzard's Geriatric Medicine and Gerontology*, 6ed.

Lohmander, L. Martin, P. Dahl, L. & Roos, E. (2007). *The Long-term Consequence of Anterior Cruciate Ligament and Meniscus Injuries*. The American Journal of Sports Medicine, (35), 10. DOI: 10.1177/0363546507307396

Lovell, N.C., 1994. *Spinal arthritis and physical stress at Bronze Age Harappa*. Am. J. Phys. Anthropol. 93, 149–164.

Maddah, S. & Mahdizadeh, J. (2015). *Association of Metabolic Syndrome and Its Components with Knee Osteoarthritis*. Acta Medica Iranica, 53, (12).

Martín, K. Kuh, D. Harris, T. Guralnik, J. Coggon, D. & Wills, A. (2013) *Body mass index, occupational activity, and leisure-time physical activity: an exploration of risk factors and modifiers for knee osteoarthritis in the 1946 British birth cohort*. BMC Musculoskeletal Disorders, 14, (209). doi:10.1186/1471-2474-14-219

McMillan, G. & Nichols, L. (2005). *Osteoarthritis and Meniscus Disorders of the Knee as Occupational Diseases of Miners*. Occupational and Environmental Medicine, (62), 8; pp. 567-575.

Montero, B. (2006). *Características epidemiológicas y clínicas de Osteoartrosis primaria en pacientes geriátricos*. Policlínico Hospital “Raúl Gómez García” 2006 - Cuba. Extraído desde: <http://www.monografias.com/trabajos62/caracteristicas-epidemiologicas-osteoartrosis/caracteristicas-epidemiologicas-osteoartrosis2.shtml#top>

Nikita, E. Mattingly, D. & Mirazón, M. (2013) *Methodological considerations in the statistical analysis of degenerative joint and disc disease*. International Journal of Paleopathology, DOI: dx.doi.org/10.1016/j.ijpp.2013.03.002

Nordin, M. & Frankel, V. H. (2004). *Biomecánica Básica del Sistema Musculo-esquelético. Tercer Edición*. Madrid, España: McGraw-Hill/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.U.

Ortner, D. (2003). *Identification of pathological conditions in human skeletal remains. Second Edition*. USA: Elsevier.

Peña, A. & Fernández, J. (2007) *Prevalencia y factores de riesgo de la osteoartritis*. *Reumatol Clin*, 3. DOI: 10.1016/S1699-258X(07)73648-3 · Source: OAI.

Pérez, L. Niinimäki, S. Junno, J. Niskanen, M. Niinimäki, J. & Núñez, M (2012). *The relationship between the observed body mass and the dimensions of femoral head – A hip MRI case study*. *Rev. Esp. Antrop.* (33)

Phenice, T. (1969) *A newly developed visual method of sexing in the os pubis*. *American Journal of Physical Anthropology*, (30):297–301.

Robin, JB. (2008). *A paleopathological assessment of osteoarthritis in the lower appendicular joints of individuals from the Kellis 2 cemetery in the Dakhleh oasis, Egypt*. *University of Central Florida. Orlando, Florida*. B.A. Southern Illinois University. Extraído el 30 Noviembre de 2017 de: http://sciences.ucf.edu/anthropology/wp-content/uploads/sites/19/2012/09/JoshuaRobin_FA11.pdf

Rojas-Sepulveda, C. Ardagna, Y. & Doutour, O. (2008). *Paleoepidemiology of Vertebral Degenerative Disease in a Pre-Columbian Muisca Series From Colombia*. *American Journal of Physical Anthropology*, 135, DOI: 10.1002/ajpa.20762

Rojas-Sepulveda, C. & Doutour, O. (2014). *Enfermedades articulares degenerativas y cambios enteciales en seis colecciones óseas prehispánicas del noroccidente de America del Sur*. *Chungara, Revista de Antropología*, 46, (1).

Sampieri, R. Fernández, C. Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación. Quinta Edición*. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Scherf, H. Wahl, J. Hublin, J. & Harvati, K. (2016). *Patterns of Activity Adaptation in Humeral Trabecular Bone in Neolithic Humans and Present-Day People*. *AMERICAN JOURNAL OF PHYSICAL ANTHROPOLOGY*, 159. DOI: 10.1002/ajpa.22835

Spector, T. Flavia, C. Baker, J. Loughlin, J. & Hart, D. (1996). *Genetic influences on osteoarthritis in women: a twin study*. *BMJ*, 312,(940-4).

Usman, N. & Nuhmani, S. (2013). *Osteoarthritis of Knee - A Review of Current Concepts*. *Middle East Journal of Age and Ageing*, 10, (2).

Valea, P. Losordob, D. Symesc, J. & Isnera, J. (2001). *Factores de crecimiento para la angiogénesis terapéutica en las enfermedades cardiovasculares*. Rev Esp Cardiol, 54,(10).

Vrezas, I. Elsner, G. Bolm-Audorff, U. Abolmaali, N. & Seidler, A. (2010) *Case-control study of knee osteoarthritis and lifestyle factors considering their interaction with physical workload*. Int Arch Occup Environ Health, 83, 291–300. DOI: 10.1007.

Wacher- Rodarte, N. (2009). *Epidemiología del síndrome metabólico*. Simposio. Unidad de Investigación en Epidemiología Clínica, Hospital de Especialidades, Centro Médico Nacional Siglo XXI,

Instituto Mexicano del Seguro Social, México D.F., México.

Woo, E. J. & Pak, S. (2013) *Degenerative joint diseases and enthesopathies in a Joseon Dynasty population from Korea*. HOMO - Journal of Comparative Human Biology 64 (2013) 104–119